



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA

“MANUAL PARA EL CONTROL DE FAUNA NOCIVA COMO UNA HERRAMIENTA DE LA BIOSEGURIDAD PARA LA SALUD ANIMAL Y LA SALUD PÚBLICA”

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRÍA EN MEDICINA

VETERINARIA Y ZOOTECNIA

P R E S E N T A:

MARÍA TERESA DE JESÚS AMBRIZ BARAJAS

TUTOR: DR. JUAN JOSÉ PÉREZ RIVERO CRUZ Y CELIS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA. UNAM

COMITÉ TUTORAL:

DR. JOSE ÁLVARO AGUILAR SETIÉN

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

DR. EVARISTO ÁLVARO BARRAGÁN HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM

MÉXICO, D.F. ENERO 2014



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 esa energía que emana en el cosmos y que me hace partícipe de ella en cada instante y me vincula a lo trascendente en mi estancia efímera en la Tierra, dándome el impulso vital para motivarme y perseverar tangiblemente.

A cada uno de esos seres que en su silencio y su gran amor han fortalecido cada paso en mi andar, que solo miran sin juzgar y que dieron hasta su vida para evolución de la mía.

A mi madre, mi abuela (q.e.p.d.) y mis tías (q.e.p.d), mujeres Mexicanas, que siempre serán ejemplo de perseverancia, honradez y cabal cumplimiento.

A los amigos verdaderos, que siempre han apoyado mis causas y me han dado su sabiduría y auxilio en el momento exacto.

A mis grandes maestros, los académicos y los de mi vida laboral, nobles y bondadosos, por compartirme lo que saben e impulsarme a encontrar lo que aún no conozco.

De manera muy especial a mi tutor, el Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis, por motivarme a seguir en este sendero interminable del conocimiento y compartir generosamente su experiencia profesional.

Al comité tutorial, Dr. José Álvaro Aguilar Setián, Dr. Evaristo Álvaro Barragán Hernández y a la M. en C. Inda Marcela Figueroa Ochoa, tutor invitado, por el apoyo y aportaciones que me brindan para este proyecto.

A mi *alma mater*, querida Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y muy querida Universidad Nacional Autónoma de México, a mis maestros de Maestría, por propiciar los elementos de una formación de alto perfil que me permite el seguimiento y enriquecimiento académico.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por ser el promotor y facilitador para que este país prospere en relación a la ciencia y la tecnología y por apoyar el proyecto.

Índice general

	Página.
Introducción. Antecedentes y justificación.....	1
Objetivo General.....	7
Método.....	7
Capítulo I	
Bioseguridad en la producción pecuaria. Generalidades.....	9
Fauna nociva, plagas, plaguicidas. Manejo integrado de plagas.....	17
Justificación sanitaria y económica del control de la fauna nociva.....	24
Capítulo II	
Marco normativo: Síntesis jurídica	
El registro sanitario para plaguicidas en México.....	33
La licencia sanitaria para la aplicación de plaguicidas.....	48
Alcance de las auditorías de calidad en la industria alimentaria.....	58
La disposición de residuos: impacto ambiental, impacto jurídico.....	66
Capítulo III	
Plaguicidas: Historia, estadísticas, definiciones.....	74
Clasificación de los plaguicidas y modos de acción.....	78
Formulaciones plaguicidas y su manejo responsable.....	114
Manejo de intoxicaciones	125

Capítulo IV

Equipos de aplicación.....	130
Clasificación de equipos y técnicas de aplicación de plaguicidas.....	130
Calibración de equipos.....	139

Capítulo V

Manejo integrado de la fauna nociva que compromete la bioseguridad en las unidades de producción pecuaria.

Subcapítulo I: Artrópodos de importancia pecuaria

Temal: Moscas.....	145
Tema: Cucarachas.....	160
Tema III: Escarabajo del estiércol (<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer)).....	168
TemalV: Alacranes.....	183

Subcapítulo II: Vertebrados

Mamíferos de importancia pecuaria

Tema I: Roedores.....	198
Temall: Murciélagos.....	236
Tema III Cánidos (Canidae) domésticos en situación de abandono.....	272

Conclusiones.....	287
--------------------------	------------

Bibliografía.....	290
--------------------------	------------

Índice de figuras.

	Página.
Figura 1. Mapa del hambre 2010-2012. Prevalencia de la subnutrición en países en desarrollo	2
Figura 2: Subnutrición en el mundo en desarrollo (1990-1992 a 2010 -2012).....	2
Figura 3: Bioseguridad en Granjas Avícolas (Fuente: SENASICA).....	16
Figura 4. IPM Puzzle de Theodore Granovsky.....	21
Figura 5. La Salmonelosis ha enfermado a unas 2,000 personas y podría generar pérdidas millonarias para la industria avícola en Estados Unidos (EFE).....	29
Figura 6. Ratas: pérdidas económicas por daño directo y contaminación.....	30
Figura 7. Portal de la página de la COFEPRIS para la Consulta de registros sanitarios de plaguicidas.....	35
Figura 8. Consulta realizada para la verificación de los registros vigentes de una empresa fabricante de plaguicidas de uso pecuario.....	35
Figura 9b: Certificado de registro sanitario expedido por la COFEPRIS. Vista frontal.....	37
Figura 9b: Certificado de registro sanitario expedido por la COFEPRIS. Vista posterior.....	38
Figura 10. Categoría toxicológicas para plaguicidas en México. NOM-232-SSA1-2009.....	41

Figura 11. Formato COFEPRIS-05-022-A.....	53
Figura 12. Guía para el llenado del formato COFEPRIS-05-040-A.....	54
Figura 13. CONOCER. Registro Nacional de Estándares de competencia.....	56
Figura 14. CONOCER. Estándar de competencia. Manejo Integrado de plagas en grado inocuidad.....	57
Figura 15. CONOCER. Estándar de competencia. Manejo Integrado de plagas urbanas, nivel intermedio.....	57
Figura 16. Logos de instancias involucradas en procesos HACCAP y Gestión de Calidad de los alimentos	65
Figura 17. La gestión de calidad y los pilares de HACCAP.....	66
Figura 18. Técnica de triple lavado. Campo Limpio.....	70
Figura 19. Centro de acopio primario.....	71
Figura 20. Centro de acopio temporal.....	71
Figura 21. Distribución de los Centros de acopio temporales en los estados de la República Mexicana.....	72
Figura 22. Del Centro de acopio primario al Centro de Acopio Temporal y disposición final.....	72
Figura 23. Destino final para reciclaje de envases de plaguicidas.....	73
Figura 24. Plaguicidas inorgánicos: ácido bórico.....	85
Figura 25. Rodenticidas inorgánicos. Fosfuro de Zinc en polvo para formulación de cebo; presentación comercial.....	86

Figura 26. Estructura general de las Coumarinas.....	87
Figura 27. Estructura de coumarina y dicoumarol (Warfarina).....	87
Figura 28. Estructura básica de los organofosforados.....	88
Figura 29. Cebo mosquicida a base de Thiamthoxam de uso pecuario.....	94
Figura 30. Cebo mosquicida a base de Thiamthoxam de uso pecuario y efecto en moscas	94
Figura 31. Cebo hormiguicidas a base de nicotinoides: Thiamthoxam de uso urbano	95
Figura 32. Cebo hormiguicida a base de nicotinoide: Imidacloprid de uso urbano.....	95
Figura 33. Brometalina: Fastrac® pellets.....	100
Figura 34. Brometalina: Fastrac® pellets presentación comercial.....	100
Figura 35. Brometalina: Rat Hunter® pellets y bloques.....	100
Figura 36. Lesiones macroscópicas: inflamación testicular y lesión en la cabeza del epidídimo causadas por Epibloc®	103
Figura 37. Lesiones microscópicas: granuloma espermático en la cabeza del epidídimo causadas por Epibloc®	104
Figura 38. Repelentes para aves y roedores.....	105
Figura 39. Concentrado emulsionable. Icon 2.5CE y Actellic® 50CE(Syngenta)...	117
Figura 40. Formulación Líquida.....	117
Figura 41. Formulación Líquida. Suspensión concentrada o flow (SC).....	117

Figura 42. Formulaci3n l3quida: suspensi3n encapsulada o microencapsulado (CS).....	118
Figura 43. Formulaci3n s3lida: gr3nulos dispersibles en agua (WG).....	118
Figura 44. Formulaciones s3lidas, cebos (RB): pellets (Brometalina cebo rodenticida) y bloques extruidos (Weatherblok® XT).....	118
Figura 45. Formulaciones s3lidas, cebos (RB): cebo mosquicida (Snip® Novartis) y cebo hormiguicida en gel (Optigard® Ant Gel Syngenta).....	119
Figura 46. V3as de entrada de los plaguicidas al cuerpo.....	120
Figura 47. Ropa de protecci3n para nivel A con presi3n positiva y m3scara facial completa con equipo de respiraci3n (SCBA) y protecci3n para nivel C.....	122
Figura 48. Etiqueta del plaguicida	124
Figura 49. Algunos pictogramas precautorios contenidos en etiquetas de plaguicidas.....	124
Figura 50. Casos reportados al SINTOX ^{MR} por grupo qu3mico en 2012.....	128
Figura 51. Botiqu3n SINTOX ^{MR} para intoxicaciones por plaguicidas.....	129
Figura 52. Equipos espolvoreadores manual y de 3mbolo.....	133
Figura 53. Pistolas para aplicaci3n de cebos cucarachicidas u hormiguicidas.....	133
Figura 54. Cebaderos para cebos rodenticidas.....	133
Figura 55. Bomba de compresi3n manual para aspersi3n.....	134
Figura 56. Aspersi3n residual con bomba de compresi3n manual.....	134

Figura 57. Motomochila para aspersión.....	135
Figura 58. Equipo microinyector para grietas y hendiduras. Detalle de la boquilla microinyectora.....	135
Figura 59. Equipo nebulizador motorizado para generación de aerosoles de Bajo Volumen (BV o LV) y Ultra Bajo Volumen (ULV).....	136
Figura 60. Equipo portátil para generación de Ultra Bajo Volumen M14 Micro-Gen.....	136
Figura 61. Equipo portátil para generación de Ultra Bajo Volumen.....	136
Figura 62. Equipo portátil para generación de Ultra Bajo Volumen: Detalle de la boquilla aplicando insecticida.....	137
Figura 63. Equipo termonebulizador Swingfog SN50.....	138
Figura 64. Equipo para generación de espuma con plaguicidas.....	139
Figura 65. Boquilla 8002 E abanico plano y filtro.....	140
Figura 66. Boquilla 8002 E abanico plano catálogo Teejet®. Detalle del gasto de la boquilla con base a la presión.....	141
Figura 67. Calibración de bomba de presión manual para aspersión.....	142
Figura 68. Boquillas diferentes del catálogo Teejet®.....	143
Figura 69. Calibración del equipo generador de nebulización en frío ULV para una campaña de salud Pública: Gasto por minuto de boquilla y con equipo DCIV el tamaño de la gota.....	143

Figura 70. Gráficas registradas por DCIV en computadora del VDM de las gotas emitidas por el equipo generador de nebulización en frío por ultra bajo volumen(UBV o ULV).....	144
Figura 71. Calibrando en campo un equipo ULV con DCIV. Operativo de Dengue de la Secretaría de Salud.....	144
Figura 72. Mosca de establo (<i>Stomoxys calcitrans</i>).....	155
Figura 73. Bovino atacado por moscas de establo (<i>Stomoxys calcitrans</i>).....	155
Figura 74. <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	156
Figura 75. Huevos, larvas, pupas y adultos de <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	156
Figura 76. Prepupa y secuencia del pupario por edad: <i>Musca domestica</i> Linnaeus.....	157
Figura 77. Trampa electrónica con luz ultravioleta y charola engomada marca Arod [®] , fabricación nacional.....	157
Figura 78. Trampas de goma en tira. Alta y baja infestación de mosca doméstica.....	158
Figura 79. <i>Muscidifurax raptor</i> parasitando una crisálida de mosca.....	158
Figura 80. Crisálidas vacías después del ataque de <i>Muscidifurax raptor</i>	159
Figura 81. <i>Blatella germanica</i> (Linnaeus).....	164
Figura 82. <i>Blatella germanica</i> (Linnaeus): ciclo biológico.....	164
Figura 83. <i>Blatella germanica</i> (Linnaeus): ninfas de primer estadio saliendo de la ooteca	165

Figura 84. <i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus).....	165
Figura 85. <i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus): ciclo biológico.....	166
Figura 86. <i>Blatta orientalis</i> (Linnaeus).....	166
Figura 87. <i>Blatta orientalis</i> (Linnaeus): ciclo biológico.....	167
Figura 88. Equipo microinyector para grietas y hendiduras. Detalle de la boquilla microinyectora.....	167
Figura 89. Funcionamiento del equipo microinyector Actisol®.....	168
Figura 90. Infestación de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer) en la cama de las aves.....	171
Figura 91. Bursitis Infecciosa Aviar. Bolsa de Fabricio hemorrágica.....	171
Figura 92. Enfermedad de Newcastle. Lesiones macroscópicas.....	172
Figura 93. Daños a aislantes térmicos de techos en instalaciones avícolas por <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	172
Figura 94. Daño a aislamientos térmicos de instalaciones avícolas por <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer). Fotografía térmica.....	173
Figura 95. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	176
Figura 96. Ciclo biológico o de vida: <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	176
Figura 97. Diferentes tipos de instalaciones “broilers” o pollo de engorda.....	180
Figura 98. Muestreo de <i>A. diaperinus</i> (Panzer) en instalaciones avícolas.....	180
Figura 99. Aplicación residual de plaguicidas a paredes y techos para el control de <i>A. diaperinus</i> (Panzer) en instalaciones avícolas.....	181

Figura 100. Aplicación residual de plaguicidas a pisos y debajo de comederos para el control de <i>A. diaperinus</i> (Panzer) en instalaciones avícolas...	181
Figura 101. Migración de <i>A. diaperinus</i> (Panzer) dentro de la nave al momento del término del ciclo de la parvada y limpieza.....	182
Figura 102. Casos acumulados IPPA por entidad federativa semana 52 del año 2012.....	186
Figura 103. Distribución geográfica de las especies peligrosas de alacrán en México.....	187
Figura 104. Morfología general de los alacranes.....	189
Figura 105. Morfología general de los alacranes. Estructuras principales.....	190
Figura 106. <i>Centruroides noxius</i>	194
Figura 107. <i>Centruroides limpidus limpidus</i>	195
Figura 108. <i>Centruroides limpidus tecomanus</i>	195
Figura 109. <i>Centruroides suffusus</i>	196
Figura 110. <i>Centruroides elegans elegans</i>	196
Figura 111. <i>Centruroides infamatus infamatus</i>	197
Figura 112. Cladograma (“árbol genealógico”) de los roedores.....	199
Figura 113. Tiempos de divergencia entre Superfamilias Rodentia, Lagomorpha y las órdenes Rodentia (Glires), el Laurasiatheria y Euarchonta-Glires, y las órdenes placentadas.....	200

Figura 114. Escala molecular en el tiempo para los órdenes de mamíferos placentados en base a conjunto de datos de 16397-bp y la máxima probabilidad del cladograma.....	201
Figura 115. Diferencias anatómicas de los incisivos de los Roedores y Lagomorfos.....	202
Figura 116. Roedores sinantrópicos.....	203
Figura 117. Los hallazgos moleculares en base a estudio del ADN de los roedores son el preludio de una revisión taxonómica.....	205
Figura 118. Cráneo de Roedor mostrando la disposición anatómica de las piezas dentarias y fórmula dentaria.....	211
Figura 119. Comparación morfológica de las tres especies de roedores sinantrópico.....	218
Figura 120. <i>Rattus norvegicus</i> vistas lateral y ventral de hembra y macho.....	218
Figura 121. <i>Rattus rattus</i>	219
Figura 122. <i>Mus musculus</i>	219
Figura 123. Trampas de golpe.....	226
Figura 124. Trampas de adhesivas (pegamento).....	227
Figura 125. Trampas electrónicas.....	227
Figura 126. Trampas Sherman, plegables.....	228
Figura 127. Cebaderos herméticos.....	229

Figura 128. Rata ingresando al cebadero.....	229
Figura 129. Rata consumiendo cebo dentro del cebadero.....	230
Figura 130. Muestreo de cola de rata para monitoreo de la resistencia.....	233
Figura 131. Muestreo de colas de rata para monitoreo de la resistencia.....	233
Figura 132. Rodenticide Resistance Action Committee (RRAC):	
Dr. Alan Buckle.....	234
Figura 133. Dr. Colin Prescott (izquierda) y Dr. Alan Buckle (derecha).	
Resistencia a anticoagulantes. Universidad de Reading, UK.....	234
Figura 134. Reunión técnica sobre Manejo de la resistencia a anticoagulantes	
con Dr. Alan Buckle. Brasil, Septiembre 2012.....	235
Figura 135. <i>Icaronycteris index</i>	237
Figura 136. Dr. Bernardo Villa y colección de murciélagos.....	238
Figura 137. Dra. Beatriz Villa Cornejo y la autora con la mascota de la casa	
“La Zorrita” (<i>Eilodon helvum</i>).....	239
Figura 138. Murciélago hematófago (<i>Diaemus youngii</i>) cráneos.....	242
Figura 139. Murciélago hematófago (<i>Diaemus youngii</i>).....	242
Figura 140. Murciélago hematófago (<i>Diphylla ecaudata</i>).....	243
Figura 141. Murciélago hematófago (<i>Desmodus rotundus</i>).....	243
Figura 142. Murciélago hematófago (<i>Desmodus rotundus</i>) cráneo.....	244
Figura 143. Murciélago hematófago (<i>Desmodus rotundus</i>) adaptación de	
pulgares.....	244

Figura 144. Distribución del murciélago hematófago <i>Desmodus</i> <i>rotundus</i> en América	245
Figura 145. Características principales del murciélago hematófago.....	246
Figura 146. <i>Desmodus rotundus</i> macho.....	247
Figura 147. Virus rábico.....	249
Figura 148. Rabia, países o áreas de riesgo (2008).....	254
Figura 149. Casos acumulados: Accidentes por mordedura de perros y de otros mamíferos 2012 y 2013.....	256
Figura 150. Casos acumulados: Rabia. 2012 y 2013.....	257
Figura 151. Rabia en humanos. Fase terminal.....	258
Figura 152. Rabia en niño.....	258
Figura 153. Avance de la Rabia en México: 1998 al 2008.....	259
Figura 154. Rabia: Corpúsculos de Negri. (Histología).....	259
Figura 155. Rabia paralítica bovina: Diciembre 2013 (SAGARPA).....	260
Figura 156. Repelente para murciélagos Murciela-GO®.....	263
Figura 157. Repelente para murciélagos a base de repelentes naturales.....	263
Figura 158. Urgüento vampiricida (PAIPEME, A.C.) para control del murciélago hematófago.....	268
Figura 159. Urgüento vampiricida aplicación tópica en murciélago y heridas en bovino.....	268
Figura 160. Warfarina inyectable (PAIPEME, A.C.) para control del murciélago hematófago.....	268

Figura 161. Aplicación intramuscular de warfarina para control del murciélago hematófago.....	269
Figura 162. Presupuesto 2013 para la Campaña para la prevención y Control de la Rabia y Especies Ganaderas (SAGARPA).....	270
Figura 163. Precios de vacunas para el control de RPB en México y costos de la inmunización anual en bovinos.....	271
Figura 164. Criaderos y tiendas +Kota: hacinamiento y estrés de perros.....	
Figura 165. Criadero clandestino.....	
Figura 166. Brigada de Protección Animal del Distrito Federal.....	
Figura 167. Camioneta del antirábico con perros capturados.....	
Figura 168. Captura de perros con trampero.....	
Figura 169. Avances de la Rabia en México: 1990 a 2008.....	
Figura 170. Avance de la Rabia en México: vacunación canina y felina 1990 al 2008.....	
Figura 171. PETA promueve la esterilización de mascotas.....	
Figura 172. Trato humanitario a perros rescatados de situación de abandono.....	

Índice de cuadros.

	Página.
Cuadro 1. Número y prevalencia de personas con subnutrición.....	3
Cuadro 2. Resumen de la producción pecuaria años 2009 a 2011 en México Estimaciones de la FAO. Producción en miles de toneladas...	4
Cuadro 3. Vectores o transmisores biológicos de importancia en Salud Pública..	26
Cuadro 4. Economic Research Service: Salmonelosis.....	31
Cuadro 5. Clasificación de los plaguicidas por su uso.....	39
Cuadro 6. Dependencias gubernamentales competentes para la regulación de los plaguicidas en México.....	42
Cuadro 7. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(A)....	43
Cuadro 8. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(B)....	44
Cuadro 9. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(C)....	45
Cuadro 10. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(D)..	46
Cuadro 11. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(E)..	47
Cuadro 12. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (A).....	75
Cuadro 12. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (B).....	76
Cuadro 13. Clasificación de plaguicidas por su acción sobre la plaga.....	79
Cuadro14. Clasificación de los plaguicidas por su origen.....	80
Cuadro 15. Organofosforados: Grupos toxicológicos.....	90
Cuadro 16. Clasificación de los piretroides por generación.....	92

Cuadro 17. Listado de fumigantes.....	98
Cuadro 18. Síntesis de los plaguicidas no anticoagulantes de uso rodenticida....	99
Cuadro 19. Síntesis de plaguicidas anticoagulantes de uso rodenticida.....	101
Cuadro 20. Clasificación de plaguicidas por rango de persistencia en tiempo....	109
Cuadro 21. Clasificación de plaguicidas por tiempo de vida media.....	109
Cuadro 22. Clasificación IRAC para los insecticidas por sus MoA parte1.....	111
Cuadro 23. Clasificación IRAC para los insecticidas por sus MoA parte 2.....	112
Cuadro 24. Clasificación IRAC para los insecticidas por sus MoA parte 3.....	113
Cuadro 25. Algunas formulaciones sólidas.....	115
Cuadro 26. Algunas formulaciones líquidas.....	116
Cuadro 27. Enfermedades del tracto digestivo en humanos.....	147
Cuadro 28. Moscas: familias de importancia sanitaria.....	149
Cuadro 29. Taxonomía de tres géneros de mosca.....	150
Cuadro 30. Ciclo biológico de la mosca doméstica y hábitos.....	151
Cuadro 31. Síntesis comparativa del ciclo biológico, características y hábitos de tres especies de cucarachas.....	161
Cuadro 32. Guía básica para implementación del Manejo Integrado de cucaracha alemana (<i>Blatella germanica</i> (Linnaeus)).....	163
Cuadro 33. Enfermedades de la aves relacionadas con la transmisión por <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	169
Cuadro 34. Clasificación taxonómica de <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	174

Cuadro 35. Características, ciclo biológico y hábitos de <i>Alphitobius</i> <i>diaperinus</i> (Panzer).....	175
Cuadro 36. Rotación de grupos químicos para el control de <i>A. diaperinus</i> (Panzer).....	179
Cuadro 37. Clasificación taxonómica: alacranes del género <i>Centruroides</i>	184
Cuadro 38. Toxicidad de los venenos de alacranes del género <i>Centruroides</i>	185
Cuadro 39. Taxonomía de los roedores.....	204
Cuadro 40a. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos	207
Cuadro 40b. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos	208
Cuadro 40c. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos	209
Cuadro 40d. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos	210
Cuadro 41. Características y hábitos principales de los roedores sinantrópicos...	217
Cuadro 42. Características reproductivas de los roedores sinantrópicos.....	220
Cuadro 43. Aspectos básicos del Manejo Integrado de Roedores (parte 1).....	221
Cuadro 44. Aspectos básicos del Manejo Integrado de Roedores(parte 2).....	222
Cuadro 45. Dosis letal 50 (DL50) para rodenticidas anticoagulantes.....	231
Cuadro 46. Jerarquía taxonómica de los murciélagos hematófagos.....	240

Cuadro 47. Claves taxonómicas. Murciélagos hematófagos.....	245
Cuadro 48. Clasificación del virus rábico. Serotipos.....	251
Cuadro 49. Casos acumulados para accidentes por mordedura de perros y otros mamíferos (CENAPRECE-SINAVE/DGE).....	255
Cuadro 50. DL50 oral aguda de tres anticoagulantes utilizados en el control del murciélago hematófago	265
Cuadro 51. Jerarquía taxonómica del perro doméstico	273

Introducción.

Antecedentes y justificación.

Durante las últimas tres décadas, la producción pecuaria ha adoptado tecnologías para el tratamiento de los problemas zoonosarios tendientes a lograr condiciones de competencia y sostenibilidad en un entorno comercial globalizado, dentro del marco de la seguridad alimentaria, la cual implica el acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias del individuo y así poder llevar una vida activa y saludable ⁽¹⁾.

La prevención de enfermedades emergentes es un desafío permanente para garantizar la salud animal y consecuentemente, la inocuidad y la seguridad alimentaria para preservar la salud pública.

De acuerdo a cifras publicadas por la Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) en 2010, se informó la existencia de 847.5 millones de personas en estado de subnutrición en el mundo para el periodo 2005 al 2007, equivalente al 13 % de la población mundial para ese año ⁽¹⁾. Estimaciones recientes de FAO para el periodo 2010 al 2012 revelan un escenario aún alarmante: 870 millones de humanos en subnutrición, existiendo una prevalencia del 12.5% con base en la población mundial, lo que implica que 1 de cada 8 personas sufre desnutrición ^(2, 3) (figuras 1 y 2).

En México se estimó, para el periodo 2005 al 2007, una prevalencia cercana al 5% a partir de una población estimada de 106.5 millones de habitantes ⁽¹⁾; esta prevalencia continúa vigente para 2010 al 2012 ⁽²⁾.

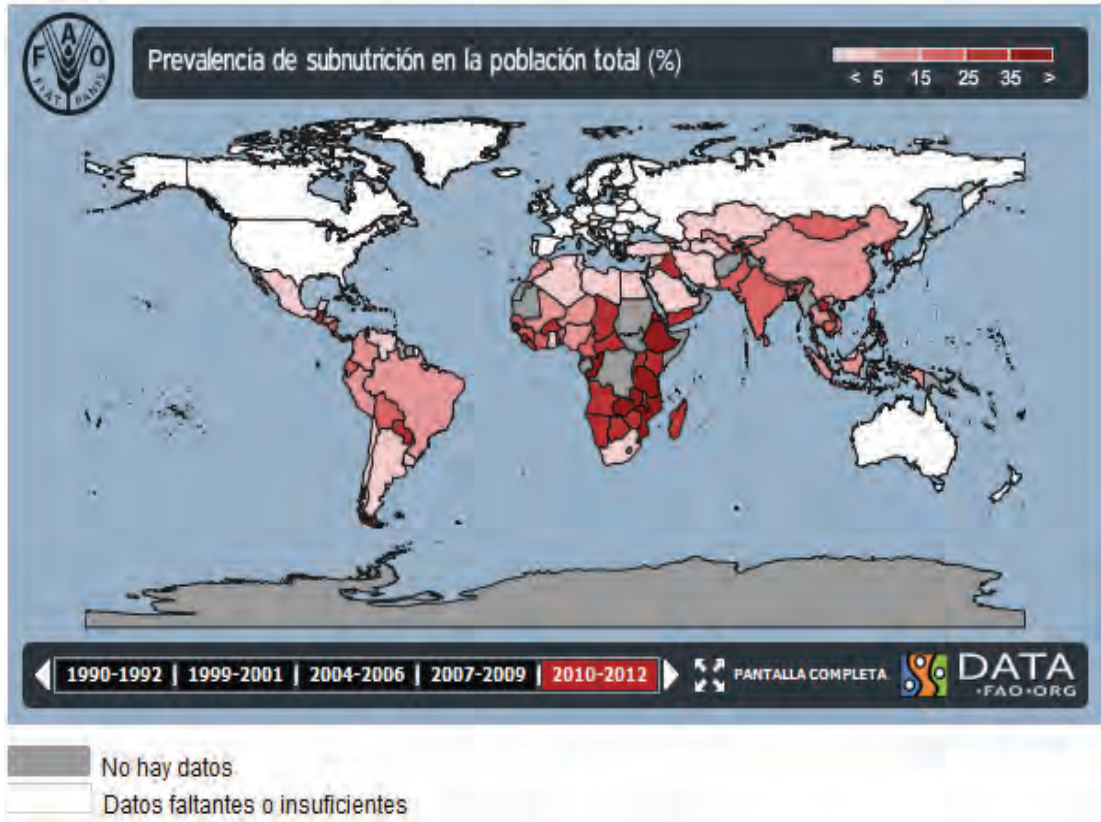


Figura 1. Mapa del hambre 2010-2012. Prevalencia de la subnutrición en países en desarrollo ⁽⁴⁾.

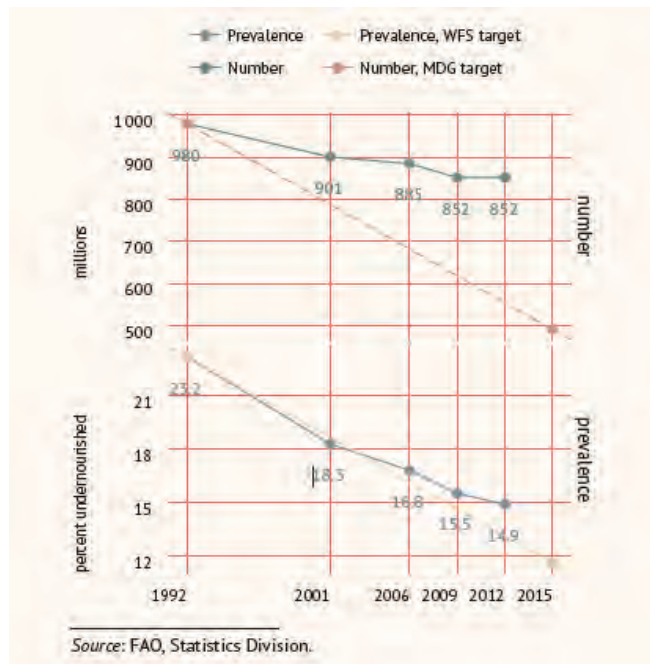


Figura 2. Subnutrición en el mundo en desarrollo (1990-1992 a 2010 -2012) ⁽³⁾.

La subnutrición es la ingesta de alimentos insuficiente para satisfacer la necesidad de energía de manera continua ^(5,6). Para la FAO, la prevalencia actual (cuadro 1) constituye una situación aún inaceptable y ha sido discutido en el foro para el “Estado de la Inseguridad Alimentaria Mundial” ⁽⁷⁾.

Periodo	Millones de personas	Prevalencia %
2010 a 2012	868	12
2007 a 2009	867	13
2004 a 2006	898	14
1991 a 2001	919	15
1990 a 1992	1000	19

Cuadro 1. Número y prevalencia de personas con subnutrición ⁽⁴⁾.

En relación a las últimas cifras de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la población mundial pasará de los 6,800 millones de personas determinados en el año 2009 a 9,100 millones en el año 2050: un tercio más de humanos que alimentar. La tendencia en la demanda de alimentos crecerá como resultado del incremento demográfico y el aumento de los ingresos ⁽⁸⁾.

La demanda de cereales (como alimento para humanos y animales) podría alcanzar las 3,000 millones de toneladas en el año 2050, por lo cual la producción anual de cereales tendrá que crecer en casi 1,000 millones de toneladas (actualmente es de 2,100 millones) y la producción de carne en más de 200 millones de toneladas, para alcanzar 470 millones de toneladas en el año 2050. El 72 % de la producción cárnica será para el consumo en los países en desarrollo, que hoy en día consumen tan solo el 58 % ⁽⁸⁾.

El gran reto para la producción pecuaria en nuestro país, es satisfacer los requerimientos alimentarios básicos del Mexicano: 2,794 Kcal /per cápita / día, de acuerdo a las recomendaciones mundiales (WHO/FAO Expert Consultation on Diet) ⁽⁹⁾, de manera equitativa, en un entorno económico mundial en crisis y cumplir de manera

adecuada con los estándares internacionales y nacionales de calidad e inocuidad de estos alimentos como parte de la seguridad alimentaria del país.

Es importante destacar el potencial que tiene México como productor de alimentos: cifras del 2009 de la FAO indican que nuestro país es el 8° lugar en producción de alimentos pecuarios con 21.3 millones de toneladas al año ⁽¹⁰⁾. Las estimaciones para 2010 de la FAO refrendan el indicador (cuadro 2).

Producto	Producción 2009	Posición mundial 2009	Producción 2010	Producción 2011
Pollo	2,632	4°	2,676	2,760
Huevo	2360	5°	2,381	2,459
Res	1,903	6°	1,998	2,058
Cerdo	1,162	15°	1,174	1,202
Leche	10,549	16°	10,677	10,724
Pesca de captura y acuicultura	1,611	16°	1,524	ND

Cuadro 2. Resumen de la producción pecuaria años 2009 a 2011 en México Estimaciones de la FAO. Producción en miles de toneladas ^(10, 11, 12,13).

En la actualidad los mercados nacional e internacional demandan que los alimentos de origen pecuario sean inocuos, siendo imprescindible establecer políticas y acciones que promuevan la inocuidad de los alimentos y que garanticen su calidad higiénica para beneficio del consumidor, ya que existen sustancias que en forma accidental o inducida pueden ser causal de contaminación en la producción y transformación de los alimentos ⁽¹⁾.

El riesgo de introducción de enfermedades en una zona geográfica exige la aplicación de medidas de Bioseguridad colectivas, que permitan la prevención de brotes

devastadores como la pandemia de influenza humana provocada por el virus AH1N1 que causó crisis a la porcicultura Mexicana: tan solo del 25 de abril al 6 de Mayo del 2009, periodo correspondiente a la emergencia sanitaria, la caída en las ventas de cerdo en pie a los rastros en México generó pérdidas por 600 millones de pesos, el sacrificio fue prácticamente nulo ⁽¹⁴⁾.

Considerando que la producción de cerdos genera 350,000 empleos directos y 1.7 millones indirectos (por cada empleo directo, se generan 5 indirectos) ⁽¹⁵⁾ y que la actividad pecuaria en México reporta al año 2010 4.2 millones de empleos directos y 12.6 millones de indirectos ⁽¹⁶⁾, la Bioseguridad en las explotaciones pecuarias es de vital importancia para la economía de nuestro país.

El cerdo participa en la transmisión inter especies del virus de influenza y la expectativa de fácil infectividad para el cerdo por el nuevo virus pandémico H1N1 del 2009, se confirmó por las numerosas notificaciones de infección en cerdos a la Organización Mundial de la Salud Animal (OIE) ⁽¹⁷⁾.

En el inicio de la pandemia algunos países implantaron medidas como el sacrificio de cerdos; sin embargo, esta acción fue desestimada por las organizaciones internacionales por considerarla innecesaria. La mayor parte de los países han implementado medidas generales tales como cuarentena e incremento de la Bioseguridad de las instalaciones ⁽¹⁷⁾.

El nuevo virus influenza AH1N1, fue notificado inicialmente por Estados Unidos de América (EUA) en dos niños al sur de California el 28 y 30 de marzo, y casi simultáneamente por México, calificándolo la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 29 de abril del 2009 como “emergencia de Salud Pública de importancia internacional” bajo el reglamento sanitario internacional. El 27 de abril, la OMS eleva a fase 4 el nivel de alerta pandémica y el 29 de abril a fase 5, debido a evidencias de transmisión sostenida a nivel comunitario en al menos dos países de la misma región. Finalmente, el 11 de junio de 2009 la OMS decreta la fase 6 o fase pandémica. Esta última fase se caracteriza por los criterios que definen la fase 5, acompañados de la aparición de brotes comunitarios en al menos un tercer país de una región distinta ⁽¹⁷⁾.

La Bioseguridad es un tema globalizado, con un enfoque de seguridad para las naciones del primer mundo. En la reunión de "The Seventh Review Conference of the Biological Weapons Convention" (BWC), celebrada en Ginebra en diciembre de 2012, la Secretaria de Estado Hilary Clinton citó: "consideramos el riesgo de ataque de armas biológicas como un desafío serio a la seguridad nacional y una prioridad de la política exterior" y advirtió de que un brote de la enfermedad a gran escala "podría paralizar la ya frágil economía mundial", por ello la estrategia sobre Bioseguridad de la administración de Barack Obama está enfocada en la reducción del riesgo global de brotes de origen natural y deliberados de enfermedades mediante la prevención, la cooperación internacional, el reforzamiento de las sinergias entre la salud y la seguridad ⁽¹⁸⁾.

El concepto Bioseguridad, relacionado con la producción pecuaria, implica mantener alejados los agentes infecciosos de los hatos, ya sea en la unidad de producción, una región o un país ⁽¹⁹⁾.

La Bioseguridad es parte fundamental de cualquier empresa pecuaria, que implementada de manera adecuada, proporciona un aumento de la productividad y del rendimiento económico y tiene como base la aplicación de normas y procedimientos de manejo diseñados para prevenir la entrada, transmisión y salida de agentes patógenos, causantes de enfermedades infecciosas, que puedan afectar la sanidad en las explotaciones pecuarias ⁽²⁰⁾.

Una de las herramientas trascendentes de la Bioseguridad en las unidades de producción pecuaria es el **Control de fauna nociva o plagas** ⁽²¹⁾.

El Médico Veterinario y Zootecnista, el propietario de la explotación pecuaria y su personal, son corresponsables de la correcta implementación de un programa de Control de fauna nociva o control de plagas en las instalaciones, en su entorno y en todos sus procesos, inclusive desde los proveedores y los transportes vinculados a las unidades de producción pecuaria, ya que las plagas o fauna nociva están directa o indirectamente relacionadas con la entrada, transmisión y salida de agentes patógenos,

causales de enfermedades infecciosas que pueden mermar la salud del hato y la producción pecuaria o incluso ser la causa de enfermedades zoonóticas ⁽²¹⁾.

Este manual pretende orientar de manera sistemática al Médico Veterinario Zootecnista en la implementación de un programa de Control de Fauna Nociva en las explotaciones pecuarias o mejor denominado Manejo Integrado de Plagas, considerando el actual entorno regulatorio y técnico, nacional e internacional, con base en la recopilación bibliográfica de los temas que comprenden este documento y la experiencia laboral de 20 años de la autora.

Objetivo general.

Desarrollar un manual para orientar la capacitación del Médico Veterinario Zootecnista sobre el Control de fauna nociva como herramienta de la Bioseguridad en las unidades de producción pecuaria y en el control de vectores de importancia en salud animal y pública.

Método.

Se realizó la revisión bibliográfica relacionada con la identificación y el control de plagas de importancia, las cuales son consideradas fauna nociva dentro de las instalaciones pecuarias y su entorno, de manera conjunta se obtuvo la información actualizada sobre plaguicidas en México y marco normativo de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como datos sobre las técnicas de aplicación y equipos especializados para el control de la fauna nociva.

Los aspectos sobre el manejo de intoxicaciones y residuos de plaguicidas, así como una síntesis sobre los aspectos normativos locales e internacionales relacionados a temas de calidad e inocuidad alimentaria, el análisis de riesgo y tendencias sobre regulatorias, fueron abordados para ofrecer un panorama incluyente sobre esta materia.

El material fotográfico una parte pertenece al acervo de la autora, otra procede de la Internet y también fue obtenido como colaboración de controladores de plagas, fabricantes y distribuidores de plaguicidas que apoyaron en esta publicación.

Capítulo I.

Bioseguridad en la producción pecuaria.

Generalidades.

La interconexión territorial y comercial del mundo exige el enfoque integrado para la salud mundial, parte del discurso de Barack Obama durante The Global Health Initiative del 2009 ⁽²²⁾.

Las enfermedades zoonóticas emergentes, las enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos, así como los cambios ambientales plantean nuevas amenazas a la salud en el mundo ^(23, 24).

Es importante considerar que de 1,461 enfermedades que afectan a los seres humanos, el 60% son causados por patógenos con hospedero múltiple, afectando a varias especies y que aproximadamente, el 75% de la aparición de nuevas enfermedades infecciosas humanas o emergentes de las últimas tres décadas se han originado en animales ^(23, 25).

Aunado a lo anterior, la pobre salud ambiental puede afectar la salud humana y animal debido a la contaminación y al desarrollo de condiciones propicias para el surgimiento y la supervivencia de nuevos agentes infecciosos ⁽²³⁾.

Así mismo, debido al aumento de la resistencia a antibióticos, antiparasitarios y plaguicidas, existe la necesidad de un enfoque integral y una mejor comprensión de la resistencia y sus mecanismos ⁽²³⁾.

La Bioseguridad involucra todas las medidas que deben ser implementadas para evitar en la unidad de producción pecuaria las enfermedades ocasionadas por virus, bacterias, hongos, protozoos, parásitos, y la transmisión de éstas por los seres humanos, insectos, roedores, aves y otros animales silvestres dentro de una unidad de producción y de ésta a las granjas vecinas ⁽²⁴⁾. El éxito de una empresa pecuaria, se fundamenta en la Bioseguridad, ya que su adecuada implementación equivale al

aumento de la productividad y consecuentemente amplía el margen de utilidad de la empresa ^(18, 26).

La Bioseguridad se define como la aplicación de normas y procedimientos de manejo diseñados para prevenir la entrada, transmisión y salida de agentes patógenos, causales de enfermedades infecciosas, que puedan afectar la sanidad en las explotaciones pecuarias ^(20, 26).

En los años 60's y 70's el concepto precursor de la Bioseguridad se limitaba a tener la granja cerrada, que el personal interno y visitantes cambiaran de overol y botas antes de ingresar a las instalaciones, sin embargo se permitía la entrada de vehículos sin establecer controles, aunque el veterinario y transportistas hubiesen visitado otras granjas previamente, constituyendo un riesgo inmediato para la salud del hato y del personal, en el caso de zoonosis ⁽²⁷⁾.

El incremento en el tamaño de las granjas y su productividad, la necesidad de mantener hatos libres de enfermedades, garantizar que los productos y subproductos de origen animal sean inocuos, que la producción y comercialización cumpla con estándares internacionales y que no afecte el entorno desde el punto de vista ecológico, dieron las pautas progresivas para que se implementaran las actuales medidas necesarias y coordinadas para prevenir, controlar o erradicar las enfermedades que afectan a la producción pecuaria.

Para el año 2007, el VIII Censo agrícola, ganadero y forestal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuantificó la existencia de las siguientes unidades productivas en el país ⁽²⁸⁾:

- Porcicultura: 979,000
- Avicultura: 532,000
- Bovinos: 1,561,271

La tecnificación en mayor o menor escala, finalmente involucra medidas de Bioseguridad a implementar.

Como antecedentes de esta evolución se encuentra el “Acuerdo por el que se amplía en el territorio nacional el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal, con objeto de diagnosticar, prevenir, controlar y erradicar la fiebre porcina clásica”, en este acuerdo se mencionan las prácticas de Bioseguridad, limpieza, desinfección, esterilización, uso de desinfectantes en granjas, locales y transportes, para evitar la transmisión del virus de la Fiebre Porcina Clásica ⁽²⁹⁾.

De esta forma queda configurado un marco jurídico de la Bioseguridad en las explotaciones porcinas de México.

Para el caso de la avicultura, la NOM-005-ZOO-1993 “Campaña Nacional contra la Salmonelosis Aviar”, menciona la necesidad de prevenir, controlar y erradicar enfermedades y plagas para el fomento de la producción sin definir un esquema de Bioseguridad ⁽³⁰⁾, pero de manera muy explícita en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Influenza Aviar, publicada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 30 de enero de 2006, la Bioseguridad es una exigencia normativa ya que hace referencia en su numeral 8.8 a las medidas mínimas de Bioseguridad en las explotaciones pecuarias citando ⁽³¹⁾:

... “8.8. Las medidas mínimas de Bioseguridad con las que deben contar las granjas avícolas para la obtención de una constancia de parvada y granja libre de IA, así como para el cambio de situación sanitaria hacia la fase de erradicación y libre, son las siguientes:

a) Contar con programas continuos de educación sanitaria a los trabajadores de las granjas avícolas para la correcta aplicación de las medidas de Bioseguridad en las granjas e incluir la prohibición de mantener aves de traspatio en sus casas.

b) Prohibir la entrada de personas ajenas a las granjas, sin autorización expresa del propietario, lo cual debe ser indicado mediante letreros alrededor de las mismas.

c) Todas las granjas avícolas, sin excepción, deben contar con un cerco perimetral con puerta que delimite y controle el acceso a la misma.

d) Contar con un sistema de desinfección de vehículos. Preferentemente con arco de desinfección y vado o bien con una bomba de aspersión a alta presión y vado.

e) Uso obligatorio de un módulo sanitario dividido en tres áreas, que cuente con los servicios de regaderas y que permita el cambio de ropa y calzado de calle del personal de la granja o de visitas. Para poder ingresar a las instalaciones de la granja toda persona debe despojarse de la ropa y calzado de calle (en área sucia), bañarse (área gris) y utilizar ropa y calzado exclusivo de la granja (área limpia).

f) Instalación de mallas que impidan el acceso de aves silvestres al interior de las casetas.

g) En ningún caso, se debe reutilizar la cama.

h) La movilización de pollinaza y gallinaza debe realizarse en vehículos cubiertos o encostalada.

i) Contar con un programa de control de fauna nociva.

j) La mortalidad debe ser incinerada o enterrada o procesada mediante composta. También puede enviarse en vehículos cerrados a una planta de rendimiento.

k) Antes de la repoblación de las granjas, el médico veterinario responsable debe supervisar y constatar las actividades de limpieza, lavado y desinfección de instalaciones y equipo.

l) Para la comercialización de huevo para plato y pollitos de un día de edad, se deben usar cajas y separadores de cartón nuevo; en el caso de huevo fértil y pollitos de un día de edad también se pueden utilizar cajas y separadores de plástico previamente lavados y desinfectados.

m) En el uso de desinfectantes se deben cumplir las indicaciones exactas de dosificación y forma de aplicación de la empresa productora de los mismos.

n) En el caso de un riesgo sanitario, la Secretaría podrá solicitar requisitos adicionales de Bioseguridad que fortalezcan las actividades de prevención, control o erradicación, según sea el caso ⁽³¹⁾”.

Los incisos **i)** y **n)** claramente definen la trascendencia de la Bioseguridad y son concordantes con lineamientos internacionales de la FAO y la “Organization for Animal Health” (OIE) y se relaciona, normativamente, el Control de Fauna Nociva. La Guía de Buenas Prácticas Ganaderas, publicada por la FAO y la OIE, enuncia en el punto 5.2 Gestión de peligros biológicos “aplicar las medidas oportunas de control de plagas que podrán incluir la instalación de barreras o la utilización de métodos de lucha contra las plagas” y en el cuadro de “Peligros y de Puntos Pertinentes de Control”, relaciona a insectos y parásitos vectores con la transmisión de agentes patógenos y contaminantes ⁽³²⁾.

La NOM-005-ZOO-1993, debido a las mejoras regulatorias, evolucionó a una nueva figura normativa: el “Acuerdo por el que se da a conocer la campaña y las medidas zoonitarias que deberán aplicarse para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de la Influenza Aviar Notificable, en las zonas del territorio de los Estados Unidos Mexicanos en las que se encuentre presente esa enfermedad”, este acuerdo si considera las buenas prácticas de producción pecuaria como parte de las medidas de Bioseguridad ⁽³³⁾.

Para reconocer el estatus zoonitario en erradicación, en el artículo 14 la fracción XII cita: “Cumplir con las medidas mínimas de bioseguridad y buenas prácticas pecuarias en el 100% de las Unidades de Producción Tecnificadas, establecidas en los artículos 43 y 44, del presente Acuerdo” ⁽³³⁾.

De manera textual los artículos 43 y 44 de este acuerdo indican:

“Artículo 43. Las medidas de bioseguridad y buenas prácticas de producción pecuaria, son disposiciones y acciones zoonitarias indispensables, orientadas a minimizar el riesgo de introducción, transmisión o difusión del virus de la Influenza Aviar Notificable, así como garantizar la trazabilidad de todas las acciones realizadas en una Unidad de Producción Tecnificada ⁽³³⁾”.

“Artículo 44. Las medidas mínimas de bioseguridad y buenas prácticas de producción pecuarias que los sujetos obligados a que se refiere el artículo Tercero del presente Acuerdo que deberán aplicar en las unidades de producción avícola para la obtención del reconocimiento de compartimento libre de la Influenza Aviar Notificable, así como para el cambio de situación sanitaria hacia la zona de erradicación y libre, son las siguientes⁽³³⁾ ...

Dentro de las medidas mínimas son relevantes al tema los incisos del Artículo 44:

“ i) Las bodegas y silos de alimento, deberán tener un sistema cerrado que no permita la introducción de plagas

p) Contar con un programa activo de control de fauna nociva utilizando productos y técnicas autorizadas y actualizadas⁽³³⁾ .

Sin embargo, a pesar de la trascendencia del Control de fauna nociva, en las publicaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad, y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), tales como el “Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas”, se hace pobre alusión al tema y no precisa los mecanismos para establecer un Manejo Integrado de Plagas⁽³⁴⁾. Por otra parte, el “Manual de Buenas Prácticas de Producción en la Engorda de Ganado Bovino en Confinamiento” de manera concreta cita que el programa de Control de fauna nociva debe establecerse por una empresa especializada y utilizar productos registrados ante la SAGARPA⁽³⁵⁾, ocasionando una ambigüedad regulatoria, ya que la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) es la entidad que regula los plaguicidas utilizados para el control de la fauna nociva o plagas, por lo cual expide las autorizaciones sanitarias o registros sanitarios de los plaguicidas y una empresa especializada en el control de la fauna nociva o plagas debería contar con licencia sanitaria otorgada por la COFEPRIS⁽³⁶⁾.

La SAGARPA no expide los registros sanitarios para los plaguicidas ni otorga las licencias sanitarias a empresas de control de plagas, por ser competencia de la COFEPRIS⁽³⁶⁾.

En la página de Internet de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) se ha publicado un cuadro que resume las medidas de Bioseguridad en las granjas avícolas, citando dentro de los primeros rubros el Control de fauna nociva (figura 3).

El Control de fauna nociva o en un concepto más técnico el denominado Manejo Integrado de Plagas, es una de las herramientas importantes de la Bioseguridad en las explotaciones pecuarias.

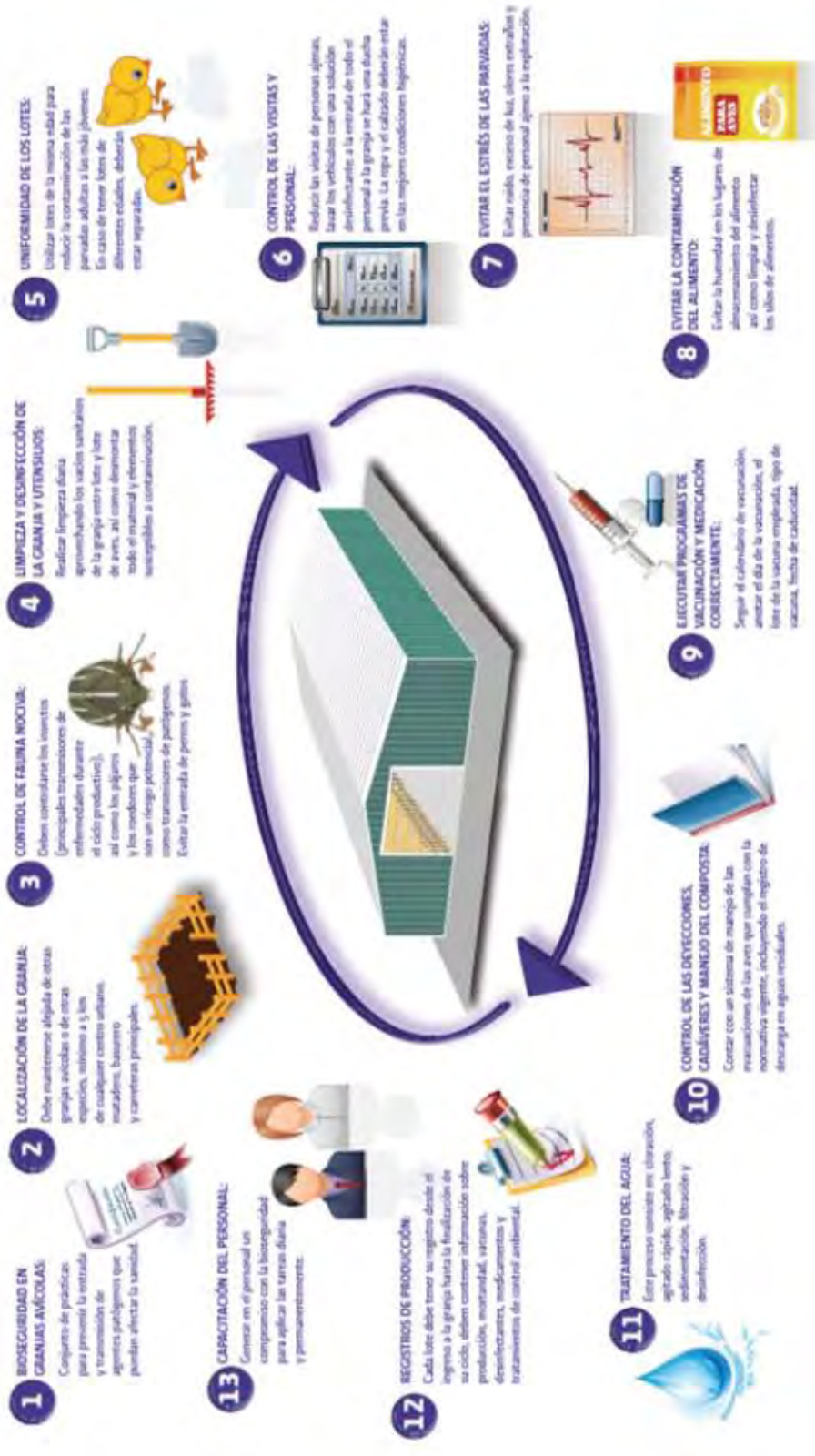


Figura 3. Bioseguridad en Granjas Avícolas (Fuente: SENASICA) ⁽³⁷⁾

Fauna Nociva, Plagas, Plaguicidas.

Manejo integrado de plagas.

Para poder comprender que es el Control de la fauna nociva es necesario definir algunos términos:

Fauna nociva son las especies animales, silvestres o domésticas, que pueden ser reservorios o bien transmisores de agentes causales de enfermedades ^(37, 38), es decir, que son capaces de ocasionar daños a la salud humana y animal como transmisores de enfermedades o destruyendo bienes personales (alimentos, instalaciones, equipos), haciéndoles perder su eficacia, presentación, su valor u originando también daños materiales en las instalaciones.

En un concepto técnico más amplio la Fauna Nociva son plagas.

Etimológicamente **plaga** es un vocablo español que deriva de la palabra latina *plaga–llaga*, herida, desgracia, que se originó, a su vez, en la raíz indoeuropea *plag-* golpear ⁽³⁹⁾.

Plaga es la aparición masiva y repentina de seres vivos de una misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales ⁽³⁹⁾. Ampliando el concepto, plaga es cualquier especie biológica que fuera de su hábitat y control natural causa daños a la salud humana, animal o vegetal y causa pérdidas económicas y estructurales en las instalaciones.

Las plagas se caracterizan por tener gran capacidad de adaptación al medio y gran potencial reproductivo. Los procesos evolutivos de las especies juegan un papel importante para esta capacidad de adaptación.

Las plagas son organismos objeto de control y para ello se utilizan plaguicidas dentro de la estrategia de control. Un **plaguicida** es “cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destinan a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores de enfermedades humanas y de animales, así como las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal, por

ejemplo, las que causan daño durante el almacenamiento o transporte de los alimentos u otros bienes materiales, así como las que interfieran con el bienestar del hombre y de los animales. Se incluyen en esta definición las sustancias defoliantes, las desecantes y los coadyuvantes.”, está es la definición planteada por la Secretaría de Salud en la Ley General de Salud, Artículo 278 Fracción I y en la NOM-046-SSA1-1993^(40, 41).

El control de la Fauna Nociva de acuerdo con estándares mundiales, no solo implica “matar moscas y ratas” en una granja, es un manejo preventivo dentro del sistema de Bioseguridad, que precisa de un análisis de riesgos que permita la oportuna detección y corrección de todo aquel factor que facilita el ingreso de la fauna nociva y la transmisión de enfermedades, por lo cual suele ser parte de un Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points)⁽⁴²⁾.

El **Manejo Integrado de Plagas** (MIP o IPM, siglas en inglés) forma parte de las Buenas Prácticas de Manufactura o Producción (BPM) de cualquier sistema productivo o industrial, siendo éstas un prerrequisito de HACCP⁽⁴²⁾.

El MIP una estrategia y se basa en la conjugación de métodos complementarios de tipo físico, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas, con la finalidad de reducir o eliminar el uso de plaguicidas y minimizar el impacto al humano, los bienes y recursos al medio ambiente⁽⁴³⁾.

El origen del Manejo Integrado de Plagas (MIP) data desde finales de años 60’s, derivado de la búsqueda de estrategias alternas al simple uso de los plaguicidas y motivado por la publicación en 1962 de Rachel Carson “*Silent Spring*”, disparador del movimiento ambientalista, que impulsó a las autoridades y comunidad científica de los Estados Unidos de América a desarrollar alternativas y realizar un escrutinio técnico más severo para el registro de los plaguicidas⁽⁴³⁾.

En los 70’s se realizó el primer *symposium* sobre MIP en The North Carolina State University, dando lugar a la fundación de The National Science Foundation Center for Integrated Pest Management (CIPM) con recursos de la Fundación Rockefeller y bajo

auspicio de United States Department of Agriculture/ Cooperative State Research Service (USDA/CSRS).

Entre los años 70's y 80's, surgen proyectos de investigación de gran trascendencia para el MIP: los denominados "Huffaker Project" y "Atkinson Project", en honor a los científicos Carl Huffaker (University of California Berkeley) y Perry Atkinson (Texas A&M). Perry Adkisson y Ray F. Smith (University of California Berkeley), que recibieron el premio World Food Prize en 1997 por su trabajo de difusión y de liderazgo en difundir el MIP ⁽⁴⁴⁾.

El termino en inglés Integrated Pest Management ó IPM (MIP), fue aceptado por la comunidad científica de los Estados Unidos y se convirtió en política nacional en febrero de 1972, cuando el presidente Richard Nixon ordenó a las agencias federales que dictaran las pautas y aplicación del concepto de IPM (MIP) en todos los sectores significativos. En 1979 el presidente Jimmy Carter estableció un comité coordinador de agencias de MIP (IPM Coordinating Committee) con la función de asegurar el desarrollo e implementación de las prácticas de MIP ⁽⁴⁵⁾.

Definiciones sobre Manejo Integrado de Plagas (MIP).

La FAO define MIP como "un cuidadoso análisis de todas las técnicas de control de plagas disponibles y la subsecuente integración de medidas apropiadas que dificulten el desarrollo de las poblaciones de plagas, manteniendo los plaguicidas y otras intervenciones para los niveles que sean económicamente justificables y reducir o minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El MIP enfatiza el sano crecimiento de los cultivos con el mínimo impacto posible en los ecosistemas agrícolas y naturales, alentando el uso de mecanismos naturales para el control de plagas" ⁽⁴⁶⁾.

Existen 67 definiciones de MIP compiladas en Compendium of IPM Definitions (CID), que abordan el concepto desde diversos ángulos: el control estratégico de las plagas, de las poblaciones, aspectos económicos, ambientales, sociales, optimización de recursos, entre otros ⁽⁴⁷⁾. De manera muy específica en relación al Control Integrado de

Vectores (IVC), la OMS define el concepto como la utilización de todas las medidas tecnológicas y técnicas de gestión para lograr un grado efectivo de supresión del vector de una manera costo-efectiva ^(48,49).

MIP es en el sentido más amplio, es el proceso de toma de decisiones científicas, que identifica y reduce los riesgos de las plagas y las estrategias relacionadas con la lucha contra las mismas. Además, coordina el uso de la biología de las plagas, la información sobre el medio ambiente y la tecnología disponible para evitar niveles inaceptables de daños causados por las plagas mediante el medio más económico, al tiempo que plantean el menor riesgo posible para las personas, los bienes, recursos y el medio ambiente ⁽⁵⁰⁾.

MIP, finalmente, es un método eficaz, que no daña al medio ambiente, que se basa en una combinación de prácticas motivadas por el sentido común. Los programas de MIP utilizan información actual y completa sobre los ciclos de vida de las plagas y sus interacciones con el medio ambiente. Esta información, combinada con los métodos de control de plagas disponibles, se utiliza para manejar el daño por plagas de la manera más económica y con el menor riesgo posible para las personas, la propiedad y el medio ambiente ⁽⁵¹⁾.

Además de las definiciones citadas, el Dr. Theodore Granovsky, reconocido entomólogo, investigador y profesor de Texas A & M University, organizó el MIP en 12 pasos, a manera de componentes de un rompecabezas (figura 4), si se omite alguno de ellos, implica la deficiente implementación de un programa de manejo integrado de plagas ⁽⁵²⁾. A continuación se detallan los pasos del MIP adaptando los conceptos del investigador citado.



Figura 4. IPM Puzzle de Theodore Granovsky ⁽⁵¹⁾.

Los 12 pasos del Manejo Integrado de Plagas

1. Educación del personal a cargo de implementar el MIP y del cliente y su personal, es básico para coadyuvar al éxito del programa. El alto grado de capacitación del profesional en relación a las plagas y la actualización continua en los nuevos alcances tecnológicos y normativos del MIP constituyen el diferencial en competitividad de su empresa y garantizan a sus clientes éxito productivo y comercial.

En México, con base en los Artículos 198 y 373 de la Ley General de Salud, una empresa de control de plagas debe tramitar su licencia sanitaria ante la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) ⁽⁵³⁾ a nivel federal y/o a nivel de representación estatal, debiendo presentar un examen sobre conocimientos técnicos y normativos de plagas y plaguicidas ⁽⁵⁴⁾ ; sin embargo, en el área pecuaria es muy común que los ganaderos o los Médicos Veterinarios a cargo de la unidad de producción, realicen el control de fauna nociva o plagas sin tener la licencia sanitaria ni la capacitación adecuada; pero la COFEPRIS solo tramita para el

control de plagas urbanas este tipo de licencias mediante el formato COFEPRIS-05-044-A solicitud de modificación a la licencia sanitaria para establecimiento de plaguicidas, nutrientes vegetales y sustancias, Modalidad A.- para servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas o el formato que proceda a nivel estatal ⁽⁵⁵⁾.

Existen vacíos jurídicos y ambigüedades en cuanto a la regulación de quién aplica los plaguicidas en la unidades de producción pecuaria y en la industria alimentaria que procesa los alimentos para animales. SENASICA cita textual en la publicación “Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la elaboración de productos alimenticios para consumo animal”: ...“En caso de contratar los servicios de una empresa, se debe contar con un certificado o constancia del servicio proporcionado por la misma. En ambos casos debe constar el número de licencia sanitaria expedida por la autoridad correspondiente” ⁽⁵⁶⁾ ...

Por otra parte, dentro del Reglamento Interno de SENASICA no existe de manera tácita ninguna mención sobre la expedición de licencia sanitaria para la aplicación de plaguicidas de uso pecuario ⁽⁵⁷⁾.

2. Inspección e identificación de la (s) plagas(s). Es preciso contar con conocimiento sobre taxonomía, biología y hábitos de plagas.

3. Exclusión de las plagas: mantener las plagas fuera de las instalaciones mediante la combinación de factores como el flujo de aire dentro de las instalaciones, sistemas de iluminación, guardapolvos y protecciones de puertas.

4. Cooperación y comunicación con el cliente y su personal, como coadyuvante en la identificación de áreas con infestación de plagas y en la eliminación oportuna de factores predisponentes para la diseminación de plagas en las instalaciones o transportes.

5. Trampeo y monitoreo: la captura de las plagas proporciona información valiosa para la identificación y monitoreo subsecuente del programa implementado y base de la justificación del uso de plaguicidas.

6. Sanidad: la modificación del hábitat reduciendo la “triada de la vida”, es decir la oportunidad de acceso al alimento, agua y refugio, causa un severo estrés a las poblaciones plaga.

7. Control mecánico: todo aquello relativo a las reparaciones estructurales que pueden permitir el ingreso y alojamiento de plagas o al diseño previo de instalaciones contra plagas.

8. Control físico: el conocimiento sobre la biología y comportamiento de las plagas permite recomendar en un programa MIP el uso de avances tecnológicos en los sistemas de iluminación interior y exterior, el manejo de humedad, temperatura, flujo de aire, para excluir a las plagas y el uso de gases inertes (CO₂).

9. Profesionalismo y alta calificación: la formación técnica, normativa y administrativa del profesional a cargo de un programa MIP garantiza el éxito del mismo.

10. Control químico y equipos: es uno de los elementos del MIP pero no la primera línea de defensa. El uso de plaguicidas debe ser racional, conjugando la ética profesional, la normatividad local y global, la eficacia probada de los productos y el conocimiento técnico de los plaguicidas, equipos y las técnicas de aplicación para la plaga específica.

11. Control de calidad: la evaluación objetiva del trabajo realizado no solo permite evaluar el programa implementado y corregir la dinámica del mismo, es un sello de garantía para obtener nuevos clientes satisfechos y evitar problemas legales.

12. Documentación: registro de toda actividad relativa al MIP implementado, así como los resultados y seguimiento del mismo. Es la base de la rastreabilidad, ayuda a documentar la incidencia y prevalencia de las enfermedades relacionadas con las plagas presentes en las instalaciones. MIP es parte del prerrequisito de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) de HACCP ⁽⁵²⁾.

Justificación sanitaria y económica del control de la fauna nociva.

La definición de plaga resume dos grandes impactos ocasionados por las plagas: los daños sanitarios, por la transmisión de agentes patógenos a humanos y animales y los daños económicos, por las pérdidas en los procesos de producción pecuaria y la destrucción de instalaciones.

El daño sanitario.

Los artrópodos y vertebrados que invaden las instalaciones pecuarias y que tienen adaptación sinantrópica, al vivir en cercanía al hombre ⁽⁵⁸⁾, potencialmente están involucrados en la transmisión de enfermedades causadas por agentes patógenos como virus, bacterias, rickettsias, hongos y parásitos, ya que algunos de estos organismos intervienen en la transmisión de patógenos e incluso contaminan acarreado sustancias inertes durante los procesos de producción de alimentos.

Es importante acotar que los vectores no transmiten enfermedades, transmiten agentes patógenos ⁽⁵⁹⁾, dependerá de factores intrínsecos y extrínsecos del huésped, es decir, de los factores determinantes de la susceptibilidad y la transmisión, para que se desarrollen las enfermedades y es por ello que el control de fauna nociva está integrado en un sistema de Bioseguridad ⁽⁶⁰⁾.

Vector se define como ser vivo que sirve de vehículo para la transmisión del agente patógeno causante de cierta enfermedad. Existen dos tipos de vectores o transmisores ⁽⁶⁰⁾.

Vector biológico: participa activamente en la transmisión, ya que constituye un elemento indispensable en el ciclo evolutivo de la enfermedad, por ejemplo mosquitos del género *Culex* en la transmisión del virus de la Viruela Aviar o el virus de la Encefalitis Equina Venezolana, el murciélago hematófago *Desmodus rotundus* como vector (transmisor) de la rabia parálitica bovina o *Rattus norvegicus* vector (transmisor) de la *Leptospira spp.*

Vector mecánico: participa de la transmisión pasiva y no participa en el ciclo evolutivo de la enfermedad, solo acarrea agentes patógenos ^(60, 61, 62).

En el cuadro 3, se ejemplifican algunos vectores biológicos y los patógenos causales de enfermedades de importancia en Salud Pública.

En algunos casos son enfermedades zoonóticas, como la Leishmaniasis, que involucra algunos mamíferos silvestres como reservorios (en México, el perro es un reservorio sospechoso) ⁽⁶³⁾ y el vector, un insecto, díptero, del género *Lutzomyia*, que ocasionalmente se alimenta de sangre de humanos transmitiendo la *Leishmania spp.*

EJEMPLOS DE ARTRÓPODOS TRANSMISORES		
TRANSMISORES	AGENTE ETIOLÓGICO	ENFERMEDAD
ACARIDA		
<i>Liponyssoides sanguineus</i>	<i>Rickettsia akari</i>	dermatitis por rickettsias
<i>Dermacentor</i> spp	<i>Rickettsia rickettsii</i>	fiebre manchada de las Montañas Rocosas
<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes pacificus</i>	<i>Borrelia burgdorferi</i>	enfermedad de Lyme
<i>Omithodoros</i> spp	<i>Borrelia recurrentis</i>	fiebre recurrente
varios spp	<i>Francisella tularensis</i>	tularemia
<i>Dermacentor andersoni</i>	CTF virus	fiebre del Colorado
<i>Hyalomma marginatum</i>	CCHF virus	fiebre hemorrágica
<i>Ixodes ricinus</i>	TBE virus	encefalitis
INSECTA		
<i>Pediculus humanus</i>	<i>Borrelia recurrentis</i>	fiebre recurrente epidémica
<i>Pediculus humanus</i>	<i>Rickettsia prowazekii</i>	tifo epidémico o exánтемático
<i>Aedes</i> spp (<i>A. aegypti</i>)	DEN virus	dengue
<i>A. aegypti</i>	YF virus	fiebre amarilla urbana
<i>Culex</i> y <i>Culiseta</i> spp	WEE virus	encefalitis equina
<i>Anopheles</i> spp	<i>Plasmodium</i> spp	malaria
<i>Cuticoides</i> spp	<i>Mansonella ozzardi</i>	
<i>Lutzomyia</i> spp	<i>Leishmania</i> spp	leishmaniosis
<i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> , & <i>Mansonia</i> spp.	<i>Brugia malayi</i>	filariosis por <i>Brugia malayi</i>
<i>Culex pipiens</i> , <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> spp	<i>Wuchereria bancrofti</i>	filariosis por <i>Wuchereria bancrofti</i>
<i>Simulium</i> spp	<i>Onchocerca volvulus</i>	onchocercosis
<i>Chrysops</i> spp	<i>Loa loa</i>	loasis
Triatominae spp	<i>Trypanosoma cruzi</i>	trypanosomosis americana
<i>Glossina</i> spp	<i>Trypanosoma brucei</i>	nagana
<i>Xenopsylla cheopis</i>	<i>Yersinia pestis</i>	peste bubónica
<i>Xenopsylla cheopis</i>	<i>Rickettsia typhi</i>	tifo murino o endémico

Cuadro 3. Vectores o transmisores biológicos de importancia en Salud Pública ⁽⁶¹⁾.

Los daños económicos.

Las pérdidas económicas pueden relacionarse directamente como en el caso del consumo y contaminación de alimentos por roedores:

- A nivel mundial se pierde el 20% de los alimentos por contaminación fecal, orina y pelo de roedores y el consumo directo de estos ⁽⁶⁴⁾.
- FAO/ ONU: pérdidas de 33 millones de ton/año alimentos ⁽⁶⁵⁾.

Se estima que el daño anual en dólares por roedores es de \$12 por rata al año, integrados por \$2.00 por consumo de alimento, \$4.00 por daños y \$6.00 por contaminación de alimentos ⁽⁶⁶⁾, sin embargo United States Department of Agriculture (USDA) estima un costo de \$25 dolares anual por rata en granjas derivado de consumo de alimento, daño a equipos e instalaciones ⁽⁶⁷⁾.

- En México existen estimaciones históricas de daños a la producción pecuaria entre el 20% al 30%. Tan solo en el Estado de México, en tres unidades de producción en la misma región, dos de giro lechero y una porcícola, se encontraron pérdidas anuales debidas a merma de alimento por aproximadamente \$447 mil pesos para las unidades lecheras y de \$239 mil pesos para la unidad porcícola, ocasionadas por infestaciones de roedores *Rattus norvegicus* y *Mus musculus* ⁽⁶⁸⁾.
- Daños a las instalaciones: estimaciones de los Estados Unidos de América indican que el 25% de los incendios clasificados como indeterminados, están relacionados directamente con ratas, ya que éstas roen los cables eléctricos y telefónicos ⁽⁶⁸⁾.
- En los Estados Unidos de América, estimaciones estadísticas históricas para 1991, indican un valor del mercado total de control de roedores en 745 millones

de dólares ⁽⁶⁹⁾, mientras que el mercado Mexicano de roenticidas pecuarios, apenas supera 1 millón de dólares al 2011 (comunicación personal Biol. Sergio González –Bayer), debido a los pobres programas de Manejo Integrado de Roedores implementados en las unidades de producción pecuaria, la industria láctea y de cárnicos. En una granja promedio tecnificada, como la de los grupos integrados, la probabilidad de existir una población de 20,000 ratas en instalaciones es alta (comunicación personal Dra. Beatriz Villa Cornejo).

Otro ejemplo de daños cuantificables directos por fauna nociva es la rabia paralítica bovina (RPB) causada principalmente por el transmisor del virus rábico *Desmodus rotundus*.

La distribución de *D. rotundus* comprende un área que se extiende desde México hasta la parte central de Argentina. Se ha estimado que la mortalidad anual en Latinoamérica es cercana a las 50,000 cabezas de ganado, lo que sumado a las pérdidas indirectas de carne y leche y la devaluación de pieles por mordeduras de vampiros implicaría pérdida anual superior a US\$ 44 millones, pudiendo existir “subnotificación” de casos⁽⁷⁰⁾. La mortalidad en RPB es 100%. A esto hay que añadir los costos del programa estatal y federal para la promoción de campañas de prevención y control, los productos farmacológicos y costos para el diagnóstico y vigilancia epidemiológica del “derriengue” o rabia paralítica bovina en México, comparado con el manejo integrado de murciélagos, que es un concepto virgen en nuestro país.

Sin embargo, los daños más grandes asociados a pobres programas de control de fauna nociva en unidades de producción pecuaria y la industria alimentaria son las zoonosis. En el caso de la Salmonelosis, tanto artrópodos como las moscas y las cucarachas como los vertebrados, principalmente los roedores, forman parte de la transmisión de este patógeno al constituir vectores mecánicos ⁽⁷¹⁾.

Salmonella serotipo Enteritidis, está asociada al consumo de huevo contaminado, es causa de severos daños sanitarios y económicos. Para el año 2011 la Centers for

Disease Control and Prevention (CDC) reportó 1,027,561 enfermos, 8,463 hospitalizados y 378 defunciones ⁽⁷²⁾.

Tan solo en durante el brote de Salmonelosis en 2010 en los Estados Unidos de América, la compañía Wright County Egg de Galt, Iowa, retiró 380 millones de huevos contaminados de Arizona y California, estados fronterizos con México...“El brote pudo haberse evitado”..., citó Sherri McGarry funcionaria de la Dirección de Medicinas y Alimentos de Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA), ya que en julio de 2010 existían nuevas normas de bioseguridad para los grandes productores de huevo, que incluían el control de roedores en las granjas ⁽⁷³⁾ (figuras 5 y 6).



Figura 5. La Salmonelosis ha enfermado a unas 2,000 personas y podría generar pérdidas millonarias para la industria avícola en Estados Unidos (EFE) ⁽⁷⁴⁾.



Figura 6. Ratas: pérdidas económicas por daño directo y contaminación ⁽⁷⁵⁾.

En Dinamarca, el costo anual de la Salmonelosis en humanos es de casi 15.5 millones de dólares mientras que el costo del programa de control de *Salmonella* en la producción de animales destinados al consumo humano es de 14.1 millones de dólares; sin embargo, se considera redituable en la medida en que se estima una reducción de 25.5 millones de dólares por concepto de las pérdidas ocasionadas por incumplimiento laboral y tratamientos médicos ⁽⁷⁶⁾. Los datos relacionados con el costo de las enfermedades transmitidas por alimentos, por lo general no son calculadas ni publicadas en los países en desarrollo como sucede en Estados Unidos de América (cuadro 4) ⁽⁷⁷⁾.

ERS cost estimate: *Salmonella*, from all sources, 2010 dollars

Cost component	Didn't visit physician; survived Change per case costs for Severity 1	Visited physician; survived Change per case costs for Severity 2	Hospitalized; survived Change per case costs for Severity 3	Visited physician / hospitalized; died Change per case costs for Severity 4	Total
Number of cases (Change number of cases)	1,224,547	157,738	14,487	415	1,397,187
All illness	<i>dollars</i>				
Medical:	0	63,426,608	176,196,471	4,573,250	244,196,329
Medications	0	0	0	0	0
Office visits	0	28,076,733	1,289,314	52,763	29,418,810
Emergency room	0	7,944,159	2,188,826	62,702	10,195,687
Outpatient visit	0	27,405,716	1,578,000	48,069	29,131,784
Hospitalization	0	0	171,040,331	4,409,717	175,450,047
Productivity, nonfatal	64,911,277	27,794,160	6,900,162	243,559	99,849,157
Disutility, nonfatal	0	0	0	0	0
Premature death	0	0	0	2,364,246,559	2,364,246,559
ERS total cost, 2010	64,911,277	91,220,767	183,096,633	2,369,063,368	2,708,292,046
ERS average cost per case, 2010	53	578	12,639	5,708,586	1,938

Cuadro 4. Economic Research Service: Salmonelosis. Costos estimados en los Estados Unidos de América en 2010. USDA. ⁽⁷⁷⁾

En México, el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) reporta los casos de Fiebre Tifoidea producida por *Salmonella typhi* (A01.1): 12,056 casos en 2012 ⁽⁷⁸⁾; sin embargo existe “subnotificación” de casos o con frecuencia el médico hace un diagnóstico basándose en el cuadro clínico del paciente, pero sin contar con los estudios microbiológicos necesarios para establecer un diagnóstico certero. La mosca doméstica (*Musca domestica*) y las cucarachas son vectores mecánicos de este tipo de patógenos ⁽⁷⁹⁾.

La falta de un sistema de vigilancia con comunicación entre epidemiólogos, clínicos y el sector veterinario, así como la falta de infraestructura necesaria, impide que países en desarrollo identifiquen las principales serovariedades de *Salmonella* ⁽⁸⁰⁾ y si a esto se añade la aparición de la *S. typhimurium* DT 104⁽⁸¹⁾, serovariedad multiresistente a antibióticos, incluyendo las fluoroquinolonas, resulta importante considerar e invertir en todos aquellos mecanismos que limiten la transmisión de este patógeno. El Manejo Integrado de la Fauna Nociva o Manejo Integrado de Plagas es parte de estas inversiones para coadyuvar a la preservación de la Salud Pública y la Salud Animal.

Capítulo II

Marco normativo: Síntesis jurídica.

El registro sanitario para plaguicidas en México.

La base jurídica para el registro de los plaguicidas en nuestro México es la Ley General de Salud (LGS), Título Décimo Sexto, Capítulo I, Autorizaciones y Certificaciones, Artículos 194, 204, 368, 376 y 378, que en resumen expresan: todos los plaguicidas requieren registro sanitario, esta autorización sanitaria solo podrá ser otorgada por la Secretaría de Salud, con vigencia de 5 años y está sujeta a revisión por la autoridad competente ^(53, 82).

La autoridad competente para la expedición de los registros sanitarios para plaguicidas es la COFEPRIS, con base en “Decreto de Creación de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)” publicado en el DOF del 5 de julio del 2001. Es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Salud, con autonomía técnica, administrativa y operativa, responsable del ejercicio de las atribuciones en materia de regulación, control y fomento sanitarios en los términos de la Ley General de Salud y demás disposiciones aplicables. Anterior a la COFEPRIS, la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), mediante el decreto publicado el DOF 15 de octubre de 1987) era la encargada de expedir los certificados de registro sanitario para plaguicidas ^(83, 84).

Con base en lo anterior, no existe el término “registro en trámite” para la comercialización de plaguicidas, ya que la LGS Título Décimo Segundo, Capítulo I, Control sanitario de productos y servicios y de su importación y exportación, Artículo 204, indica explícitamente que los plaguicidas deberán contar con autorización sanitaria para su venta o suministro ⁽⁵³⁾.

La comercialización, almacenamiento y aplicación de plaguicidas sin autorización o registro sanitario constituye desde una sanción administrativa con base en el Artículo 420 de la LGS con multa por seis a doce mil veces el salario mínimo vigente para violación a los Artículos 204 y 376 hasta un delito de carácter federal, relativo a la

violación del Artículo 456 de la LGS, con penalidad de 1 a 8 años de prisión ⁽⁵³⁾, por lo cual es importante que el Médico Veterinario y Zootecnista responsable del control de fauna nociva, manejo integrado de plagas (MIP) y/o de la supervisión en las unidades de producción pecuaria, se cerciore de que los insumos plaguicidas tengan el registro vigente en México y se actualice en lo relativo a la normatividad nacional e internacional aplicable al uso y manejo de los plaguicidas.

Lo anterior es posible constatarlo de dos formas:

- a) Verificando el número de registro y su vigencia en el portal web de la Secretaría de Salud, en la página de la COFEPRIS, en la liga siguiente (figuras 7 y 8) ⁽⁸⁵⁾ :
<http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>
- b) Solicitando copia simple del registro o autorización sanitaria expedida por la Secretaría de Salud. (figura 9 a y 9 b).

El registro sanitario inicia con las siglas RSCO o con las siglas RACO, con base en el “Acuerdo por el que se da a conocer el Instructivo para el procedimiento uniforme e integral al que se sujetarán las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Desarrollo Urbano y Ecología y de Salud, en la resolución de solicitudes de registro para el otorgamiento de autorizaciones en sus modalidades de licencias, permisos y registros para plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas”, publicado en el DOF del 7 de Diciembre 1988 ⁽⁸⁶⁾, que indica:

...”I.- La abreviatura: RACO o RSCO; según corresponda; RACO para registro agropecuario o forestal coordinado y RSCO para registro sanitario coordinado” ⁽⁸⁶⁾...

La Secretaría de Salud regula actualmente lo relativo a los plaguicidas a través de la COFEPRIS para efectos de:

- Registro
- Importación y exportación
- Autorización para formulación de productos plaguicidas (licencia sanitaria)
- Aviso de funcionamiento de empresas comercializadoras de plaguicidas

- Licencia sanitaria para personas físicas o morales que aplican plaguicidas.
- Autorización para publicidad de plaguicidas ⁽⁸⁷⁾.



Figura 7. Portal de la página de la COFEPRIS para la Consulta de registros sanitarios de plaguicidas ⁽⁸⁵⁾.

Cat Toxicológica	Empresa	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Registro	Vigencia
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. AGITA 1% / NIX MOSQUICIDA		THIAMETOXAM	RSCO-URB-INAC-102U-301-314-01	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ALFADEX POLVO		CIPERMETRINA	RSCO-PEC-INAC-0111-322-002-021	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ALFADEX POLVO		CIPERMETRINA	RSCO-URB-INAC-111-302-002-21	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. LANIRAT		BROMADIOLONA	RSCO-DOM-RODE-511-341-004-0.005	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. LANIRAT BLOCK / LANIRAT PELLET / LANIRAT MINIBLOCK / LANIRAT SNACK		BROMADIOLONA	RSCO-PEC-RODE-0507-309-033-0.005	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ZODIAC FLEA DROPS / NEOCIDOL-PO		DIAZINON	RSCO-PEC-INAC-0120-400-060-030	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ZODIAC FLEA DROPS / NEOCIDOL-PO		DIAZINON	RSCO-PEC-INAC-0120-398-060-015	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ZODIAC COLLAR / NEOCIDOL-C		DIAZINON	RSCO-PEC-INAC-0120-402-081-015	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. ALTOSID 1.3 G		METOPRENE	RSCO-URB-INAC-171-304-005-13	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. AGITA 10 WG		THIAMETOXAM	RSCO-PEC-INAC-0102U-307-032-010	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. AGITA 10 WG		THIAMETOXAM	RSCO-DOM-INAC-102U-305-032-10	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. AGITA 10 WG		THIAMETOXAM	RSCO-URB-INAC-102U-303-032-10	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. DRASTIC		AMITRAZ	RSCO-PEC-INAC-0179-335-009-013	INDETERMINADA
IV	NOVARTIS SALUD ANIMAL, S.A. DE C.V. DIACAP		DIAZINON	RSCO-URB-INAC-120-418-300-25	INDETERMINADA

Figura 8. Consulta realizada para la verificación de los registros vigentes de una empresa fabricante de plaguicidas de uso pecuario ⁽⁸⁵⁾.

Para que un plaguicida sea registrado en México o conserve su registro, debe cumplir con los lineamientos establecidos en el Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos, publicado en el Diario oficial de la Federación (DOF) el día 28 de diciembre de 2004 ⁽⁸⁸⁾.

Existe una transición en la implementación de este reglamento debido a las reformas realizadas al mismo y las que aún están en cabildeo por parte de la industria de plaguicidas.

Actualmente coexisten certificados de registro para plaguicidas emitidos por COFEPRIS con vigencia limitada a 5 años, de acuerdo al Artículo 376 de la LGS y los que fueron expedidos con anterioridad por CICOPLAFEST con vigencia indeterminada, jurídicamente válidos hasta que la autoridad comunique lo contrario⁽⁵³⁾.



**ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARIA DE SALUD
COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS
COMISION DE AUTORIZACION SANITARIA**

**REGISTRO SANITARIO DE PLAGUICIDAS No.
RSCD-REC-RODE-901-323-323-0.005**

000728, 000728

El presente registro con fundamento en la estadística por los artículos 4 párrafo tercero, 5, 14 y 30 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 59 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 20 fracción 3 de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo; 1 fracción XXIX, 4 fracción 21, 17 del fracción IV, 184 fracción III, 187, 188 fracción II, 204, 218 fracciones 1, 2, 219 fracciones 1, 2, 22 y 24, 285, 286, 271, 205 y 214 fra., 219 de la Ley Federal de Salud; 1, 2 fracción I, 3 fracción I, 4 fracción I, 5 fracción I, 6, 8, 10, 11, 12 fracciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud; 1, 2 fracción 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 del Reglamento en Materia de Registro, Autorización de Importación e Exportación y Certificados de Registro en Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Alimentos y Materias Plásticas y Plásticos publicados en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2004; 1, 2, fracción 1 (partes 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23) del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios; Acuerdo por el que se designan los Comités que se reúnen en los órganos colegiados que en el mismo orden de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, emitido el 7 de abril de 2013 en el Diario Oficial de la Federación, así como los relativos y aplicables del Acuerdo por el que se da a conocer el formato para la realización de las pruebas que realiza la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios en Materia de Registro, Autorización de Importación e Exportación y Certificados de Registro de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Alimentos Tóxicos e Ingredientes Tóxicos o Peligrosos publicado el 20 de enero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación y emitido en consideración la resolución que emite en relación a la documentación requerida con No. de salud: 12330041780210, 12330021940120 y la respuesta a la consulta que de información cuenta: 12330041780210/2012/00047524 el registro de producto que a continuación se describe:

Daniella Peral

Titular del Registro: **Karadano**

Domicilio: **XXXXXXXXXX**

RFC: **XXXXXXXXXX** No. de licencia o serie de funcionamiento: **XXXXXXXXXX**

CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

Nombre Comercial: **XXXXXXXXXX**

Nombre Común del ingrediente activo: **PROFENACOL**

Función: **RODENTICIDA** **Uso:** **RECIARO**

Presentación: **BLIQUE PASTILADO** **Categoría Toxicológica:** **4 PRECAUCIÓN**

Fabricante del ingrediente activo: **XXXXXXXXXX**

Formulador: **XXXXXXXXXX**

Regulador: **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

Presentación: **XXXXXXXXXX**

Fecha de expedición: 25/11/2013 **Fecha de vencimiento:** INCERTIDUMBRA

SUBSECRETARIA EJECUTIVA DE PLAGUICIDAS Y NUTRIENTES VEGETALES


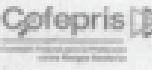
Maria Magdalena Romas López

M. en C. MARIA MAGDALENA ROMAS LOPEZ

CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR EL ARTICULO DICHO SE SUSCIBE DEL ACUERDO POR EL QUE SE DESIGNAN LAS FACULTADES QUE SE DESIGNAN EN LOS ORGANOS ADMINISTRATIVOS QUE EN EL REGIMEN DE FUNCION DE LA COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 7 DE ABRIL DE 2013.

Este documento es de carácter confidencial, reservado o restringido.
REGISTRACION (230041780210) / C.F. - P. 1/14

Figura 9 a. Certificado de registro sanitario expedido por la COFEPRIS. Vista frontal (imagen modificada por la autora).

SALUD  **Cofepris** 

133300C1000120

000728, 000729

Composición Percentual:
Ingredientes(k) Activo(s):


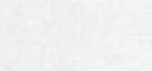
	CONTENIDO RANGOS DE VARIACIÓN AUTORIZADOS			Equivalente de Ingrediente Activo
	% en Peso/ % en volumen			
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
INDICACION 3-[(1R,2R,3R,4R)-3-(4'-bromofenil-4-[[1,2,3,4-tetrahidro-1-naftil]-4-ildio)metil]...	0.005	0.005	0.005	0.05 g/kg

Ingredientes(s) Inertes(s)
INGREDIENTES INERTES Y COLORANTES: 99.995%

Uso Autorizado:
 IDENTIFICADA DE USO EXCLUSIVO EN INSTALACIONES PECUARIAS.

OBSERVACIONES AL REGISTRO:

1. DE ACORDA AL PRESENTE REGISTRO, LA ETIQUETA DEL PRODUCTO, QUEBANDO EL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES DE ESTA SECRETARIA Y DE LA REGULACIONES QUEMITE APPLICAR SU ABSOLUTA RESPONSABILIDAD.
2. SE PODRA REVALIAR REPRODUCCION DE REGISTRO DEL PRODUCTO DE ACORDO A LAS DISPOSICIONES PUBLICADAS EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION.
3. ESTA AUTORIZACION PODRA SER REVOCADA SI SE VIOLA ALGUNA DE LAS CONDICIONES CITADAS Y CUALQUIER DISPOSICION LEGAL APLICABLE SIN PREJUDICIO DE LA ACCIONES QUE EN CASO CORRESPONDAN.
4. ESTE REGISTRO (SANTARO) ES UN CERTIFICADO DEL GOBIERNO MEXICANO DE EFICACIA Y SEGURIDAD, EL REQUISITO NECESARIO PARA NO SUJETARSE PARA SU COMERCIALIZACION, DE EXCELO SIN INTERFERIR CON DISPOSICIONES DE OTRAS DEPENDENCIAS.
5. SI PRODUCCION, EXPORTACION, ACONDICIONAMIENTO, VENTA O DISTRIBUCION AL PUBLICO, SERA DE ACORDO A LAS CONDICIONES EN QUE SE HAN APROBADO.

SECRETARÍA DE SALUD  **Cofepris** 

Este documento es el válido si presenta tachaduras, alteraciones o modificaciones.

045-13EAPF **COE 000729**

Figura 9 b. Certificado de registro sanitario expedido por la COFEPRIS. Vista posterior. (imagen modificada por la autora).

El Reglamento citado clasifica los plaguicidas formulados ⁽⁸⁸⁾, asignando las siglas de acuerdo a su uso (cuadro 5) ⁽⁸⁸⁾. La reforma realizada en 2012 a este reglamento, incluye una categoría más de uso: plaguicidas de uso en Salud Pública, para aquellos formulados que se utilizan en campañas sanitarias para el control de vectores, pero aún se encuentra en cabildeo esta inclusión ⁽⁸⁸⁾.

USO	SIGLAS	DEFINICION
PECUARIO	RSCO-PEC	Para el control de plagas que afectan a los animales, a excepción de aquellos productos administrados por vía oral o parenteral.
URBANO	RSCO-URB	Uso exclusivo en áreas urbanas, incluido el usado en predios baldíos y vías de ferrocarril.
DOMESTICO	RSCO-DOM	Aplicación directa en casas, edificaciones e instalaciones no industriales.
JARDINERIA	RSCO-JAR	Uso en áreas verdes no destinadas al cultivo de productos agrícolas o forestales.
INDUSTRIAL	RSCO-IND	Para la elaboración de productos de uso directo no comestibles, tales como pinturas, lacas, barnices, papel, celulosa o cartón, y el plaguicida formulado empleado en el tratamiento de aguas de recirculación en procesos industriales.
AGRICOLA	RACO	Uso directo en vegetales, se destina a prevenir, repeler, combatir y destruir los organismos biológicos nocivos a éstos.
FORESTAL	RACO	Destinado a prevenir, repeler, combatir o destruir a los organismos biológicos nocivos a los recursos forestales.

Cuadro 5. Clasificación de los plaguicidas por su uso ⁽⁸⁸⁾.

Los plaguicidas deben presentar la categoría toxicológica en la etiqueta, correspondiente a la asignada en el registro sanitario, para lo cual todo plaguicida debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-232-SSA1-2009, "Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico ⁽⁸⁸⁾".

Esta nueva norma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en fecha 13 de abril del 2010 entro en vigor a los 360 días de su publicación, con un periodo de gracia para la industria fabricante e importadora de plaguicidas para agotar los inventarios,

por lo cual, todo plaguicida con lote de fabricación posterior al 4 de abril del 2011 deberá apegarse en su etiquetado y embalaje a la norma ^(89, 90). La norma citada substituye a las normas anteriores:

- NOM-044-SSA1-1993, “Envase y embalaje. Requisitos para contener plaguicidas”.
- NOM-045-SSA1-1993, “Plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial. Etiquetado”.
- NOM-046-SSA1-1993, Plaguicidas- “Productos para uso doméstico- Etiquetado ^(89, 90)”.

La norma clasifica a los plaguicidas en 5 categorías toxicológicas (figura 10), basadas en el sistema internacional GHS (Global Harmonized System,) que es el Sistema Global Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos desarrollado por la ONU, ya que la clasificación anterior en México correspondía al sistema de clasificación para plaguicidas de la OMS ⁽⁹⁰⁾. Ahora los criterios para establecer la categorización toxicológica son más estrictos y completos porque se evalúa el riesgo de los inertes que acompañan al ingrediente activo del plaguicida y se advierte con leyendas específicas sobre el posible impacto al medio ambiente.

El mal uso de los plaguicidas puede ocasionar la intoxicación de los trabajadores, la contaminación de los alimentos y el medio ambiente, todos éstos con efectos dañinos para la salud humana. Esta norma se generó con el propósito de fomentar el manejo seguro y comunicar los principales riesgos al momento de su uso ⁽⁸⁹⁾.

Normatividad aplicable a los plaguicidas en México.

Además de la Secretaría de Salud, otras dependencias tienen competencia en cuanto a la regulación de los plaguicidas en nuestro país. La normatividad aplicable y las dependencias competentes en materia de regulación de plaguicidas se sintetiza a continuación (cuadros 6, 7, 8, 9,10 y 11):

Categoría de peligro	ORAL (Símbolo y frase de peligro)	DERMAL (Símbolo y frase de peligro)	INHALACION (Símbolo y frase de peligro)
1 PELIGRO	 Mortal en caso de ingestión	 Mortal por el contacto con la piel	 Mortal si se inhala
2 PELIGRO	 Mortal en caso de ingestión	 Mortal por el contacto con la piel	 Mortal si se inhala
3 PELIGRO	 Tóxico en caso de ingestión	 Tóxico por el contacto con la piel	 Tóxico si se inhala
4 PRECAUCION	 Nocivo en caso de ingestión	 Nocivo por el contacto con la piel	 Nocivo si se inhala
5 PRECAUCION	Puede ser nocivo en caso de ingestión	Puede ser nocivo en contacto con la piel	Puede ser nocivo si se inhala

Figura 10. Categoría toxicológicas para plaguicidas en México. NOM-232-SSA1-2009^(89,90).

Fases del ciclo de vida de los plaguicidas	Instancias responsables del control
Importación y exportación	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SHCP
Registro	Secretaría de Salud-COFEPRIS
Proceso y uso	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SAGARPA, STyPS, SEMARNAT
Almacenamiento	Secretaría de Salud-COFEPRIS, STyPS, SCT
Transporte	Secretaría de Salud-COFEPRIS, STyPS, SCT, SEMARNAT
Comercialización	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SHCP, SAGARPA
Efectividad biológica	SAGARPA- uso agrícola
Establecimiento de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas (LMR´s) en productos agrícolas	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SAGARPA
Control de residuos en productos agrícolas	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SAGARPA
Control de calidad de plaguicidas	Secretaría de Salud-COFEPRIS
Descargas al agua	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SEMARNAT
Emisiones al aire	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SEMARNAT
Residuos peligrosos	Secretaría de Salud-COFEPRIS, SEMARNAT, STyPS
Ambiente laboral	Secretaría de Salud-COFEPRIS, STyPS
Salud ocupacional	Secretaría de Salud-COFEPRIS, STyPS
Salud Ambiental	Secretaría de Salud-COFEPRIS
Saneamiento e impacto ambiental	SEMARNAT

Cuadro 6. Dependencias gubernamentales competentes para la regulación de los plaguicidas en México ⁽⁸³⁾.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<p>Artículo 4°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará. • Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución.
Secretaría de Salud	
Ley General de Salud	Artículos:194,198,204,278,280,281,282,298,368,373,375,376, 378,420,421,421 BIS,425,456
Reglamento en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios	Artículos: 2, 66,71,88,89,102, 119 Título I Capítulos VIII, IX y X Título XXII Capítulo único.
Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos.	Lineamientos para la obtención de los registros sanitarios, permisos de importación y exportación de plaguicidas
NOM-232-SSA1-2009	Etiquetado, embalaje y categorías toxicológicas de los plaguicidas.
NOM-256-SSA1-2012, Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas.	Los establecimientos que ofrecen el servicio urbano de control de plagas deberán contar con una apropiada infraestructura y personal capacitado para el buen uso y manejo de dichas sustancias.

Cuadro 7. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(A)^(83,91,92,93,94).

Secretaría de Salud	
<p>NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.</p>	<p>...“5.10 Control de plagas</p> <p>5.10.1 El control de plagas es aplicable a todas las áreas del establecimiento incluyendo el transporte de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.</p> <p>5.10.8 En caso de que alguna plaga invada el establecimiento, deben adoptarse medidas de control para su eliminación por contratación de servicios de control de plagas o autoaplicación, en ambos casos se debe contar con licencia sanitaria.</p> <p>5.10.9 Los plaguicidas empleados deben contar con registro emitido por la autoridad competente.</p> <p>5.10.11 En caso de contratar los servicios de una empresa, se debe contar con certificado o constancia del servicio proporcionado por la misma. En el caso de autoaplicación, se debe llevar un registro. En ambos casos debe constar el número de licencia sanitaria expedida por la autoridad correspondiente”...</p>
<p>NOM-032-SSA2-2010, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector.</p>	<p>Plaguicidas y repelentes de uso en Salud Pública. Numerales:</p> <p>6.4. Insecticidas y repelentes</p> <p>6.4.1. El empleo de insecticidas y repelentes</p> <p>6.4.1. El empleo de insecticidas y repelentes.</p> <p>6.4.1.1. Para proteger la salud de la población, y para evitar, en la medida de lo posible, el riesgo de transmisión de una o más enfermedades transmitidas por vector (ETV), la Secretaría de Salud, por conducto del CENAPRECE, recomendará el uso de insecticidas que sean eficaces para el objetivo de salud pública que persiguen.</p> <p>6.4.2. Métodos para la aplicación de insecticidas:</p> <p>6.4.2.1. El personal de los servicios de salud de los sectores público, privado y social que aplique algún insecticida para el control de insectos vectores, debe leer las instrucciones de uso seguro del mismo y contar con el equipo de protección personal recomendado por la Organización Mundial de la Salud para reducir su exposición durante el manejo del mismo.</p>
<p>NOM-033-SSA2-2011, Para la vigilancia, prevención y control de la intoxicación por picadura de alacrán.</p>	<p>8.1 Control químico. El empleo de químicos tiene sustento en estudios entomológicos que se efectúan con el propósito de controlar la población de alacranes en las viviendas. Los grupos químicos de plaguicidas recomendados son los piretroides y los carbamatos, y serán utilizados de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante.</p>

Cuadro 8. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo (B) ^(83,95,96,97).

SEMARNAT	
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera... Véanse también los Artículos: 3, 120,135,136,141,143, y el Capítulo VI Materiales y Residuos Peligrosos
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Manejo de residuos de plaguicidas.
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.
SAGARPA	
Ley Federal de Sanidad Animal	Artículos 1, 3,4,7,16 ,91,102,111 Título Sexto. Del control de productos para uso o consumo animal, establecimientos y actividades y servicios. Capítulo I. Del control de productos para uso o consumo animal. Título noveno. De los órganos de coadyuvancia. Capítulo III De las personas aprobadas y autorizadas
Ley Federal de Sanidad Vegetal	Artículo 7, Fracción VIII. Regular las especificaciones bajo las cuales se deberán desarrollar los estudios de campo para el establecimiento de los límites máximos de residuos (LMR's) de plaguicidas que establezca la autoridad competente en la materia y Fracción XXIII. Dictaminar la efectividad biológica de los plaguicidas e insumos de nutrición vegetal y regular su uso fitosanitario autorizado. Capítulo IV. Del control de insumos, actividades y servicios

Cuadro 9. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(C)^(83,98,99,100,101,102,103).

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS)	
Ley Federal del Trabajo (LFT)	Artículos 3,167, 175,176,279, 513
Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.	Establece las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, para lograr el trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la LFT y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias.
NOM-003-STPS-1999, Actividades agrícolas-Usos de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condición de seguridad e higiene.	Condiciones de seguridad e higiene para prevenir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que desarrollan actividades agrícolas de almacenamiento, traslado y manejo de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal.
NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.
NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.	Medidas para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral, y establecer los límites máximos permisibles de exposición en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición, sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores.
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

Cuadro 10. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(D)^(83,104,105,106,107,108,109,110).

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS)	
NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo	Requisitos mínimos de un sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, que de acuerdo a sus características físicas, químicas, de toxicidad, concentración y tiempo de exposición, puedan afectar la salud de los trabajadores o dañar el centro de trabajo.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	
Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal	Capitulo IV autotransporte de carga. Artículo 50.- permiso especial autotransporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligroso que circulen en vías generales de comunicación
Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos	Lo relativo a la trasportación de los materiales y residuos peligrosos, clasificación, documentación, sanciones.
Secretaría de Hacienda y Crédito Público	
Ley Aduanera	Importación y exportación de plaguicidas. Fracciones arancelarias.
Ley de Comercio Exterior	Aranceles: plaguicidas de importación, equipos de aplicación.

Cuadro 11. Normatividad relevante aplicable a los plaguicidas y su manejo(E)^(83,110,111,112,113,114) .

La licencia sanitaria para la aplicación de plaguicidas.

Las personas físicas o morales que tienen como actividad la aplicación de plaguicidas, para el caso de los plaguicidas con registros de uso urbano, deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 198 y 373 de la Ley General de Salud (LGS), es decir, deben tener licencia autorizada para la aplicación de plaguicidas emitida por la COFEPRIS ⁽⁵³⁾.

Para que proceda la autorización de licencia sanitaria, la empresa de control de plagas urbanas debe apegarse a lo establecido por la “Comisión de autorización sanitaria, Subdirección ejecutiva de licencias sanitarias”: “Guía recomendada para presentar la solicitud de licencia sanitaria de servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas ^(115,116) “.

Se debe utilizar el formato COFEPRIS-05-022-A “Solicitud de licencia sanitaria para establecimientos de plaguicidas, nutrientes vegetales y sustancias tóxicas y peligrosas”, “Modalidad: A. Para servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas” con un tiempo de atención de la COFEPRIS de 60 días (figura 11) ^(117,118) y/o lo que proceda a nivel estatal.

Siendo los criterios de dictaminación a cumplir: Requisitos documentales ^(115,116):

1. Examen de colinesterasa en sangre del personal aplicador (original).
2. Plano del establecimiento en donde se especifiquen las áreas y se identifiquen el flujo de personal, materiales y equipos, las acotaciones y colindancias con otros predios.
3. Plan maestro para el control de plagas. En el que se establezcan los criterios para coordinar y efectuar un servicio de control de plagas, así como para elaborar y generar la documentación requerida a fin de garantizar servicios seguros, eficaces y de calidad; contenido:
 - Objetivo.
 - Alcance.
 - Responsabilidades.
 - Número de documento
 - Número de revisión

- Fecha de implementación.
- Firma, fecha de quien elabora, revisa y autoriza.
- Anexos:
 - Plagas que se controlan indicando nombre común, nombre científico, características y hábitos.
 - Sitios en donde se controlarán las plagas.
 - Seguridad en el manejo de plaguicidas, toxicología de plaguicidas, equipos y técnicas de aplicación.
 - Definiciones, criterios y diseño de:
 - a) Hoja de contratación de servicio.
 - b) Orden de servicio, que contemple: número de servicio, datos generales del contratante del servicio, servicio solicitado (plaga a controlar), personal técnico asignado para realizar el servicio, procedimiento aplicable, fecha de inicio de servicio, fechas de las etapas que conformen el servicio, fecha fin de servicio, resultados obtenidos, nombre y firma del responsable sanitario, observaciones.
 - c) Procedimientos. Que contemplen: objetivo, alcance, responsabilidades, número de documento, número de revisión, fecha de implementación, firma y fecha de quien elabora, revisa y autoriza, desarrollo, bibliografía. Anexar los procedimientos específicos de:
 - Inspección del sitio.
 - Identificación de la plaga.
 - Implementación de las medidas de control de la plaga y monitoreo de éstas.
 - Técnicas de aplicación a emplear.
 - d) Protocolos y reportes de campo.
 - e) Hojas de servicio para el usuario sobre cada fase realizada del servicio.
 - f) Constancia de servicio. Que contemple: Nombre de la empresa que realiza el servicio, domicilio y teléfonos, número de licencia sanitaria, número de servicios, plaga controlada, plaguicidas y dosis aplicados,

área tratada, instrucciones de qué hacer en caso de emergencia, fecha de inicio y término del servicio, firma del responsable sanitario.

- Lista inicial de plaguicidas: Nombre comercial, número de registro sanitario (urbano, doméstico y jardinería), ingrediente activo, presentación comercial, técnica de aplicación. Los productos plaguicidas por aplicar serán aquellos que cuenten únicamente con registro sanitario ante la COFEPRIS (antes CICOPLAFEST) de uso urbano.
- Inventario del equipo de aplicación que se utilizará en los servicios que presta la empresa.
- El responsable técnico deberá aprobar el examen teórico que contempla los temas: conceptos de control de plagas, organismos plagas más comunes, generalidades sobre plaguicidas, seguridad en el manejo de plaguicidas, toxicología de plaguicidas, equipos y técnicas de aplicación y legislación sanitaria sobre plaguicidas ^(115,116).

Lo anterior es la parte documental del proceso de obtención de la licencia sanitaria y se complementa con los “Criterios técnicos para la dictaminación de la visita de verificación única” que considera lo siguiente ^(115,116):

- Generalidades.
 - Observar que se haya realizado trámite de licencia sanitaria: cotejar número y fecha.
 - Giro al que se dedica el establecimiento: cotejar que el giro al que se dedica el establecimiento sea el correspondiente.
- Debe contar con un establecimiento de uso exclusivo para el servicio de control de plagas, el cual debe tener accesos independientes, quedando prohibido compartir las instalaciones con actividades ajenas a las que éste realizará y debe ubicarse en planta baja a excepción de aquel que utilice la totalidad de una construcción de más de un nivel. No deberá ubicarse en zonas con afluencia considerable de gente, por ejemplo: plazas comerciales, mercados, edificios de oficinas, departamentales o multicomerciales, casas habitadas.

- El establecimiento debe estar construido con materiales y recubrimientos resistentes y lavables que impidan la absorción o filtración de plaguicidas.
- Debe contar con las siguientes áreas de trabajo:
 - Almacén de plaguicidas, con acceso restringido.
 - Almacén de resguardo, limpieza y mantenimiento de equipo de aplicación.
 - Almacén de resguardo y mantenimiento de equipo de protección personal.
 - Área de vestidores y casilleros para el personal ocupacionalmente expuesto.
 - Baño completo (con retrete, lavabo y regadera). Para el aseo del personal aplicador al término de la jornada laboral.
 - Área de lavado de ropa de trabajo.
 - Área de preparación de plaguicidas con acceso restringido (Cuando éstos se preparen en el establecimiento, listos para ser aplicados).
 - Depósito temporal de desechos y envases vacíos, lavados y perforados de plaguicidas, con acceso restringido.
 - Área administrativa o de recepción (cuando se cuente con ella) separada del resto de las áreas.
- Referente a las áreas de trabajo: el tamaño de las áreas señaladas anteriormente, su diseño y distribución debe ser acorde a la capacidad de los servicios de aplicación de la empresa, las operaciones que realizará y el número de personas de la misma.
- Bitácoras, procedimientos y registros con los que debe contar:
 - Bitácoras para registrar los servicios de aplicación.
 - Bitácoras para registrar la disposición de desechos, envases de plaguicidas lavados y perforados y plaguicidas caducos.
 - Bitácora de mantenimiento de equipo de aplicación.
 - Bitácora de mantenimiento de equipo de protección personal.
 - Evidencia de que se cuenta con servicio externo de lavado de ropa de trabajo en caso de no contar con el área para esta actividad. No debe lavarse en casa del trabajador. Debe ser un servicio de lavandería adecuado que dé el lavado apropiado a la ropa contaminada con plaguicidas y no un servicio

común, ya que el objetivo es minimizar las intoxicaciones accidentales de la población abierta. (Para entregar copias en la visita).

- Constancias de capacitación y evaluación del personal aplicador en el manejo y uso seguro de plaguicidas. (Para entregar copias en la visita).
- Constancias de capacitación y evaluación del responsable sanitario en el manejo y uso seguro de plaguicidas. (Para entregar copias en la visita).
- Vigilancia a la salud del personal ocupacionalmente expuesto. Debe contar con exámenes médicos de inicio y exámenes médicos periódicos y de laboratorio y/o gabinete del POE, los cuales deben ser determinados por un médico capacitado o especialista en base a los riesgos de cada uno de los plaguicidas manejados en el establecimiento, debe anexar copia de la cédula profesional y la interpretación médica del seguimiento a la salud al que haya lugar. (Para entregar copias en la visita).
- Plaguicidas manejados: debidamente etiquetados, almacenados por compatibilidad fisicoquímica y contar con sus hojas de datos de seguridad; sólo deben almacenarse de uso urbano, jardinería y/o domésticos y no deben estar caducos.
- Ropa de trabajo y equipo de protección personal: ropa de trabajo y los equipos de protección personal necesarios en cantidad suficiente y en buen estado, acordes a la información de las etiquetas de los plaguicidas a manejar.
- Equipo de aplicación. Debe funcionar correctamente y encontrarse en buen estado.
- Seguridad del personal :
 - Debe contar con lavaojos, botiquín y extintores de emergencia
 - Debe contar con material absorbente para casos de derrame.
 - Debe contar con transporte adecuado con un compartimiento seguro e independiente a la cabina del conductor para el traslado de los plaguicidas y el equipo de aplicación durante los servicios a realizar, este compartimiento debe evitar filtraciones o fugas de plaguicidas.

- Responsable sanitario. Debe presentar su aviso correspondiente: trámite COFEPRIS-05-040 o lo que proceda a nivel estatal. Aviso de responsable de empresas aplicadoras de plaguicidas y examen aprobado ^(115,116).

Para el responsable sanitario en la Modalidad A.- para servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas corresponde el llenado del formato COFEPRIS-05-040-A (figura 12) ^(117,119) y el examen de conocimientos lo debe presentar en la COFEPRIS para el caso en D.F., en caso de domicilios en las Entidades de la República deberá solicitarse en las Direcciones de Regulación Sanitaria o las Comisiones Estatales de Protección contra Riesgos Sanitarios.



HOMOCLAVE	NOMBRE, MODALIDAD Y GUÍA RÁPIDA DE LLENADO
COFEPRIS-05-022-A	SOLICITUD DE LICENCIA SANITARIA PARA ESTABLECIMIENTO DE PLAGUICIDAS, NUTRIENTES VEGETALES Y SUSTANCIAS TÓXICAS O PELIGROSAS.
	MODALIDAD A.- PARA SERVICIOS URBANOS DE FUMIGACIÓN, DESINFECCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS.

FICHA TÉCNICA	FORMATO	PAGO ASOCIADO	FICHA DEL TRÁMITE	FUNDAMENTO LEGAL
	 		APLICA NEGATIVA FICTA	ARTICULOS 196 FRACCIONES II Y III, 204 Y 373 DE LA LEY GENERAL DE SALUD

CAMPOS A LLENAR DEL FORMATO

1 → 3 → 4 → 5 { CAMPOS: 1 y 2 }

REQUISITOS DOCUMENTALES

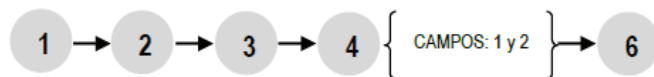
- ❖ Formato de Autorizaciones, Certificados y Visitas, debidamente requisitado.
- ❖ Original y dos copias del comprobante de pago de derechos, en términos de la Ley Federal de Derechos.
- ❖ Examen de colinesterasa en sangre del personal aplicador. (Original)
- ❖ Plano del establecimiento en donde se especifiquen las áreas y se identifiquen el flujo de personal, materiales y equipos, las acotaciones y colindancias con otros predios.
- ❖ Plan maestro para el control de plagas. En el que se establezcan los criterios para coordinar y efectuar un servicio de control de plagas, así como para elaborar y generar la documentación requerida a fin de garantizar servicios seguros, eficaces y de calidad; contenido:
 - » Objetivo.
 - » Alcance.
 - » Responsabilidades.
 - » Número de documento.
 - » Número de revisión.
 - » Fecha de implementación.
 - » Firma, fecha de quien elabora, revisa y autoriza.
 - » Anexos:
 - Plagas que se controlan indicando nombre común, nombre científico, características y hábitos.
 - Sitios en donde se controlarán las plagas.
 - Definiciones, criterios y diseño de:

Página 1 de 2

Figura 11. Formato COFEPRIS-05-022-A. Solicitud de licencia sanitaria para establecimiento de plaguicidas, nutrientes vegetales y sustancias tóxicas o peligrosas. Modalidad A.- para servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas⁽¹¹⁷⁾.

HOMOCLAVE
COFEPRIS-05-040-A

NOMBRE, MODALIDAD Y GUÍA RÁPIDA DE LLENADO
 Aviso de Responsable Sanitario del Establecimiento de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias Tóxicas o Peligrosas que Opera con Licencia Sanitaria
 Modalidad A.- Para Servicios Urbanos de Fumigación, Desinfección y Control de Plagas



REQUISITOS DOCUMENTALES

- ❖ Formato de Avisos, debidamente requisitado.
- ❖ Copia del documento que avale la calificación aprobatoria del examen de conocimientos presentado ante la Autoridad Sanitaria.

Figura 12. Guía para el llenado del formato COFEPRIS-05-040-A, para el responsable sanitario de la empresa de servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas ⁽¹¹⁹⁾.

Sin embargo la normatividad actual no considera la licencia sanitaria por COFEPRIS para la aplicación de productos de uso pecuario a pesar de que los ingredientes activos, tipos de formulación, técnicas de aplicación, categorización toxicológica, son similares o con riesgos mayores que los de uso urbano, dejando un gran vacío normativo para la aplicación de plaguicidas en áreas pecuarias. Ejemplo de ello es la indicación en el “Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Pollo de Engorda” publicado por SENASICA ⁽¹²⁰⁾, que cita textualmente en el punto:

...”7.4 Control de fauna nociva. Las granjas de pollo de engorda o unidades de producción deberán contar con un programa de control de fauna nociva (pájaros silvestres, perros, gatos, roedores, etc.) que indique el tipo de productos a utilizar, los cuales deberán estar autorizados por la SAGARPA, así mismo se deberá contar con bitácoras: como registro de fechas de aplicación, croquis de ubicación de trampas para roedores, rotación de productos plaguicidas, etc.

Es recomendable contar con la contratación de empresas especializadas en el control de fauna nociva, aunque dicho programa podrá ser operado por personal de la unidad de producción, previamente capacitado de los productos, así como los riesgos en el manejo de los mismos, debiéndoseles proporcionar el equipo necesario para la aplicación de los cebos ⁽¹²⁰⁾ ”...

Cabe hacer notar, que desde el punto de vista jurídico los plaguicidas en México no son autorizados por SAGARPA, al ser competencia de la Secretaría de Salud a través de la COFEPRIS ^(53,82).

Para el caso de los ixodicidas la normatividad exige como requisito para su registro, el dictamen técnico de SAGARPA en relación a la “NOM-006-ZOO-1993, “Requisitos de efectividad biológica para los ixodicidas de uso en bovinos y método de prueba y sus modificaciones” para que proceda el registro sanitario del ixodicida por la COFEPRIS ⁽⁸⁸⁾, pero no existe un requisito explícito para otro tipo de plaguicidas de uso pecuario. Adicionalmente, la COFEPRIS no ha autorizado plaguicidas para el control de fauna silvestre ni para el control de perros o gatos, siendo la opción los métodos de contención física por trampeo y la reubicación posterior para la fauna silvestre. En el caso de perros y gatos, la captura, esterilización, adopciones y por motivos sanitarios el sacrificio humanitario acorde a la normatividad aplicable; incluso algunos plaguicidas citan en la etiqueta el tratamiento médico y antídoto para los animales domésticos.

Aun cuando SENASICA indica que el programa de control de fauna nociva o plagas puede ser operado por personal de la unidad de producción...éste deberá contar con la capacitación. La capacitación oficial que existe para control de plagas es la Certificación por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), circunscrita a Especialistas en manejo integrado de plagas urbanas y Especialistas de manejo integrado de plagas (figuras 13, 14 y 15) ⁽¹²¹⁾.

Es un área de oportunidad para que de manera institucional los Médicos Veterinarios y Zootecnistas puedan no solo certificarse en CONOCER, también para establecer un nuevo perfil de competencia laboral acotado al medio pecuario y complementar su actividad lucrativa combinando con una empresa de control de plagas urbanas con la respectiva licencia sanitaria, que si bien parece fuera de contexto pecuario, SENASICA induce a la contratación de estas empresas para el control de la fauna nociva de acuerdo a lo citado en manuales de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción.



En esta sección encontrarás los Estándares de Competencia en los que puedes certificarte. Dispones de tres tipos de buscadores:

Búsqueda por Palabra Clave

Palabra Clave:

Búsqueda por Sector

Sector:

Búsqueda por Puestos relacionados con los Estándares de Competencia

Puestos / Ocupaciones	
<input type="checkbox"/>	Especialista de Reclutamiento y Selección de Personal
<input checked="" type="checkbox"/>	Especialista en el manejo integrado de plagas
<input type="checkbox"/>	Especialista en el manejo integrado de plagas urbanas
<input type="checkbox"/>	Especialista en prevención de incendios
<input type="checkbox"/>	Especialista en reclutamiento y selección
<input type="checkbox"/>	Especialista en salvamento en incendios

Figura 13. CONOCER. Registro Nacional de Estándares de competencia. ⁽¹²¹⁾.

I.- Datos Generales

Código	Título
EC0303	Manejo integrado de plagas en grado de inocuidad.

Propósito del Estándar de Competencia

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que se desempeñan en el manejo integrado de plagas en grado de inocuidad y que dentro de sus actividades se encuentran realizar la estrategia de control integrado de plagas en grado de inocuidad, implantar el manejo integrado de plagas en grado de inocuidad y mantener los equipos de aplicación en condiciones de operación.

Asimismo, puede ser referente para el desarrollo de programas de capacitación y de formación basados en EC.

El presente EC se refiere únicamente a funciones para cuya realización no se requiere por disposición legal, la posesión de un título profesional. Por lo que para certificarse en este EC no deberá ser requisito el poseer dicho documento académico.

Figura 14. CONOCER. Estándar de competencia. Manejo Integrado de plagas en grado inocuidad ⁽¹²¹⁾.

I.- Datos Generales

Código:	Título:
EC0146	Prestación de servicios de manejo integrado de plagas urbanas, nivel Intermedio

Propósito del Estándar de Competencia:

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que desempeñan actividades relativas al manejo integrado de plagas urbanas, a nivel intermedio, lo cual incluye las funciones laborales relativas al reconocimiento físico del lugar donde se aplicarán las técnicas de control de plagas, la determinación de las estrategias de manejo integrado de plagas, la aplicación del tratamiento de control de plagas urbanas y el mantenimiento de los equipos de aplicación de plaguicidas en condiciones de operación. En este estándar se considera que el técnico operador (empleado de la organización que realiza el manejo integrado de plagas) depende del responsable sanitario de la organización o empresa en la cual brindan sus servicios.

Figura 15. CONOCER. Estándar de competencia. Manejo Integrado de plagas urbanas, nivel intermedio ⁽¹²¹⁾.

Alcance de las auditorías de calidad en la industria alimentaria.

HACCAP, GMP's, POEs y POES en la Bioseguridad Pecuaria.

El proceso productivo en las unidades de producción pecuaria son parte de una cadena productiva, por ello resulta difícil separar “la granja del rastro y del plato”...debido a que la inocuidad es uno de los tres criterios fundamentales de la “Integridad del Producto”, el cual gestiona la salubridad, inocuidad y calidad de los procesos y productos en forma integrada ⁽¹²²⁾.

El Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control, en inglés Hazard Analysis and Critical Control Points, (APPCC o HACCP) incluye dentro de los Prerrequisitos el Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP), denominándose a este prerrequisito como parte de las Buenas Prácticas de Producción (BPP's o GPP's por sus siglas en inglés) si se ubica en el contexto de las unidades de producción pecuaria y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's o GMP's por sus siglas en inglés) en el contexto de la industria alimentaria ^(42, 123).

El programa de MIP describe todos los procedimientos necesarios para prevenir y controlar las plagas, ya sea en una unidad de producción pecuaria, en un rastro Tipo Inspección Federal (TIF) o en la industria de lácteos.

En relación al control de plagas, el Codex Alimentarius indica lo siguiente en el documento en relación al control de plagas: Principios generales de higiene de los alimentos CAC/RCP 1-1969 ⁽¹²⁴⁾:

6.3 Sistemas de lucha contra las plagas.

6.3.1 Consideraciones generales: las plagas constituyen una amenaza seria para la inocuidad y la aptitud de los alimentos. Pueden producirse infestaciones de plagas cuando hay lugares que favorecen la proliferación y alimentos accesibles. Deberán adoptarse buenas prácticas de higiene para evitar la formación de un medio que pueda conducir a la aparición de plagas. Se pueden reducir al mínimo las probabilidades de infestación mediante un buen

saneamiento, la inspección de los materiales introducidos y una buena vigilancia, limitando así la necesidad de plaguicidas.

6.3.2 Medidas para impedir el acceso: los edificios deberán mantenerse en buenas condiciones, con las reparaciones necesarias, para impedir el acceso de las plagas y eliminar posibles lugares de reproducción. Los agujeros, desagües y otros lugares por los que puedan penetrar las plagas deberán mantenerse cerrados herméticamente. Mediante redes metálicas, colocadas por ejemplo en las ventanas abiertas, las puertas y las aberturas de ventilación, se reducirá el problema de la entrada de plagas. Siempre que sea posible, se impedirá la entrada de animales en los recintos de las fábricas y de las plantas de elaboración de alimentos.

6.3.3 Anidamiento e infestación: La disponibilidad de alimentos y de agua favorece el anidamiento y la infestación de las plagas. Las posibles fuentes de alimentos deberán guardarse en recipientes a prueba de plagas y/o almacenarse en el exterior de las instalaciones de alimentos. Cuando proceda, los desperdicios se almacenarán en recipientes tapados a prueba de plagas.

6.3.4 Vigilancia y detección: Deberán examinarse periódicamente las instalaciones y las zonas circundantes para detectar posibles infestaciones.

6.3.5 Erradicación: las infestaciones de plagas deberán combatirse de manera inmediata y sin perjuicio de la inocuidad o la aptitud de los alimentos. El tratamiento con productos químicos, físicos o biológicos deberá realizarse de manera que no represente una amenaza para la inocuidad o la aptitud de los alimentos ⁽¹²⁴⁾.

Los procesos HACCAP, BPP's, BPM's, son auditables por las autoridades competentes Mexicanas o por algunos organismos internacionales como (figura 16):

- American Institute of Baking (AIB): corporación fundada en 1919 como un centro de transferencia de tecnología para panaderos y procesadores de alimentos. En la actualidad, las Normas Consolidadas de AIB para la Seguridad de los

Alimentos son reconocidas en más de 70 países y los servicios de su subsidiaria AIB Internacional, para inspección y auditorías en Seguridad Alimentaria, alcanzan a más de 8,000 empresas por año en todo el mundo ^(125, 126). Las “Normas Consolidadas para inspección” incluye en el punto:

4. Manejo Integrado de Plagas: Evaluación, monitoreo y manejo de la actividad de las plagas para identificar, prevenir y eliminar las condiciones que puedan estimular o sustentar una población de plagas ⁽¹²⁷⁾:

4.1 Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP): programa escrito de MIP garantizará que la instalación cuente con controles y procesos eficaces y vigentes para minimizar la actividad de plagas.

4.2 Evaluación de la instalación: una evaluación anual de la instalación suministrará una valoración del programa MIP para asegurar que éste sea eficaz.

4.3 Otras pautas: las instalaciones que usen pautas alternativas (tales como pautas orgánicas, verdes o sostenibles) también serán responsables de tener Programas de MIP.

4.4 Contratos firmados: contrato firmado entre la instalación y los proveedores externos de MIP hará responsable tanto al proveedor como a la instalación de que realicen actividades eficaces de manejo de plagas.

4.5 Credenciales y competencias: verificar que los proveedores de servicios de MIP, ya sean de la empresa o contratistas, estén calificados para realizar esas tareas.

4.6 Documentación sobre plaguicidas: archivo de etiquetas actualizadas de los plaguicidas y la información de las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales para garantizar el uso correcto de los plaguicidas químicos.

4.7 Documentación sobre la aplicación de plaguicidas: registros que identifiquen, verifiquen y documenten el cumplimiento de los requerimientos regulatorios y de MIP ⁽¹²⁷⁾.

4.8 Control de plaguicidas: los plaguicidas se someterán al manejo, como parte del Programa de Control de Químicos.

4.9 Análisis de tendencias: la documentación sobre la observación de plagas y sus actividades se analizará y se usará para identificar y eliminar áreas donde se observen actividades de plagas y también para documentar las Acciones Correctivas que se hayan tomado.

4.10 Documentación sobre los dispositivos de monitoreo de plagas: se mantendrá una documentación sobre los dispositivos de monitoreo para garantizar que dichos dispositivos estén colocados e inspeccionados correctamente y para permitir un análisis de las tendencias observadas en la actividad de las plagas.

4.11 Dispositivos externos para el monitoreo de roedores: el manejo de dispositivos externos de monitoreo de roedores desalienta el ingreso de los mismos a la instalación.

4.12 Dispositivos internos para el monitoreo de roedores: los dispositivos internos para monitoreo de roedores identificarán y capturarán los roedores que logren acceso a la instalación.

4.13 Trampas de luz para insectos: cuando se usan, las trampas de luz para insectos ayudarán a identificar y monitorear los insectos voladores.

4.14 Dispositivos para el monitoreo con feromonas: cuando se usen, los dispositivos de monitoreo con feromonas ayudarán a la identificación de plagas de insectos en productos almacenados en áreas predispuestas a este tipo de infestación.

4.15 Control de aves: parte del Programa MIP para prevenir la contaminación de los alimentos ⁽¹²⁷⁾.

4.16 Control de Fauna Silvestre: además de roedores, insectos y aves, hay otros animales que pueden convertirse en plagas si no se los controla.

4.17 Hábitat de Plagas: la presencia de un hábitat atractivo en la instalación o en las cercanías de la misma aumentará las posibilidades de tener problemas de plagas ⁽¹²⁷⁾.

- British Retail Consortium (BRC): en 1998 el consorcio de venta al por menor británico desarrolló y lanzó norma BRC para ser utilizada para valorar a fabricantes de productos alimentarios, garantizar el cumplimiento con los requisitos legales de los productos y asegurar el más alto nivel de protección de sus clientes y consumidores. La quinta edición, vigente, fue publicada en enero del 2008 ⁽¹²⁶⁾. Esta es una de las normas más estrictas a nivel internacional. Para el control de plagas remitirse a la publicación: BRC Best Practice Guideline: Pest Control: Issue 2 ⁽¹²⁸⁾.
- Safe Quality Food Institute (SQFI): el Código SQF 1000 7ª edición, está diseñado para cumplir las necesidades de los productores primarios, incluyendo aquéllos involucrados en la horticultura, producción de productos frescos, carne, aves, lácteos, huevos, café, cereales, pesca y acuicultura. Tiene tres niveles:
 - Nivel 1 – Fundamentos de Seguridad de los Alimentos
 - Nivel 2 – Planes HACCP Certificados
 - Nivel 3 – Sistemas Completos de Seguridad de los Alimentos y Gestión de Calidad ^(129,130).

En esta publicación el “Módulo 5: Buenas prácticas agrícolas para la producción de productos animales”, tiene indicaciones precisas sobre:

5.2.9 Calibración de equipos

5.2.10 Gestión de plagas y alimañas

5.2.11 Control de animales.

5.6.2 Almacenamiento de productos químicos peligrosos, sustancias tóxicas y productos derivados del petróleo ⁽¹³⁰⁾.

- Danish Agriculture & Food Council. Global Red Meat Standard:

1.5 Control de plagas:

1.5.1 Un contratista autorizado puede realizar el control de plagas relevante.

1.5.2 La colocación de los cebaderos y trampas para moscas debe ser identificada en los planos de las instalaciones.

1.5.3 La actividad y/o captura de insectos y roedores debe ser registrada y documentada para su seguimiento, de ser necesario ⁽¹³¹⁾.

- Global Food Safety Initiative (GFSI) o Iniciativa Global de Seguridad Alimentaria: engloba los criterios de los sistemas de auditoría anteriores, es una iniciativa impulsada por las empresas para la mejora continua de los sistemas de gestión de seguridad alimentaria para garantizar la confianza en el suministro de alimentos inocuos a los consumidores en todo el mundo. GFSI Guidance 6a edición, Class number: GAP AI 20. Sistema de control de Plagas. Incluye las recomendaciones del Codex Alimentarius: Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene CAC/RCP1-1969, Rev 4 -2003 y específicamente el Code of Hygienic Practice for Meat CAC/RCP 58-2005 para el control de plagas ⁽¹³²⁾.

Algunas definiciones:

- Buenas Prácticas de Producción (BPP's /GPP's) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's o GMP's) son los requerimientos mínimos de higiene y procesamiento necesarios para asegurar la producción de un alimento sano, exigidos por la ley ⁽¹²⁵⁾.

- Procedimientos Operativos Estándar (POE's): con base en las guías de las buenas prácticas (BPM's, BPP's) se elaboran normas específicas para las áreas y procesos de la unidad de producción o industria (recepción, almacén, limpieza, mantenimiento, etc) para el cumplimiento de las buenas prácticas.
- Procedimientos Operativos de Saneamiento (POES O SSOP's). sistemas más específicos que componen los POE's ⁽¹²⁵⁾. Es un procedimiento escrito que explica exactamente cómo se completa cierta tarea de limpieza. Estos procedimientos pueden variar de granja a granja. El objetivo del POES es proveer los detalles suficientes como para dejar a cualquier empleado realizar la tarea sin recibir instrucción adicional. Además, demuestra a un auditor la manera exacta en que se realiza la tarea.
- Norma ISO 9001:2008, elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), especifica los requisitos para un Sistema de gestión de la calidad (SGC) que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales ⁽¹³³⁾.
- Norma ISO 22000:2005: proporciona una plataforma de sistema de gestión en el que las necesidades más específicas, tales como las desarrolladas por las diversas organizaciones mundiales de alimentos pueden ser incorporados bajo los principios del sistema de "Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control" de la Comisión del Codex Alimentarius (HACCP) para la higiene de los alimentos⁽¹³⁴⁾. La Norma puede ser aplicada por cualquiera de las organizaciones implicadas en la cadena alimentaria, desde las granjas hasta las empresas que preparan alimentos, incluyendo las de procesado, envasado, transporte, almacenamiento, y comercio detallista ⁽¹²⁶⁾.

El programa MIP incluye, principalmente, métodos de prevención basados en el control de los factores que favorecen la aparición y el desarrollo de las plagas y la utilización

prioritaria de métodos físicos, mecánicos y biológicos, evitando el uso de plaguicidas. Sólo en aquellas situaciones en las que sea estrictamente necesario, de acuerdo con el diagnóstico previo del problema, deben utilizarse plaguicidas, escogiendo, en este caso, los más específicos, selectivos y de menor peligrosidad ⁽¹²²⁾.

Relación POES – BPM - HACCP

La seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos se basan en la implementación de tres programas principales:

- HACCP
- BPM's
- POE's
- POES

Los programas de BPM's y POE's se consideran como prerrequisitos y constituyen las bases para los programas HACCP. Sin estas bases, BPMs y POEs, el HACCP no sería efectivo ⁽¹²⁵⁾, consecuentemente no sería sostenible la gestión de calidad y por ende tampoco la inocuidad de los alimentos (figura16).



Figura 16. Logos de instancias involucradas en procesos HACCP y Gestión de Calidad de los alimentos ^(124, 127, 128, 131, 132, 133, 134).

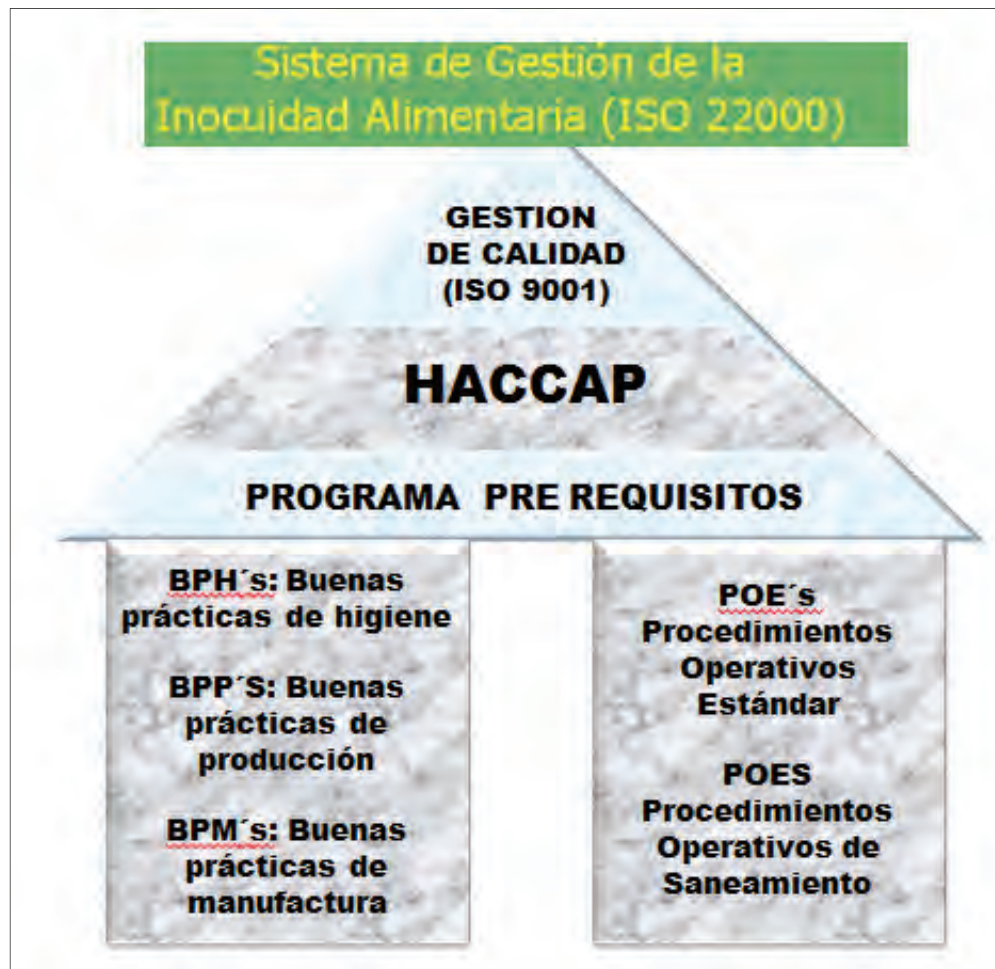


Figura 17. La gestión de calidad y los pilares de HACCAP ⁽¹²⁵⁾.

La disposición de residuos: impacto ambiental, impacto jurídico.

Los envases de plaguicidas son tirados de forma irresponsable en los cuerpos de agua, en zanjas, brechas, barrancas, campo abierto y en otros casos son quemados o enterrados, generando focos de contaminación del medio ambiente (aire, tierra y mantos acuíferos) representando un peligro para la salud de las personas y de los animales. ⁽¹³⁵⁾.

La publicación el 8 de octubre de 2003 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento publicado el 1 de enero de 2007,

deja manifiesta la responsabilidad que tiene cada uno de los integrantes de la cadena, desde el fabricante, formulador, distribuidor, hasta el usuario final, estableciendo lo que corresponde a todos los involucrados en relación al manejo de los residuos peligrosos^(135,136).

La legislación relevante aplicable al manejo de residuos de plaguicidas es:

- a) Código Internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas FAO 2002.
- b) Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (SEMARNAT).
- c) Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (SEMARNAT).
- d) Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005⁽¹³⁷⁾.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define residuo de la manera siguiente:

Artículo 5, Fracción: XXIX. Residuo: material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven⁽¹³⁶⁾.

XXXII. Residuos Peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley⁽¹³⁶⁾.

Correspondiendo a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños (LGPGIR artículo 2, Fracción IV)⁽¹³⁶⁾.

Los plaguicidas y sus envases que contengan remanentes, usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la NOM-052-

SEMARNAT-2005 son residuos peligrosos y están sujetos a un “Plan de Manejo” (LGPGIR artículo 31, Fracción IX) ⁽¹³⁶⁾.

Existen tres categorías de generadores de residuos, Artículo 44 de esta ley:

1. Grandes generadores: obligados a registrarse ante la SEMARNAT y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron los residuos. Es la persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año. (LGPGIR Artículo 46 y Artículo 5 fracción XII) ⁽¹³⁶⁾.

2. Pequeños generadores: deberán de registrarse ante la SEMARNAT contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo. Es la persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año (LGPGIR Artículo 47 y Artículo 5 Fracción XX) ⁽¹³⁶⁾.

3. Microgeneradores: obligados a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. Es el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año (LGPGIR Artículo 48 y Artículo 5 Fracción XIX) ⁽¹³⁶⁾.

En una unidad de producción pecuaria se generan residuos de plaguicidas, los envase vacíos, los remanentes y los productos caducos deben tener un manejo adecuado, acorde a la normatividad y no es autorizado que se tiren clandestinamente o se incineren, las sanciones consideradas en esta ley son severas dada la naturaleza del delito en materia ambiental.

Es muy probable que la categoría de una explotación pecuaria, en relación a residuos de plaguicidas no supere los 400 kg y lo indicado es que cada que se utilice un plaguicida, sobre todo de tipo líquido, se realice el triple lavado del envase (figura 18)⁽¹³⁷⁾ y el remanente de ello se utilice en la aplicación contra las plagas indicadas, nunca deberá ser vertido al drenaje ni al suelo o cuerpos de agua. El envase vacío y ya limpio se perfora y compacta, se clasifica con otros envases que contenían plaguicidas del mismo grupo químico y se remiten al Centro de Acopio más cercano ⁽¹³⁸⁾.

Hay dos tipos de centros de acopio:

- Centro de acopio primarios: Son jaulas, casetas, bodegas, megabolsas o tambos de 200 litros o cualquier otro contenedor que reúna las características que seguridad y control del mismo donde el agricultor o usuario tiene un acceso más cercano para poder depositar los envases vacíos de agroquímicos y afines lavables o no lavables, secos y perforados. Estos envases y tapas deberán estar en bolsas de plástico transparente con un calibre de 300 de espesor. Cualquier usuario final puede construir, operar y mantener su propio centro de acopio primario y deberá darse de alta y registrarse ante el Plan de Manejo Campo Limpio como un micro generador de residuos peligrosos (figura 19) ^(135,139).
- Centro de Acopio Temporal: nave tipo industrial para separar, acondicionar y reducir el volumen de envases vacíos de agroquímicos y afines. Los envases compactados deberán estar por un tiempo máximo de seis meses en este lugar (figura 20) ^(135,139).

Existen diversos centros de acopio temporal distribuidos en cada estado (figura 21). Si bien la mayoría de los envases de plaguicidas son de procedencia agrícola, reciben envases de cualquier Centro de acopio primario y usuarios finales, siempre y cuando se entreguen con el triple lavado, separadas las tapas y clasificados por grupo afín los envases para ser posteriormente trasladados al Centro de acopio temporal y de allí proceder con la disposición final, ya sea reciclaje o integración a algún proceso industrial (figuras 22 y 23) ⁽¹³⁹⁾.



Realice el triple lavado de los envases

Al momento de desocupar el envase, ponle agua limpia hasta la cuarta parte y agítalo por 30 segundos, con la tapa hacia arriba.

Después, vuelve a poner agua limpia hasta la cuarta parte y agítalo por 30 segundos, pero ahora con la tapa hacia abajo.

Por último, cambia el agua y agítalo por 30 segundos hacia los lados.

Recuerda vaciar el agua de cada lavado, en el tanque o mochila donde preparaste la mezcla.

Escurre el envase, perfóralo, pon la tapa por separado y guárdalo en bolsas de plástico transparente, llévalo al Centro de Acopio más cercano.



Figura 18. Técnica de triple lavado. Campo Limpio ⁽¹³⁸⁾.



Figura 19. Centro de acopio primario (135,139).



Figura 20. Centro de acopio temporal (135, 139,140).

Centros de Acopio Temporal



Figura 21. Distribución de los Centros de acopio temporales en los estados de la República Mexicana ⁽¹³⁹⁾.



Figura 22. Del Centro de acopio primario al Centro de Acopio Temporal y disposición final ⁽¹³⁹⁾.

Incineración



Reciclado químico



Diesel

Co-procesamiento



Reciclado tradicional



CAP'S



Estaciones



Tarimas

Fundición



Figura 23. Destino final para reciclaje de envases de plaguicidas ⁽¹³⁹⁾.

Capítulo III

Plaguicidas: Historia, estadísticas, definiciones.

La historia de los plaguicidas se remonta a la prehistoria, siendo un proceso dinámico la creación de plaguicidas y constituyendo una boyante industria. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), sin el correcto control de plagas, la producción agrícola disminuiría entre un 20 y 40%, los plaguicidas, si bien no son la única estrategia de control de plagas, son un rubro muy importante de insumos en la producción agropecuaria y máxime en países en vías de desarrollo que carecen de tecnología moderna ⁽¹⁴¹⁾. En los cuadros 12 A y B se resume parte de la historia de los plaguicidas.

Desde hace algunas décadas se clasifican los plaguicidas debido a la evolución de síntesis de éstos y las regulaciones aplicables en el mundo. Publicaciones especializadas como “Pesticide Manual” de Tomlin contenía 759 plaguicidas para la 11ª edición de 1997 y para la 15ª edición de 2009 aumentó a 881 plaguicidas ^(146,147).

La Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de América (USEPA), registra 900 ingredientes activos aprobados, de los cuales el 25% son insecticidas, 4% rodenticidas, 23% biocidas, 28% herbicidas y 20% fungicidas ⁽¹⁴⁸⁾. De la misma manera, la COFEPRIS a través del Catálogo Oficial de Plaguicidas actualiza y/o deroga los ingredientes activos registrados en México y las formulaciones que deriven de ellos ⁽¹⁴⁹⁾.

El desarrollo de nuevas moléculas tiene un costo de no menos de 70 millones de dólares, con base en las estimaciones del Grupo de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (GIFAP) ⁽¹⁵⁰⁾ y se estima que a nivel mundial escasamente 10 compañías poseen la tecnología para investigación, desarrollo, registro y lanzamiento al mercado de nuevas moléculas plaguicidas y en contraste hay un descenso en el consumo debido a las estrictas políticas regulatorias y al manejo integrado de plagas, ejemplo de ello: en los Estados Unidos de América para 1991 había 51% menos activos que en 1979 ⁽¹⁴⁶⁾, se ha depurado por criterios de toxicología y/o de impacto ambiental, pero han surgido nuevas moléculas y técnicas de control.

Periodo	Plaguicidas	Eventos y fechas
Antes de la Era Cristiana a 1800 D.C.	Era de plaguicidas naturales	Sacrificios humanos a los dioses -2500 A.C. Circa: Sumerios - uso del azufre contra insectos y ácaros. Homero: azufre fungicida. 900 A.C China: arsenitos uso rodenticida. 450 A.C. Romanos: escila roja rodenticida 400 A.C.: Jerjes Rey de Persia: polvo de flores de piretro (<i>Tanacetum cinerariifolium</i> sin. <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>) o piretrinas uso pediculicida. Siglo XVII- Nicotina del tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> , <i>Nicotiana rustica</i>) uso insecticida.
1800 a 1920	Primeros plaguicidas orgánicos, nitrofenoles, clorofenoles, creosota, naftaleno, aceites de petróleo.	Química orgánica: compuestos poco específicos y de alta toxicidad para el usuario y especies no objeto de control. 1850: rotenona extraída de <i>Derris elliptica</i> 1857- arsenito de cobre o Verde de París y Keroseno 1885- Caldo Bordelés: sulfato cúprico y cal hidratada Sales metplicas de arsénico, mercurio, cobre, zinc, cromo, plomo, talio y selenio.
1920 a 1945	Productos orgánicos colrados, DDT; HCCH, ciclidienos, clorados.	1939: Dr. Paul Müller descubre propiedades insecticidas del DDT para el control de mosquitos vectores de Malaria y de otros artrópodos. Gerard Schader (IG Farben): inicia el desarrollo de los organosfosforados en Alemania. II Guerra Mundial: auge de la síntesis orgánica, desarrollo de compuestos persistentes ambientales pero selectivos con las plagas. Continuó la demanda por el uso de Piretrinas, Nicotina y Rotenona. Plantaciones de Piretro en Kenia.

Cuadro 12. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (A). (Adaptación de la autora de Stephenson GA, Solomon KR y otras fuentes) ^(142, 143, 144, 145).

Periodo	Plaguicidas	Eventos y fechas
1945 a 1970	Inhibidores de la acetilcolinesterasa: organofosforados y carbamatos	Desarrollo de compuestos de baja persistencia ambiental y selectivos: 50's: Organoclorados: DDT, Aldrín, Endrín 60's: Organofosforados, carbamatos y plaguicidas biológicos: reguladores de crecimiento, <i>Bacillus thuringiensis</i> . 70's Síntesis de Piretroides
1970 a 1985	Piretroides sintéticos, avermectinas, imitaciones de las hormonas juveniles, plaguicidas biológicos.	Perfeccionamiento de las relaciones estructura-actividad plaguicida, persistencia variable.
1985 en adelante	Organismos obtenidos por la ingeniería genética	Transferencia de genes para plaguicidas biológicos a otros organismos, desarrollo de plantas y animales benéficos. Alteración genética de las plantas para que resistan mejor a los efectos no deseados de los plaguicidas.

Cuadro 12. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (B). (Adaptación de la autora de Stephenson GA, Solomon KR y otras fuentes) ^(142, 143, 144, 145).

México se encuentra en similar situación al país vecino, derivado de los tratados internacionales, tal es el caso de la restricción y prohibición del DDT y en apego al Convenio de Estocolmo, por estar incluido en “la docena sucia” o contaminantes orgánicos persistentes (COP) y dadas la resoluciones de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN) del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN), fue cancelado el registro de esta molécula en México en 2002 ⁽¹⁵¹⁾.

Otro ejemplo es el Bromuro de Metilo, utilizado de manera indiscriminada por décadas para el control fumigante de plagas del suelo y de los granos almacenados, la

movilización de este gas a la estratósfera es de las causales de la desaparición progresiva de la capa de ozono sobre el Continente Antártico ⁽¹⁵²⁾. México redujo en 2010 el consumo apenas en un 40%. La SEMARNAT en coordinación con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo industrial (ONUDI) desarrollo el “Plan Nacional para la eliminación del Bromuro de Metilo en México”, teniendo como objetivos proporcionar asistencia técnica, capacitación y financiamiento para la sustitución de este fumigante ⁽¹⁵²⁾. México ha sido exitoso en la reducción del consumo de este plaguicida a través del “Plan Nacional de Eliminación del Consumo de Bromuro de Metilo” operante desde 2008 pues además estar incluido en los Convenios de Estocolmo y de Rotterdam, México firmó el Convenio de Basilea, comprometiéndose a suspender el uso del Bromuro de Metilo en 2015, para reducir al máximo los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos ⁽¹⁵³⁾.

La dinámica regulatoria en México es de gran trascendencia para la industria de plaguicidas asentada en nuestro país a partir de la reforma al Artículo 376 de la Ley General de Salud que obliga a la industria a presentar a revisión ante la COFEPRIS la información toxicológica y eco toxicológica de los ingredientes activos que son la base de las formulaciones comerciales, los expedientes que no cumplen con los actuales parámetros regulatorios corren el riesgo de ser restringidos o cancelados para su uso en México ⁽⁴⁰⁾.

El 28 de diciembre del 2004 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el “Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos” que regula la forma en la que actualmente se registran los plaguicidas en México ⁽⁸⁸⁾. Ha tenido múltiples revisiones desde 2004 hasta 2012 debido a la inconformidad de la industria de plaguicidas y fertilizantes.

La definición de plaguicida en este documento es: “Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destine a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores que transmiten enfermedades humanas y animales, las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal, así como las sustancias defoliantes y las desecantes ⁽⁸⁸⁾”.

La normatividad Mexicana está armonizada con regulaciones aplicables en otros países y la de tipo internacional:

En los Estados Unidos de América el registro de los plaguicidas es regulados por la Environmental Protection Agency (USEPA) y, Food and Drug Administration (FDA) y el Departamento de Agricultura (USDA) ⁽¹⁴⁸⁾:

En la Unión Europea (UE) se ha modificad la regulación de los plaguicidas, sobre todo en lo concerniente a los criterios para el registro y a los Límites Máximos de Residuos de plaguicidas (LMR's o MLR's por sus siglas en inglés): "Regulation (EC) no. 1107/2009 of the European Pairlament and the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repeling Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EECC" ⁽¹⁵⁴⁾. Los LMR's autorizados para productos de origen animal y vegetal se pueden consultar, para loa autorizado en la UE en "UE Database Pesticides" ⁽¹⁵⁵⁾, con base en "Regulation (EC) No. 1107/2009" y la "Regulation (EC) No 396/2005".

A nivel global, los LMR's para los productos de origen animal y vegetal están disponibles en la base de datos de la página web de Codex Alimentarius, que es el referente mundial para los consumidores y productores de alimentos, los organismos nacionales de control de los alimentos y el comercio alimentario internacional. La comisión del Codex Alimentarius es el órgano creado para elaborar normas en el marco del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias ⁽¹⁵⁶⁾.

Clasificación de los plaguicidas y modos de acción.

Para efectos de este manual solo se incluyen los plaguicidas para el control de plagas artrópodos como insectos, ácaros y arácnidos y plagas vertebradas como los roenticidas y dispositivos para control de aves.

Los plaguicidas se clasifican de diversas maneras como las relativas a:

Clasificación por su acción sobre la plaga.

Plagas que atacan y según su etapa de desarrollo, en ocasiones un mismo plaguicida tiene dos acciones, es decir, puede ser insecticida y acaricida, larvicida y adulticida (cuadro 13). Ejemplos ^(143, 144):

Plaga	Función
Huevecillos	Ovicida
Larva	Larvicida
Insecto	Insecticida
Insecto adulto	Adulticida
Acaro	Acaricida
Nemátodo	Nematicida
Molusco	Helicoidicida, Molusquicida
Hongo	Fungicida
Roedor	Rodenticida

Cuadro 13. Clasificación de plaguicidas por su acción sobre la plaga ^(143, 144, 157).

Clasificación de plaguicidas por su naturaleza química: Grupos Químicos.

Agrupar a los plaguicidas con un criterio uniforme de acuerdo a su estructura química y establece correlaciones de estructura-actividad, estructura-toxicidad y estructura-mecanismo de degradación ^(143, 144).

- Insecticidas inorgánicos
- Organoclorados-contienen cloro
- Organofosforado-contienen fósforo
- Carbamatos- derivados del ácido carbámico
- Piretroides- derivados sintéticos del piretro
- Coumarinas- derivados 4 –hidroxicoumarínicos
- Bencimidazoles

- Ditiocarbamatos
- Tiocarbamatos
- Ftalimidas
- Quininas
- Triazinas
- Anilidas
- Derivados fenoxi
- Derivados de la coumarina
- Compuestos organomercuriales
- Compuestos organoestánicos
- Derivados de cloronitrofenol
- Otros ^(143, 144).

Clasificación de los plaguicidas por su origen.

Una forma básica de clasificación es por su origen, el cuadro 14 se citan algunos ejemplos:

ORIGEN	Orgánicos	Inorgánicos	Organometálicos
a) NATURALES	Piretro Nicotina Rotenona	Arseniato de plomo Sulfato de cobre	
b) SINTETICOS	Piretroides Organofosforados Pirroles Nicotinoides Avermectinas		Metilmercurio (CH ₃ Hg ⁺) Tributilestaño (TBT)

Cuadro14. Clasificación de los plaguicidas por su origen. (Adaptación de la autora de Albert-Palacios LA) ⁽¹⁴⁴⁾.

a) Plaguicidas Naturales.

- Plaguicidas Naturales Orgánicos: de origen natural o extractos botánicos, son metabolitos vegetales secundarios que no intervienen directamente en procesos esenciales para el crecimiento, desarrollo y reproducción de la planta, pero que regulan a los insectos plagas por algunos de los mecanismos siguientes:

- Repelentes, las cuales alejan a los insectos de la planta.
- Supresores: inhiben la iniciación de la alimentación o la ovoposición del insecto en la planta hospedante. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad de inhibición de la alimentación, pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India ⁽¹⁵⁸⁾.
- Disuasivos, que interrumpen la continuación de la alimentación o la ovoposición del insecto.
- Reguladores de crecimiento: este efecto se puede manifestar de varias maneras. Inhibición de la metamorfosis, metamorfosis precoz, alteración de la función de las hormonas que regulan la metamorfosis y producen insectos con malformaciones, estériles o muertos. El compuesto juvocineme II extraído de la albahaca (*Ocimum basilicum*) es el origen de los productos de síntesis denominados piriproxifen y fenoxicarb ⁽¹⁵⁹⁾.
- Antibióticos, que interfieren metabólicamente en el crecimiento y desarrollo.
- Anorexigénicos, que producen pérdida del apetito ^(160, 161).

Existen más de 2,000 plantas con algunas o varias de las propiedades descritas para el control natural de insectos, algunos ejemplos:

La rotenona, un flavonoide, extraído de las raíces de la planta *Deris elliptica* y *Lonchocarpus utillis* (Fam. Leguminosae), es un insecticida de contacto e ingestión y repelente. Su modo de acción implica una inhibición del transporte de electrones a nivel mitocondrial bloqueando la fosforilación de ADP a ATP, inhibe el metabolismo del insecto. Los síntomas de intoxicación en el insecto son: disminución del consumo de

oxígeno, depresión en la respiración y ataxia que provocan convulsiones y conducen finalmente a la parálisis y muerte por paro respiratorio ^(161,162).

El piretro, extracto de oleorresina de la flores secas del crisantemo contienen casi 50% de activos insecticidas llamados piretrinas, son 6 ésteres cetó-alcohólicos de los ácidos crisantémico y pirétraico conocidos como piretrina I y II, jasmolina I y II y cinerina I y II. Son altamente lipofílicos penetran con rapidez en los insectos y paralizan su sistema nervioso central y periférico, ocasionando descargas repetidas y convulsiones al alterar la bomba sodio-potasio en la membrana celular de las células nerviosas, impidiendo la entrada de iones de sodio a los canales, lo que genera que dichos canales sean afectados al alterarse la conductividad del ión en tránsito ⁽¹⁶²⁾.

Otros ejemplos de insecticidas de origen natural son la mezcla de plantas ancestrales de Mesoamérica: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y ají (*Capsicum frutescens*; *Solanaceae*), ruda (*Ruta graveolens*; *Rutaceae*) o ajo (*Allium cepa*; *Alliaceae*) ⁽¹⁶¹⁾. Del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) se extrae la azadiractina, regulador del crecimiento de insectos que interfiere con la hormona mudadora ecdisoma que es una prohormona esteroide de artrópodos ^(161,162).

Sin embargo existen pocos estudios científicos que avalen el resultado de estos extractos a nivel mundial y que evalúen rigurosamente los efectos a la salud humana. La USEPA cita sobre el Neem (*Azadirachta indica*): ...“Toxicología: la azadiractina causa severa irritación dérmica y gastrointestinal. También se ha visto estimulación y depresión del sistema nervioso central. Este agente es utilizado y fabricado primordialmente en la India; no se espera mucho uso no exposición en los Estados Unidos” ⁽¹⁶²⁾... La azadiractina actúa como semioquímico. Sin embargo, la concentración de los compuestos bioactivos del Neem no es alta en las diferentes partes de la planta. La preparación de bioinsecticidas efectivos a base de Neem requiere que el proceso de extracción separe e incremente el contenido de azadiractina (AZA) y otros componentes relacionados con la actividad insecticida de los extractos ⁽¹⁶³⁾.

El uso de este tipo de compuestos en las explotaciones pecuarias se reduce al uso de piretrinas, dada su baja toxicidad para animales de sangre caliente, pero no se comercializa en su forma natural o botánica, existen formulaciones comerciales en base solvente o agua, que le restan la particularidad de “natural” por los procesos de industrialización. Son una herramienta útil en rastros tipo TIF e incubadoras, por su baja toxicidad y pobre residualidad del activo.

Desventajas de los plaguicidas de origen natural:

- a) No todos son propiamente insecticidas, apreciación de efecto lento sobre la plaga.
- b) Baja residualidad, requiere varias aplicaciones.
- c) No todos los insecticidas vegetales son de menor toxicidad que los sintéticos.
- d) Regulaciones para su uso
- e) No todas las recomendaciones han sido validadas con rigor científico
- f) Poca información toxicológica
- g) Variabilidad de la cantidad de ingrediente activo en las cosechas
- h) Problema de estabilidad de extractos ⁽¹⁶¹⁾.

Los plaguicidas naturales de origen botánico que podrían tener un desarrollo pertenecen a las familias: Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Malvaceae, Labiatae, y Canellaceae ⁽¹⁶⁴⁾.

Los Bioplaguicidas son también insecticidas naturales, representan el 3.26% del mercado mundial de plaguicidas con un valor de mercado en 2007 de 97 millones de dólares. Un informe del Mercado europeo de Bioplaguicidas revela que la tasa de crecimiento anual es de 10.1% y a la alza. Se estima que hasta ahora los semioquímicos, sustancias involucradas en las interacciones químicas entre los organismos, como las feromonas y los aleloquímicos, solo han alcanzado el 20% de su penetración potencial al mercado ⁽¹⁶⁵⁾.

Las sustancias semioquímicas intervienen en la comunicación entre organismos ⁽¹⁶⁶⁾. El término proviene del griego “*semion*”, marca o señal, asumiendo que el compuesto

químico es emitido con un propósito definido hacia el receptor ⁽¹⁶⁷⁾. Las feromonas interactúan intraespecie mientras que los aleloquímicos interactúan interespecie ⁽¹⁶⁸⁾.

-Plaguicidas naturales inorgánicos. Derivados de fuentes minerales, combinados con metales pesados: arsénico, mercurio, plomo, cobre. Son de baja especificidad, naturaleza persistente ambiental y son de alto riesgo toxicológico a la salud humana. Los arsenicales trivalentes son más tóxicos que los arsenicales orgánicos pentavalentes ⁽¹⁶⁹⁾.

Existen algunos insecticidas en esta categoría, que pese a su antigüedad, siguen siendo vigentes:

- Ácido bórico (H_3BO): sal refinada de la kernita (borato de sodio) (figura 24), polvo blanco, incoloro, inodoro, no volátil, de baja toxicidad a mamíferos y su residualidad en estado seco preserva su efecto eficaz. Es un veneno estomacal y absorbe la cera de la cutícula de los insectos, por lo cual es de efecto lento: 10 días para causar mortalidad en los insectos. ^(170,171).
- Borato de sodio ($Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$) octaborato disódico tetrahidratado) (Tim-Bor®, Bora-Care®) se parece al ácido bórico en su modo de acción. Sal soluble en agua para tratamiento de madera y productos de lana para el control de hongos de la pudrición, termitas, y otras plagas que infestan estos materiales. ^(170,171).
- Geles de sílice o aerogeles de sílice y tierra de diatomea o diatomeaceas polvos livianos, blancos, esponjosos, que se usan para el control de insectos domésticos, actúan de forma mecánica. Las partículas de aerogel de sílice tiene carga estática que permite pegarse y adherirse al cuerpo de los artrópodos, muriendo estos cuando el compuesto absorbe las ceras de la cutícula de los insectos, permitiendo la pérdida continua de agua del cuerpo del insecto, haciendo que los insectos se dessequen y mueran por deshidratación (Dri-Die®, Drianone®, y Silikil Microcel®). La tierra de Diatomeas (*Cyclotella stelligera*) funciona también como un desecante para los artrópodos ^(170,171).



Figura 24. Plaguicidas inorgánicos: ácido bórico (Fotografía de la autora).

Los rodenticidas inorgánicos son:

- Sulfato de talio: metal pesado que afecta diversos órganos como hígado, piel causando alopecia, sistemas nervioso, digestivo y renal. En 1973 la Organización Mundial de la Salud recomendó no utilizarlo como rodenticida (172,173).
- Fósforo amarillo o fósforo blanco: agente corrosivo, daña todos los tejidos con los que entra en contacto, incluyendo piel y mucosa intestinal (172).
- Fosfuro de Zinc (Zn_3P_2): causa envenenamiento por liberación de gas fosfina (PH_3) en el tracto digestivo y edema pulmonar, severos daños a la mucosa gastroentérica al ser ingerido. La fosfina liberada tiene efecto fumigante (172,174). En México el registro tiene uso restringido (figura 25).



Figura 25. Rodenticidas inorgánicos. Fosforo de Zinc en polvo para formulación de cebo; presentación comercial. (Fotografía de la autora).

b) Plaguicidas orgánicos.

Productos de síntesis, algunos copiando estructuras de los plaguicidas naturales e incorporando otros elementos en la síntesis, por ejemplo los piretroides que basan su estructura en los isómeros ópticos R o S de la piretrina ^(144,175). En 1949 fue sintetizada la Alletrina, el primer piretroide que fue la base para el desarrollo de las moléculas de este grupo. Los nicotinoides, plaguicidas de síntesis más modernos, basan su estructura en la muy antigua nicotina

Los rodenticidas anticoagulantes coumarínico son producto de síntesis imitando a las coumarinas, siendo común entre ellos la estructura 2H-1-benzopiranon-2-ona, extracto identificado en la planta coumarou o haba tonka (*Dipterix odorata Wild, Coumarouna odorante Aubul; Leguminosae*) (Figura 26) ⁽¹⁷⁶⁾. Una línea de investigación llevó al descubrimiento de la Warfarina, relacionado con síndrome hemorrágico o enfermedad del trébol dulce sufrido por bovinos y equinos en Norteamérica, provocado por

consumo de heno de trébol dulce (*Melilotus alba*) azumagado, debido a que las cumarinas de la planta eran transformadas por los hongos en un potente anticoagulante (Dicumarol). Esta sustancia empezó a utilizarse como raticida hacia 1940 denominándola Warfarina ⁽¹⁷⁷⁾.

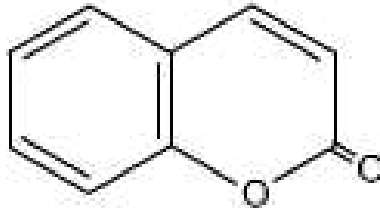


Figura 26. Estructura general de las Coumarinas. ⁽¹⁷⁸⁾.

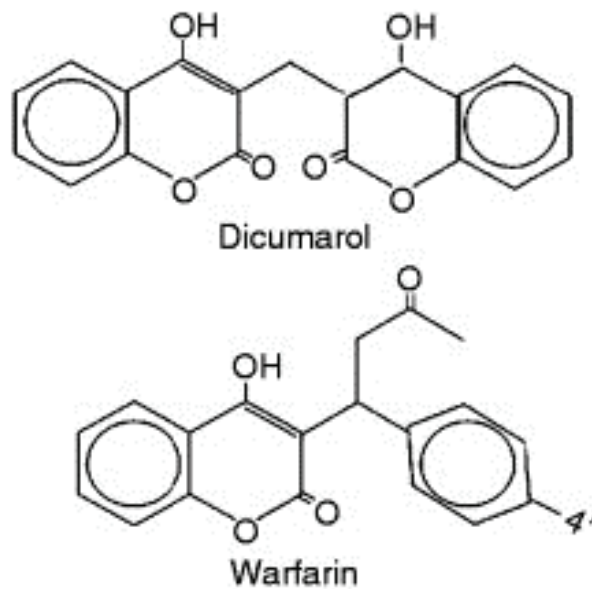


Figura 27. Estructura de Coumarina y Dicumarol (Warfarina) ⁽¹⁷⁷⁾.

-Plaguicidas naturales organometálicos: organomercuriales contienen mercurio y organoarsenicales, arsénico: arsenicales pentavalentes ⁽¹⁶⁹⁾.

Clasificación de los plaguicidas grupo químico ^(157,179):

Algunos ejemplos:

1. Plaguicidas químicos: de origen sintético, organizados de acuerdo a su composición química. Los ejemplos siguientes son los insecticidas y rodenticidas de uso más frecuente en áreas pecuarias, industriales y urbanas:

1.1 Organoclorados: carbonos clorados, contienen carbón, cloro e hidrógeno. Actúan sobre los sitios de acción a nivel del axón del nervio y la parte sensitiva del sistema nervioso periférico, causando interferencia en la transmisión del impulso nervioso, debido al inadecuado balance de los iones de sodio y potasio a través de la membrana celular, afectando el transporte activo y causando distorsión del potencial de membrana. Los canales de sodio dependientes del voltaje se encuentran ubicados en las membranas de las neuronas y son esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos ⁽¹⁷⁵⁾. Actualmente están en desuso en México por su alta persistencia en el ambiente y toxicidad (Convenio de Estocolmo y Convenio de Basilea) ^(152, 153).

- DDT: diclorodifeniltricloetano
- Lindano: HCH Hexaclorociclohexano o BCH benceno hexacloro
- Ciclodienos: carbonos cíclicos, Clordano; Aldrín, Dieldrín, Endrín.
- Endosulfan: agotamiento de inventarios en México para 2014 ⁽¹⁸⁰⁾.

1.2 Organofosforados: derivados del ácido fosfórico, afectan el sistema nervioso de la plaga mediante la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa mediante la fosforilación de la enzima. Esta enzima es la reguladora de la acetilcolina, debido a que es una esterasa que hidroliza a la acetilcolina. La acetilcolina es neurotransmisor sináptico, especialmente en las placas neuromotoras ^(179, 181).

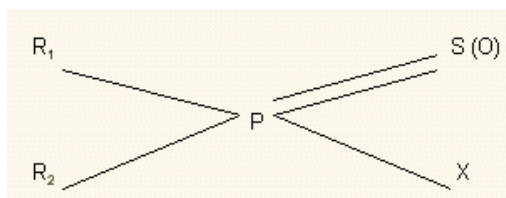


Figura 28. Estructura básica de los organofosforados ⁽¹⁸¹⁾.

En la estructura básica de los organofosforados *R1* y *R2* (figura 28) pueden ser alquilo, alcoxi, u ariloxi, amido u otros y *X* puede ser un grupo haluro, fenoxi, tiofenoxi, fosfato, carboxilato, etcétera ⁽¹⁸¹⁾. Cuando el átomo que se une al fósforo con el doble enlace es el oxígeno, el compuesto se denomina “oxon” y es un potente inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa y de otras esterasas. Los “tiones” presentan un átomo de azufre en vez del átomo de oxígeno, son inhibidores pobres de la acetilcolinesterasa, pero penetran las membranas biológicas más rápidamente que los oxones. Los oxones son más tóxicos que los tiones ⁽¹⁸¹⁾. Amplio espectro de acción insecticida y algunos de ellos contra arácnidos.

Se pueden clasificar en seis subclases de organofosforados:

- Fosfatos
- Fosforoditioatos doble ligadura al átomo de azufre y fósforo
- Fosforoditioatos con dos átomos de azufre, uno con doble ligadura.
- Fosforotiolato una ligadura simple de azufre al fósforo
- Fosfinato
- Fosforoamidatos, fósforo con ligadura simple a nitrógeno ⁽¹⁸²⁾.

También se clasifican en 13 grupos toxicológicos, difiriendo ampliamente las características fisicoquímicas y toxicológicas, incluso el espectro de eficacia biológica sobre plagas (cuadro 15) ⁽¹⁸³⁾.

Muchas organofosforados y carbamatos se encuentran en desuso en países como E.E.U.U y la Comunidad Europea por cuestiones regulatorias, como la restricción de uso en control de plagas en y alrededor de estructuras por la Ley de Protección de Calidad de Alimentos (FQPA) en 1996 la cual modificó la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA) en los E.E. U.U. ⁽¹⁷⁹⁾.

GRUPO	TIPO DE ENLACE QUIMICO	EJEMPLOS
ALIFATICOS		
FA-OM	P=O, con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo.	Acefato, diclorvós, dicrotofós, dimefox, fosfamidió, metamidofós, menvinfós, monocrotofós, naled, ometoato, oxidimetón metílico, oxifionfós, scherdán, triclorfón
FA-OE	P=O , con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Demetón, etropop, TEPP
FA-SM	P=S , con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo.	Demefión, dimetoato, formotión, isotioato, metacrifós, propentafós, tiometión
FA-SE	P=S , con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Clormenfós, demetón, disulfotón, etión, forato, terbufón, tiopirofosfato propílico
CICLICOS		
FC-OM	P=O , con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo	Crotoxifós, crufomato, MA-1200, heptenefós, stirofón
FC-OE	P=O, con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Clorfenvifós, fenamifós, profenofós
FC- SM	P=S , con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo	fenitrotion , fentió, paratió metílico, ronnel , temefós.
FC-SE	P=S, con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Bromofós etílico, clortiofós, diclorfentió, fensulfotió, fonofós, foxim, paratió etílico, protiofós, tricloronato
HETEROCICLICOS		
FH-OM	P=O , con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo	Azametifós, fospirato
FH-OE	P=O, con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Fosfolán, maretín, mefosfolán
FH-SM	P=S , con 1 ó 2 grupos metil unidos al átomo de P reactivo	Azinfós metílico, clorpirifos metílico, etrimfos, fosmet, menazón, metidatió, pirimifós metil, salitió
FH-SE	P=S, con 1 ó 2 grupos etil o propil unidos al átomo de P reactivo	Azinfós etílico, clorpirifos, coumafós, dialifor, diazinón, dioxatió, fosalone, isoxatió, isozofós, piridafentió, pirimifos etil, quinalfós, tionazín, triazofós
F-Cx	con 1 ó 2 grupos carboxietil	Fentoato, malatió

Cuadro 15. Organofosforados: Grupos toxicológicos ⁽¹⁸³⁾.

1.3 Carbamatos: ésteres derivados de los ácidos N-metil o dimetil carbámico. La inhibición de la acetilcolinesterasa por los carbamatos es reversible. Cuando esta enzima es inhibida por un carbamato, se dice que está carbamilada. En insectos, el efecto de los organofosforados y los carbamatos es principalmente el envenenamiento del sistema nervioso central, porque la unión neuromuscular de los insectos no es colinérgica, como lo es en los mamíferos ^(170,181). Amplio espectro de acción insecticida y control de arácnidos, como el Propoxur y Bendiocarb a altas dosis, bajo las recomendaciones de etiqueta de los fabricantes para el control de alacranes en México.

Los carbamatos de uso más común han sido:

- Carbaryl: continúa el uso autorizado por la USEPA para áreas verdes.
- Bendiocarb: todos los usos cancelados voluntariamente ante USEPA por Bayer desde 2001.
- Metomilo: utilizado en cebos mosquicidas.
- Propoxur: conserva registro de uso por USEPA, principalmente en formulaciones en aerosol ⁽¹⁷¹⁾.

1.4 Piretroides: síntesis con base en la estructura de las piretrinas aumentando la estabilidad de los compuestos. Actúan en el sistema nervioso de la plaga en el sistema nervioso central y periférico, interfiriendo con la bomba sodio-potasio. Los piretroides afectan tanto el sistema nervioso central como el periférico del insecto ^(147, 170, 175). Con base en su estructura química se clasifican a su vez en:

- Tipo I: contienen ciclopropano dimetil en la estructura química. Ejemplos: Permetrina, Betaciflutrina. Presentan un coeficiente de temperatura negativa, pareciéndose al DDT ⁽¹⁷⁰⁾.
- Tipo II: grupo alfa ciano en la estructura. Ejemplos: Cipermetrina, Lambda cyhalotrina, Deltametrina. Presentan coeficiente de temperatura positiva, que muestra un aumento de la mortalidad con el incremento de la temperatura ambiental ⁽¹⁷⁰⁾.

También han sido clasificados por “generación” con base en su dosis y eficacia (cuadro 16):

Generación	Piretroide (nombre común)
Primera	Alletrina, 1949. Primer compuesto obtenido con 22 reacciones químicas. Es fotolábil.
Segunda	Tetrametrina, 1965 Resmetrina, 1967 (20 veces más efectiva que el piretro) Bioresmetrina, 1967 (50 veces más efectiva que el piretro) Bioallethrina, 1969 Fenotrina, 1973 Son fotolábiles
Tercera	Fenvalerato, Permetrina: excepcional actividad insecticida de 0.1 kg ingrediente activo/hectárea y a su fotoestabilidad.
Cuarta	Bifentrina, Lambda-cihalotrina, Cipermetrina, Deltametrina, Fenpropatrina, Flucithrinato, Praletrina, Teflutrina, Tralometrina, Zeta-cipermetrina, Acrinatrina y Gamma-cihalotrin. La efectividad en el rango de 0.01 a 0.05 kg ingrediente activo/hectárea y fotoestables.

Cuadro 16. Clasificación de los piretroides por generación ^(170,179).

Los piretroides presentan amplio espectro de acción sobre insectos, ácaros y arácnidos de manera general y efecto de excito-repelencia (excitación y repelencia) en mayor o menor grado sobre las plagas, observado en mosquitos que al posarse sobre las superficies tratadas e irritarse con el piretroide se alejan volando por este efecto de excito-repelencia. Este efecto también ha sido observado en triatomas. La propiedad para generar excito-repelencia juega un papel importante en las estrategias de control de plagas dada la probabilidad de dosis subletales, resultando en baja mortalidad de la plaga, la expresión de mecanismos de resistencia o podría jugar a favor evitando que la plaga colonice edificaciones no infestadas tratándolas con piretroides y aprovechando este efecto ^(179, 184,185).

Algunos autores denominan a este efecto “Repelencia *sensus stricto*”, caracterizada por el efecto irritante sobre las extremidades del artrópodo, lo que ocasiona que éste se retire de la superficie tratada ⁽¹⁸⁶⁾.

1.5 Fenilpirazoles o Fiproles: Fipronil: actúa sobre el sistema nervioso central, antagonista del canal de cloruro regulado por GABA (gamma amino butírico), interfieren con los canales de cloruro en la membrana nerviosa bloqueándolos, interrumpiendo así la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas. Es no repelente y presenta un amplio espectro de acción sobre diferentes insectos, por contacto, ingestión y transferencia del compuesto por trofalaxia entre termitas ⁽¹⁷¹⁾.

1.6 Pirroles: Clorfenapyr: el principal mecanismo de acción del Chlorfenapyr es el desacoplamiento de la fosforilación oxidativa en la mitocobdria ⁽¹⁸⁷⁾. Una vez convertido en su metabolito activo, interrumpe el gradiente de protones a través de la membrana mitocondrial, lo que afecta la habilidad de las células para producir adenosín trifosfato (ATP) a partir de adenosín difostato (ADP). Esto lleva a la muerte celular y a la consecuente muerte del organismo ⁽¹⁸⁸⁾.

1.7 Nicotinoides. Clase nueva de insecticidas con un nuevo modo de acción. Denominados también como: nitro-quanidinas, neonicotinilos, neonicotinoides. Son sintetizados tomando como modelo la nicotina, actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos, causando un bloqueo irreversible de los receptores postsinápticos nicotinérgicos de la acetilcolina ⁽¹⁸⁸⁾. Existen tres generaciones de nicotinoides con base en su estructura química e interacción en los receptores postsinápticos para la acetilcolina ⁽¹⁸⁹⁾. Este grupo químico tiene diferente especificidad para insectos que para mamíferos, lo cual aumenta el margen de seguridad para el humano y animales domésticos ^(171,190). Poseen amplio espectro de acción insecticida, no causan repelencia y los mecanismos de intoxicación en la plaga son por contacto, ingestión y trofalaxia en termitas y hormigas ⁽¹⁷¹⁾.

Primera Generación o clronicotinas, clronicotinilos:

- Nitiazina
- Imidacloprid

Segunda generación: tianicotinilos:

- Acetamiprid
- Tiametoxam
- Nitenpiram
- Clotianidina
- Dinotefurán
- Tiacloprid.

Tercera generación: furanicotinil, en desarrollo.

Algunos de estos activos son utilizados en la formulación de cebos mosquicidas, cucarachicidas, hormiguicidas y termiticidas porque no repelen a la plaga (Figuras 29, 30, 31 y 32).



Figura 29. Cebo mosquicida a base de Thiamthoxam de uso pecuario (Fotografías de la autora).



Figuras 30. Cebo mosquicida a base de Thiamthoxam de uso pecuario y efecto en moscas (Fotografías de la autora).



Figura 31. Cebo hormiguicida a base de nicotinoide: Thiamethoxam uso urbano (Fotografías de la autora).

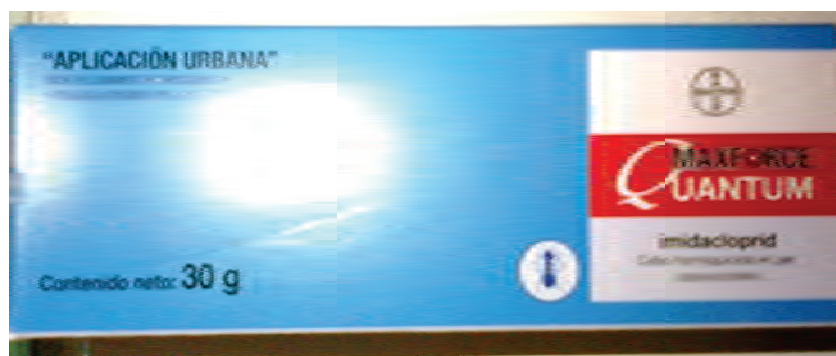


Figura 32. Cebo hormiguicida a base de nicotinoide: Imidacloprid de uso urbano (Fotografías de la autora).

1.8 Sulfonamidas fluoroalifáticas: Sulfruramida: inhibidor del metabolismo del insecto, desacoplando de la fosforilación oxidativa vía disrupción del gradiente de protones ⁽¹⁷¹⁾.

1.9 Avermectinas: lactonas macrocíclicas obtenidas de la fermentación del hongo Actinomiceto del suelo *Streptomyces avermitilis*, bloquean el neurotransmisor ácido gama aminobutírico (GABA) en la unión neuromuscular de insectos y ácaros. Ejemplos: Avamectina y Benzoato de Emamectina, utilizados en el control de cucarachas y otras plagas agrícolas. La Ivermectina se utiliza como endo y ectoparasitocida para uso veterinario ^(146, 171).

1.10 Spinosinas: Spinosad, Spinatoram. El Spinosad actúa alterando el ligamiento de la acetilcolina en los receptores nicotínicos de la acetilcolina en la célula postsináptica (171).

1.11 Aminohidrazonas: inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III. Cebos cucarachicidas con Hidrametilnona (171).

1.12 Reguladores del crecimiento (IGR's por sus siglas en inglés): clasificados en:

- Juvenoides: sustancias análogas a la hormona juvenil de los insectos. Aplicados sobre larvas y ninfas grandes, les impiden llegar al estado adulto y por lo tanto, interrumpen la reproducción. Además, provocan alteraciones fisiológicas que suelen conducir a una muerte rápida. Aplicados en los adultos, afectan la fertilidad y la fecundidad. Estos insecticidas no son tóxicos para abejas, aves, peces ni fauna silvestre.
 - Metoprene –para el control de mosquitos y pulgas,
 - Hidroprene –para cucarachas y orugas.
 - Piriproxifén –para moscas blancas y domésticas, mosquitos y cucarachas.
 - Fenoxicarb -para cucarachas, pulgas, orugas, hormigas bravas y cochinillas (191,192).
- Benzoilfenilureas: inhiben la biosíntesis de quitina de los insectos impidiendo la formación normal del exoesqueleto de los insectos. En el caso del Diflubenzurón se observó que la despolarización de la membrana de la vesícula a través de la inhibición del canal de K⁺ conduce a la inhibición de la síntesis de quitina (191,192).
 - Ciromazina
 - Triflumurón o Triflumurona
 - Lufenurona
 - Hexaflumurón o Hexaflumorona
 - Diflubenzurón o Diflubenzurona
 - Novalurón o Novalurona
 - Teflubenzurón o Teflubenzurona
 - Bistriflurona
 - Buprofezina

- Clorofluazurona
 - Flucicloخورona
 - Flufenoxurona
 - Noviflumurona
 - Penflurona
 - Teflubenzurona
- Diacilhidrazinas
 - Triazinas
 - Tiadizinas ⁽¹⁹²⁾.

1.13 Indoxacarb. Bloqueador del canal de sodio dependiente del voltaje. Bloquea los canales de sodio, causando el colapso del sistema nervioso y parálisis. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones del nervio. Es una de las moléculas más recientes incluidas en los Modos de acción (MoA) por el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (Insecticide Resistance Action Committee-IRAC) ⁽¹⁹³⁾

1.14 Fumigantes: poseen una capacidad excepcional para la difusión, una propiedad esencial para su función plaguicida se utilizan para el control de plagas en recintos cerrados, dada la alta volatilidad de la mayoría de estos productos. Algunos pueden penetrar con facilidad a través de la ropa protectora de hule y de neopreno, así también como de la piel en los seres humanos. También pueden ser absorbidos rápidamente a través de la membrana pulmonar, del intestino y de la piel. Se requiere el uso de absorbentes especiales en las máscaras respiratorias para protección de los trabajadores expuestos a los gases fumigantes en el aire. Algunos de ellos actúan a nivel de sistema nervioso central, otros afectan el sistema respiratorio causando edema pulmonar. La mayoría están prohibidos por la US EPA (cuadro 17) ^(179, 181,194).

Grupo	Fumigantes
Halocarburos	Tetraclocuro de carbono*, cloroformo*, triclorometano*, cloropicrina*, dibromocloropropano1,2*, dicloropropano*, dicloropropileno*, 1,3 dicloropropano*, dibromuro de etileno*, dicloruro de etileno*, dicloroetano*, bromuro de metilo, cloruro de metileno*, paradiclorobenceno*
Hidrocarburos	Naftaleno
Compuestos de Nitrógenos	Acrilonitrilo*, cianuro de hidrógeno*, ácido cianhídrico*, ácido prúsico
Óxidos y aldehídos	Acroleína, 1,2 epoxietano, óxido de etileno, formaldehído, oxirano, paraformaldehído
Compuestos de fósforo	Fosfina liberada del fosfuro de aluminio o del fosfuro de magnesio
Compuestos de azufre	Disulfuro de carbono*, dióxido de azufre, fluoruro de sulfurilo

Cuadro 17. Listado de fumigantes ⁽¹⁹²⁾.

1.12 Rodenticidas: destinados al control de roedores. La lista es extensa, dividiéndose principalmente en rodenticidas no anticoagulantes cuyos efectos son de tipo agudo (cuadro 18) (figuras 33, 34 y 35) y rodenticidas anticoagulantes cuyo efecto es crónico afectando la coagulación (cuadro 19).

RODENTICIDAS NO ANTICOAGULANTES	MECANISMO TÓXICO	EFEECTO	USO PROHIBIDO EN MÉXICO
Sulfato de Talio	Metal pesado	Agudo	X
Fósforo Amarillo y blanco	Corrosivo, daña todos los tejidos con los que entra en contacto.		X
Estricnina	Toxina natural (<i>Nux vomica</i>), causa convulsiones violentas por excitación directa de las células del sistema nervioso central, principalmente del cordón espinal. Bloqueador de la glicina.	Agudo	X
Fluoracetato de Sodio 1080	Bloquea el Ciclo de Krebs en la formación de ácido fluorocítrico, inhibiendo la aconitasa y acumulando ácido cítrico.	Agudo	X
Cloralosa	Anestésico con la propiedad de inducir convulsiones mioclónicas.	Agudo	X
Fosforo de Zinc (Zn_3P_2)	Envenenamiento por liberación de gas fosfina (PH_3) en el tracto digestivo y edema pulmonar.	Agudo	Uso restringido
Brometalina	Familia de la difenilamina. Causa disminución de producción de adenosin trifosfato (ATP), disminuye la energía celular, desacoplando la fosforilación oxidativa de las mitocondrias en el sistema nervioso central. Causa edema pulmonar, ataxia, parálisis, depresión del sistema nervioso, coma. Toxicocinética: concentraciones plásmaticas a 4 horas de ingestión (rata).	Agudo Muerte en 3 días. Unidosis	Registro en uso pecuario y urbano.
Colecalciferol	Forma activada de la vitamina D, vitamina D3. Toxicidad a riñón y miocardio por hipercalcemia. Daño hepático. Poliuria, polidipsia, proteinuria y azotemia por lesión aguda en los túbulos renales debido a la hipercalcemia, causando la muerte.	Agudo	Registro en uso urbano.

Cuadro 18. Síntesis de los plaguicidas no anticoagulantes de uso rodentocida^(146, 172,173, 174,189, 195, 196).



Figura 33. Brometalina: Fastrac® pellets (Fotografía de la autora).



Figura 34. Brometalina: Fastrac® pellets (Fotografía de la autora).



Figura 35. Brometalina: Rat Hunter® pellets y bloques ⁽¹⁹⁷⁾.

La Warfarina, así como los derivados de las coumarinas y las indandionas, deprimen la síntesis hepática de los factores esenciales para la coagulación sanguínea dependientes de vitamina K: II (protrombina), VII, IX y X, lo que causa el efecto antiprotrombina predisponiendo a hemorragias. Algunas indandionas causan señales y síntomas de daños neurológicos y cardiopulmonares en ratas de laboratorio conduciendo a la muerte antes de que ocurra hemorragia. Lo cual explica mayor toxicidad de las indandionas en los roedores ⁽¹⁷²⁾.

RODENTICIDAS ANTICOAGULANTES	MECANISMO TOXICO	USO AUTORIZADO EN MEXICO
	Actúan interrumpiendo el ciclo de la vitamina K en los microsomas hepáticos, inhibiendo la enzima epóxido-reductasa y bloqueando el proceso de reciclaje de la hidroquinona, forma activa de la vitamina K. El efecto tóxico es crónico.	
PRIMERA GENERACION	Multidosis: varias ingestas para acumular la dosis letal.	
Derivados de la coumarina	Circulan unidos en un 99% a la albúmina, presentan bajo volumen de distribución y metabolismo hepático. Warfarina, Coumatetralil	X
Indandionas.	Pindona, Difacinona, Clorfacinona	X
SEGUNDA GENERACION	Unidosis: una sola ingesta para llegar a dosis letal	
Derivados de la coumarina ó Superwarfarinas.	Gran liposolubilidad y volumen de distribución elevado, se concentran en hígado y existe recirculación enterohepática. Brodifacoum, Bromadiolona, Floucoumafén, Difenacoum	X
Tiopiranonas	Difetialona	X

Cuadro 19. Síntesis de plaguicidas anticoagulantes de uso rodenticida^(64,146,171,172,198,199).

Los quimiosterilizantes para roedores se clasifican dentro de los rodenticidas misceláneos clasificados por la USEPA. Algunos datan de los años 80's, utilizados en el control de algunas especies silvestres, sin embargo en el control de roedores comensales no han tenido auge debido a que a pesar de ser quimiesterilizados los roedores, éstos continuarían alimentándose y contaminando ⁽¹⁷¹⁾. La marca Epibloc® de la compañía Gametrics Limited, fue el primer quimioesterilizante-rodenticida registrado en USEPA y conserva su registro vigente, pero no existe comercialmente en México. Es fabricado a base de Alpha-chlorohydrin (3-chloro-1, 2-propanediol) al 1%, que actúa solamente en los machos de *Rattus norvegicus* (rata noruega) como un esterilizante irreversible causando epididimitis en la cabeza del epidídimo (figuras 36 y 37) a la dosis subletal; a dosis letal se comporta con efecto agudo ^(200, 201, 202).

Considerando la resistencia a los anticoagulantes de primera generación ya comprobada, el riesgo de la expresión de resistencia a los rodenticidas anticoagulantes de segunda generación por roedores comensales^(203, 204), aunado a los efectos por intoxicación de tipo primaria, por el consumo directo de éstos y de tipo secundaria, a través de la cadena trófica en la fauna silvestre depredadora y carroñera con anticoagulantes, así como con los rodenticidas agudos, incluso la intoxicación de la fauna insectívora que consume insectos que a su vez ingirieron rodenticidas anticoagulantes como las cucarachas ⁽²⁰⁶⁾, es muy importante evaluar estrategias de control más específicas para el control de roedores, minimizando el impacto ambiental, abriendo un área de oportunidad para la investigación relativa a quimioesterilizantes, que idealmente esterilicen la población de machos y hembras, que sean combinables con las herramientas del Manejo Integrado de Plagas y el arsenal químico ya existente, minimizando el impacto a las poblaciones silvestres que conviven en el entorno, incluso de las unidades de producción pecuaria.

Estudios en fase experimental conducidos por el Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis plantean como alternativa quimioesterilizante el uso de coumestrol en roedores *Rattus norvegicus* de laboratorio (comunicación personal, en proceso de publicación). El coumestrol, a diferencia de Epibloc®, presenta efecto quimiesterilizante en machos y hembras, además de tener un espectro con potencial para el MIP en otras especies de

mamíferos como murciélagos hematófagos y cánidos en condición de calle ^(206, 207). Epibloc® solo es efectivo en *Rattus norvegicus machos* pero el efecto es reversible en otros roedores y lagomorfos, siendo ello una limitante comparativamente con coumestrol.

El coumestrol, fitoestrógeno de la familia de los coumestanos presente en plantas como la alfalfa (*Medicago sativa*) y el germen de soya (*Glycine max*). A dosis muy pequeñas de 100 µg/ kg en la dieta de los roedores afecta el desarrollo neuroendócrino de ratas lactantes de ambos géneros. En hembras lactantes, a dosis repetidas vía oral, es posible inducir síndrome anovulatorio y en machos se ha observado disminución importante de peso, de libido y de la cantidad y frecuencia de la eyaculación ⁽²⁰⁶⁾.

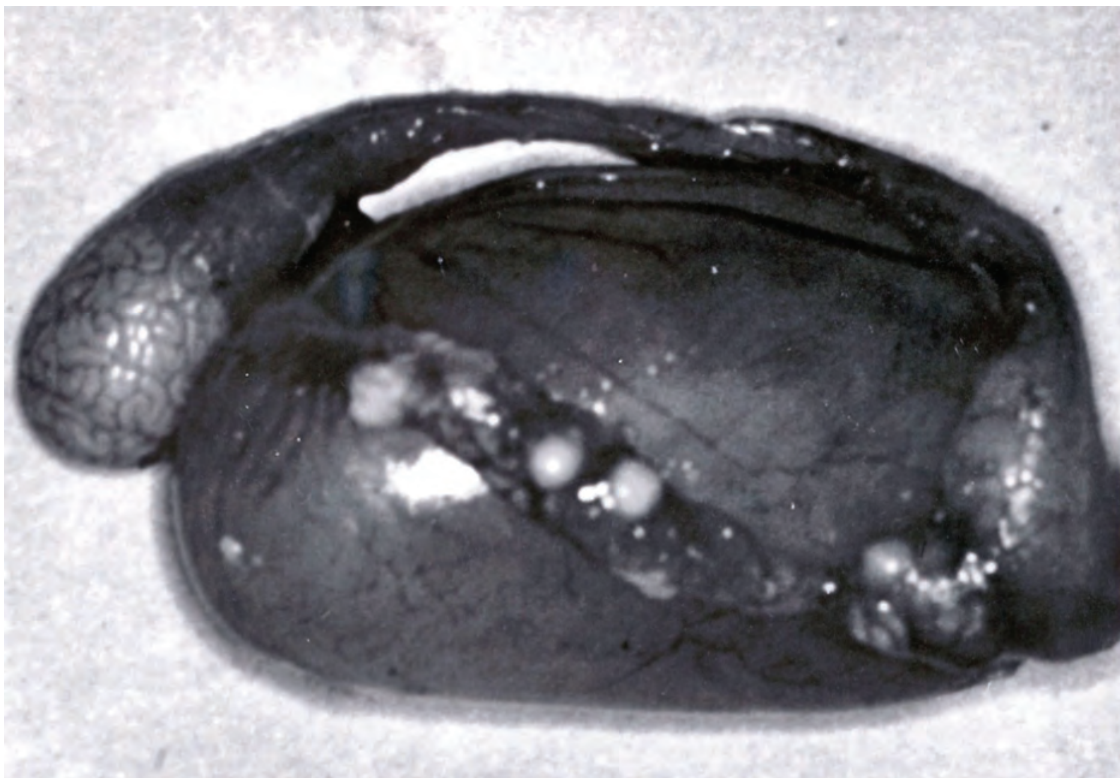


Figura 36. Lesiones macroscópicas: inflamación testicular y lesión en la cabeza del epidídimo causadas por Epibloc® ⁽²⁰⁰⁾.

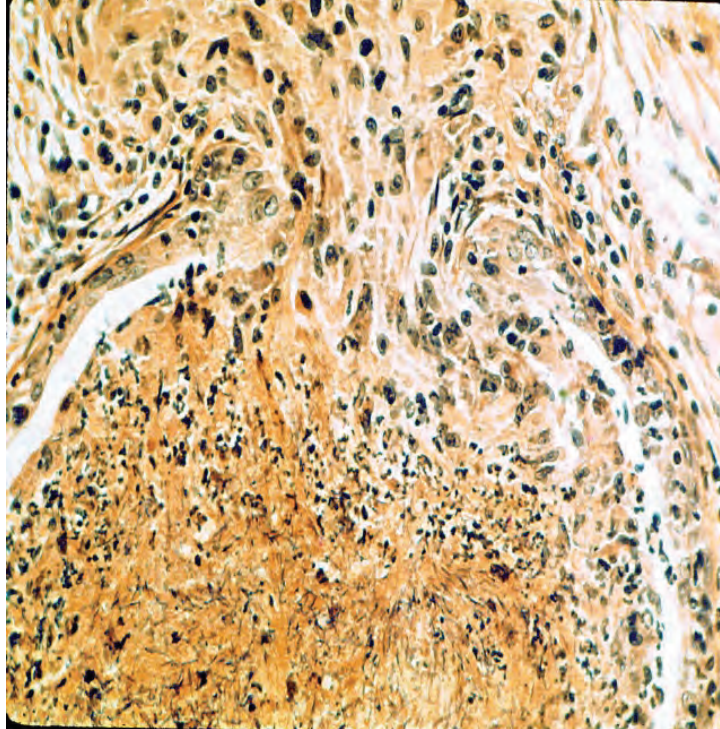


Figura 37. Lesiones microscópicas: granuloma espermático en la cabeza del epidídimo causadas por Epibloc® ⁽²⁰⁰⁾.

1.13 Repelentes.

Históricamente se creía erróneamente que si una sustancia era repugnante para los humanos sería igualmente repelente para los insectos molestos o para aves y mamíferos (figura 38).

Algunos repelentes utilizados: dimetil ftalato, Indalone®, Rutgers 612®, dibutil ftalato, varios repelentes MGK®, benzoil benzoato, el repelente para la ropa de los militares (N-butil acetanilida), dimetil carbato (Dimelone®) y dietil toluamida (DEET, Delphene®). De estos, solo continúa en uso el DEET para el control de mosquitos y moscas picadoras. La mayoría de estos productos han perdido sus registros y ya no están disponibles ⁽¹⁷⁰⁾.

En 1999, la EPA ha registrado un nuevo repelente de insectos, N-metilneodecanamida. En lugar de ser usado sobre los humanos para repeler a los insectos, se aplica a los pisos, paredes y otras superficies de las casas para repeler cucarachas y hormigas ⁽¹⁷⁰⁾.

También se han desarrollado repelentes para especies vertebradas: repelentes para roedores y aves a base de sustancias odoríferas e irritantes (figura 38).



Figura 38. Repelentes para aves y roedores (Fotografías de la autora)

2.- Bioplaguicidas o insecticidas biorracionales. La USEPA ha informado que para finales del 2001 había casi 200 ingredientes activos registrados que comprenden como unos 800 productos. Tienen como características muy bajos niveles de toxicidad para especies no objetivo de control por la especificidad a plagas, generalmente las dosis de uso son bajas, rápida descomposición en el medio ambiente. Hay tres categorías de la USEPA ^(157,170).

- Plaguicidas microbianos: el ingrediente activo es un microorganismo: bacteria, hongo, virus o protozooario con especificidad para una plaga o un grupo de plagas. Ejemplo: *Bacillus thuriengensis* o *Bt*, tiene efecto larvicida, pero cada cepa tiene una combinación proteica específica para las larvas de algunas especies, como *Bt israelensis* para control de larvas de mosquitos de géneros *Aedes*, *Anopheles* y *Culex*, vectores del Dengue, Malaria y West Nile Virus (virus de la Encefalitis del Oeste del Nilo), Encefalitis Equina Venezolana, Viruela Aviar y filariasis ⁽¹⁷⁰⁾.
- Plaguicidas Bioquímicos: sustancias naturales que actúan por mecanismos no tóxicos sobre las plagas. Feromonas sexuales que interfieren con el

apareamiento y extractos aromáticos atrayentes que atraen a la plaga a las trampas de captura ^(157,170).

- Protectores incorporados a las plantas o PIP's: las plantas las producen a partir del material genético que ha sido añadido a la planta (principalmente plantas transgénicas, por ejemplo, maíz y *Bacillus thuriengensis*. ^(157,170).

3.-Dispositivos para el control de plagas: diseñados para capturar, destruir, repeler o mitigar plagas. No requieren registro ante la US EPA pero están regulados por normas de importación, exportación, etiquetado y empaque en los Estados Unidos de América. Trampas electrónicas de luz negra, trampas engomadas, cebaderos, cercos eléctricos para repeler aves, mallas antipájaros ⁽¹⁵⁷⁾.

Clasificación de tipo regulatoria en México.

La clasificación está contenida en el Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Substancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos ⁽⁸⁸⁾:

Artículo 7.- Los productos cuyo registro se sujetará al procedimiento previsto en el presente Reglamento, se clasifican en:

I. Plaguicidas

a) Químicos:

a.1) Técnicos, y

a.2) Formulados para uso:

a.2.1) Agrícola

a.2.2) Doméstico

a.2.3) Forestal

a.2.4) Industrial

a.2.5) Jardinería

a.2.6) Pecuario

a.2.7) Urbano.

b) Plaguicidas Bioquímicos:

b.1) Semioquímicos o infoquímicos:

b.1.1) Feromonas, y

b.1.2) Aleloquímicos:

b.1.2.1) Alomonas, y

b.1.2.2) Kairomonas.

c) Microbiales:

c.1) Bacterias;

c.2) Hongos;

c.3) Virus;

c.4) Nemátodos, y

c.5) Protozoarios.

d) Botánicos.

e) Misceláneos ⁽⁸⁸⁾.

Clasificación por la persistencia del plaguicida en el ambiente.

La persistencia es la propiedad de un plaguicida para permanecer activamente en el medio ambiente per se o través de sus metabolitos: se define como la capacidad de cualquier plaguicida para conservar sus características físicas, químicas y funcionales en el medio ambiente, en el cual es transportado o distribuido, durante un periodo limitado después de su emisión. Los plaguicidas que persisten más tiempo en el medio ambiente tienen mayor probabilidad de interactuar con los diversos elementos que conforman los ecosistemas ⁽²¹⁰⁾.

La persistencia no es una característica deseable ya que puede causar efectos nocivos a largo plazo a la microflora y microorganismos del suelo y agua útiles y a la cadena trófica. Ejemplos de ello son el DDT y el Lindano ⁽¹⁴⁴⁾.

El comportamiento de un plaguicida en el ambiente se relaciona con las propiedades fisicoquímicas de la molécula y sus mecanismos de transporte, así como las características medio ambientales y la geografía del lugar en que se le encuentra ⁽²¹⁰⁾ y depende de:

- a) Las condiciones fisicoquímicas del plaguicida: estabilidad de la molécula.
- b) Las condiciones fisicoquímicas del suelo: textura, pH, contenido de materia orgánica.
- c) La acción microbiológica en condiciones anaeróbicas y aeróbicas (sin o con oxígeno).
- d) Los factores climáticos: luz, humedad, temperatura, lluvia, viento ⁽¹⁴⁴⁾.

Los cuadros siguientes son formas de clasificación de acuerdo a este criterio (cuadros 20 y 21):

PERSISTENCIA	TIEMPO	EJEMPLOS
Ligeramente persistente	Menor de 4 semana	Malatión
Poco persistente	De 4 a 26 semanas	
Moderadamente persistente	De 27 a 52 semanas	Clordano
Altamente persistente	De 1 a 20 años	DDT
Permanente	Mayor a 20 años	Arsenicales, Mercuriales

Cuadro 20. Clasificación de plaguicidas por rango de persistencia en tiempo ⁽¹⁴⁴⁾.

CLASE	VIDA MEDIA	EJEMPLOS
No persistentes	0-12 semanas	Malatión
Persistentes	Más de 6 meses	Clordano, Toxafeno, 2,4-D, DDT
Permanentes	Más de 20 años	Arsenicales, Mercuriales.

Cuadro 21. Clasificación de plaguicidas por tiempo de vida media ⁽¹⁴⁴⁾.

Modos de acción de los plaguicidas.

Esta clasificación es la establecida por el Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (Insecticide Resistance Action Committee-IRAC) ^(193, 211).

Un modo de acción implica por lo general la identificación de la proteína responsable del efecto biológico, aunque se pueden agrupar compuestos cuando comparten efectos fisiológicos característicos y tienen estructuras químicas relacionadas ^(193, 211).

La clasificación de modos de acción (MdA) de IRAC una guía para seleccionar los insecticidas y/o acaricidas a usar en una estrategia de manejo de resistencia a insecticidas/acaricidas (MRI) eficaz y sostenible. Las estrategias de Manejo de Resistencia a Insecticidas (MRI) tienen como objetivo prevenir o retrasar la evolución

de resistencias a los insecticidas, o ayudar a que una población de insectos en la que ha aparecido resistencia retome su susceptibilidad ^(193, 211).

La resistencia a insecticidas definido por IRAC: “un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga” ^(193, 211).

A continuación se resume la Clasificación de IRAC para los insecticidas por sus MoA, versión 7.2 Febrero 2012 (cuadros 22, 23 y 24) ^(193, 211).

IRAC: CLASIFICACION de insecticidas por modo de acción (MoA)			versión 7.2	Moléculas (ejemplos)	
Grupo principal y punto de acción primario		Subgrupo químico o materia representativa			
1	Inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa Acción en Sistema Nervioso: inhibición de la acetilcolinesterasa, causando hiperexcitación. Esta hiperexcitación causa la acción de excitación y neurotransmisión de la acetilcolina en la sinapsis nerviosa.	1A CARBAMATOS 1E ORGANOFOSFORADOS 2 ACOLICOLINOS			
2	Antagonistas del receptor GABA en el canal de cloro Acción en Sistema Nervioso: bloqueo del canal de cloro activado por GABA provocando hiperexcitación y convulsiones. GABA es el principal neurotransmisor de los insectos.	2B FENILPIRAZOLES (Fiprosi)			
3	Moduladores del canal de sodio Acción en Sistema Nervioso: mantienen abiertos los canales de sodio. Causando hiperexcitación y en algunos casos bloqueo nervioso. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción lo que genera las acciones nerviosas.	3A PIRETRINOS			
4	Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina Acción en Sistema Nervioso: tienen la acción agrotóxica de la acetilcolina en la recepción, provocando hiperexcitación. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso del insecto.	4A Neurotoxinas			
5	Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina Acción en Sistema Nervioso: actúan alástéricamente los receptores provocando la hiperexcitación del sistema nervioso.	4B Nicotina			
6	Activadores del canal de cloro Acción en Sistema Nervioso: actúan alástéricamente el glutamato en canales de cloro, causando parálisis. El glutamato es un importante neurotransmisor excitador en insectos.	5 SPINOSINAS 6 ANISOPROCTINAS			
7	Inhibidores de la hormona juvenil Aplicados en el estado premetamórfico, estos compuestos interrumpen el modo de la metamorfosis.	7A ANALOGOS DE LA HORMONA JUVENIL 7B FENILACETANOS			
8	Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio)	7C PIRIPRODIFEN 8A ALICOLIDOS 8B OROBORVINA 8C OLFURIO DE SUIFURO 8D CIPAX 8E NECTO TARTARICO			

Cuadro 22. Clasificación IRAC para los insecticidas por sus MoA parte 1 (versión 7.2 febrero 2012) ^(193, 211).

Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia reesemiativa	Moléculas (ejemplos)
19 Agonista del receptor octopamina Acción en Sistema Nervioso. Activa los receptores octopamina, dando lugar a hiperexcitación, ya que es el agente de la adenilina, a neurohormona de lucha o huida de los insectos.	AMITRAZ	Amilfaz
20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III (punto de acople III). Metabolismo de la energía. Inhiben el transporte de electrones en el complejo III, impidiendo el uso de la energía por las células.	20A-ETIPARTELADINA 20B-ACEQUINOCL 20C-FLUOROPYRIM	Hidantetrina Aoxunol Fluazotín
21 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I. Metabolismo de la energía. Inhiben el transporte de electrones en el complejo I, impidiendo el uso de la energía por las células.	21A-ACAFLOBASEINSECTOCAS METI 21B-PTENDINA	Fenacquin, Serpentinato, piracabén, tebufenpiad Rolenona Ionomacat.
22 Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje. Acción en Sistema Nervioso. Bloquean los canales de sodio, causando el colapso del sistema nervioso y parálisis. Los canales de sodio están involucrados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones de nervio.	22A-INDACARPB 22B-METAMFELUZINA	Metilumazona
23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa. Síntesis lipídica, regulación del crecimiento Inhiben la coenzima acetil A carboxilasa, que forma parte del primer paso de la biosíntesis de los lípidos, causando la muerte del insecto.	DEFAMADOS DE ACIDOS TETROMIDY TETRAMIDO 24A-FOEPRIMS 24B-DIAMUFO	Sotrodolán, Epronefán, Spinetoramal Fosfuro de almidno cloruro de-akt, fosfuro de magnesio, Carvuo
25 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial II. Metabolismo de la energía. Inhiben el transporte de electrones en el complejo II, impidiendo el uso de la energía por las células.	DEFAMADOS BETA-KETIMTRILO DIAMONS	Cianopriatón, Cylumecolón Ciantranipiro, Cigantranipirole, Fuberidamida.
28 Moduladores del receptor de la rianodina Acción nerviosa y muscular. Activan los receptores musculares de la rianodina, provocando contracción y parálisis. Los receptores de la rianodina intervienen en la liberación de calcio en el citoplasma desde las reservas intracelulares.	ACADOPAL-TINA BIFENAZATO BENCODIMATO BROMOPROPILATO CHINMETONATO CIBOLTA DIOFOL PRADIMUL PREFULQUAZON	Acadiazina Bifenazato Bencodimato Bromopropilato Chinmetonato Cibolita Diofol Pradifl Puliquason
un Compuestos de modo de acción desconocido o incierto. se mantendrá en la categoría "un" hasta que se tengan evidencias que permitan clasificarlo en el grupo de modo de acción más apropiado		

Cuadro 24. Clasificación IRAC para los insecticidas por sus MoA parte 3 (versión 7.2 febrero 2012) ^(193, 211).

Formulaciones plaguicidas y su manejo responsable.

Los ingredientes activos corresponden al químico que actuará controlando la plaga propiamente, mientras que los ingredientes inertes ayudan a transportar y permitir que el ingrediente activo llegue a la plaga de manera más segura y facilitando su aplicación, su manejo y la posibilidad de medir sus efectos ⁽²¹²⁾.

Los productos disponibles para el Manejo Integrado de Plagas (MIP), salvo algunas excepciones como los gases o el ácido bórico, no se encuentran en grado técnico o como ingrediente activo, ya que esta concentración es la máxima a la cual se sintetiza o purifica la molécula, en general los productos se expenden como productos formulados⁽¹⁷⁹⁾.

El producto formulado es por tanto la mezcla de la materia activa con otros componentes para hacerla más efectiva y utilizable. Las partes de que consta un formulado son:

- A. Uno o más ingredientes activos. Es la parte más importante del formulado, la que le da sus características de agente. En su síntesis el ingrediente activo puede presentarse como sólido, líquido, o incluso gas.
- B. Disolventes, diluyentes o materiales sólidos, todos inertes, que sirven de vehículo para la materia activa, facilitando su aplicación en campo al conseguir volúmenes manejables.
- C. Coadyuvantes, que modifican las propiedades físicas o químicas de las materias activas y del formulado, facilitando su empleo en campo. Ejemplo de alguna de ellas son: agentes tensioactivos o mojantes, adherentes, emulsionantes, estabilizantes, agentes antiespuma, aceites vegetales, etc.
- D. Aditivos, como colorantes, agentes repulsivos, irritantes, etc. ⁽²¹³⁾.

El “Catalogue of pesticide formulation types and international coding system” publicado Crop Life International (revisión 2008), es la guía mundial para codificar las formulaciones plaguicidas ⁽²¹⁴⁾. Ejemplo de las formulaciones más comunes en los cuadros (cuadros 25 y 26) e ilustraciones siguientes (figuras 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45):

FORMULACIONES SOLIDAS	DENOMINACION	DESCRIPCION	USO Y EJEMPLOS
LISTAS PARA SU USO	POLVOS SECOS (DP, DUST POWDER)	Mezclas entre insecticidas en seco con algún tipo de polvo inerte como talcos, arcillas o cenizas.	Aplicación en grietas y hendiduras. Acido Bórico.
	POLVOS DE CONTACTO O RASTREO (CP)	<i>Idem.</i>	Polvos de rastreo para roedores. Inconveniente: riesgo por inhalación involuntaria o por ser dispersados a otros lugares por acción del viento. Ejemplos: polvos con Warfarina o Coumatetralil
	POLVOS SOLUBLES (PS)	Presentan aspecto sólido, de polvo, pero tiene los coadyuvantes necesarios para poderlos disolver en agua. Dilución de la(s) substancia(s) activa(s) en agua, en forma de solución verdadera, pudiendo contener auxiliares de formulación insolubles	Disminuyen el taponamiento de boquillas en los equipos de aplicación. Sulfato de cobre.
	POLVOS HUMECTABLES (WP, WETTABLE POWDER)	Se les añade agua y agitando forman una suspensión que hay que mantener mediante agitación continua	Ideales para el tratamiento de superficies rugosas y absorbentes.
	GRANULADOS: -Granulos (GR) -Gránulos dispersibles en agua (WG) -Gránulos soluble (GS) -Microgránulos (MG)	El ingrediente activo se adhiere a partículas de mayor tamaño. El material sólido inerte que se utiliza puede ser arena, arcilla e incluso cáscaras de semillas u otros materiales de origen vegetal. El ingrediente activo se fija al gránulo por: - Adsorción: que es la atracción química/física entre el ingrediente activo y la superficie del sólido. - Absorción: que es la entrada del ingrediente activo a través de los poros que presenta una superficie sólida	GR: Larvicidas con Temefós para control de mosquitos. WDG: Larvicidas con <i>Bacillus thuriensis</i> .
	TABLETAS (TB): Tabletas dispersables (WT), Tabletas solubles (ST)	Producto sólido en forma de tablas pequeñas, para aplicar en forma directa luego de su disolución o dispersión en agua.	Larvicidas para control de mosquitos. Impregnación de pabellones y textiles para control de mosquitos.
	CEBOS (RB): GRANULADOS (AB) PELLETS (RB), BLOQUES (BB), GELES (PC), PASTAS (PA)	Algunos cebos se formulan con parafina para que puedan resistir la humedad ambiental y prolongar así su vida útil. Los cebos por lo general presentan algún atrayente o sustancia alimenticia para hacerlos atractivos para la plaga blanco, como por ejemplo estar combinados con granos o semillas como son el caso de los cebos para roedores y aves. Los geles proveen fuente de agua a la plaga para aumentar su atraktividad.	Cebos rodenticidas, avicidas, cucarachicidas, hormiguicidas, termiticidas. Se aplican preferentemente dentro de equipos cebaderos.
	FUMIGENO (FU)	Formulación combustible, generalmente sólida y de diferentes formas, la cual durante su combustión o ignición, libera la(s) substancia(s) activa(s) en forma de humo	Tratamiento volumétrico de instalaciones (m ³): bodegas, silos, cajas de trailer, casas, etc.

Cuadro 25. Algunas formulaciones sólidas. Adaptado de "Catalogue of pesticide formulation types and international coding system". Crop Life International (revisión 2008) (212,213,214,215).

FORMULACIONES LIQUIDAS	DENOMINACION	DESCRIPCION	USO Y EJEMPLOS
LISTAS PARA SU USO	ULTRA BAJO VOLUMEN (UL)	Líquido homogéneo listo para su uso con equipos de ultra bajo volumen (UBV o ULV, por sus siglas en inglés).	Aplicaciones espaciales en áreas abiertas o en áreas cerradas con equipo para ultra bajo volumen.
	AEROSOL (AE)	Es un recipiente cerrado herméticamente con una válvula, que contiene una formulación, ésta se encuentra presurizada para descargar por acción del propelente pequeñas gotas que generan una nube insecticida.	Productos listos para aplicación de uso doméstico, urbano y pecuario.
	ACEITE CONCENTRADO (AL)	Corresponde a una dilución gradual de un alto porcentaje de "insecticida técnico" en un solvente que pueda contener esta cantidad de solución.	Aplicación con equipo de Ultra Bajo Volumen (UBV) y otras aplicaciones no residuales tanto en interiores como exteriores.
	LACA (LA)	Formulación líquida, homogénea, de aplicación directa, en base a solventes y en la que el principio activo utiliza una resina sintética como soporte. Se debe formar una película homogénea, de tal manera que la materia activa se libera de forma progresiva, para que perdure en el tiempo y ofrezca una alta persistencia. Para conseguir esta película homogénea la aplicación ha de realizarse con brocha. Es necesario que el insecto se ponga en contacto con la superficie tratada para que se produzca la absorción por la cutícula.	Tratamiento de maderas
	GAS (GA)	Gas licuado. Algunos productos plaguicidas vienen en recipientes a presión, como gas licuado. Cuando se extraen de ellas pasan a la fase gaseosa.	Bromuro de metilo. Tratamientos espaciales (m3).
REQUIEREN MEZCLARSE PARA SU DILUCION	CONCENTRADO EMULSIONABLE (EC ó CE)	Líquido homogéneo para ser aplicado como emulsión, luego de ser diluido en agua. El ingrediente activo se disuelve en solventes orgánicos, aromáticos o alifáticos, al no ser miscible con el agua, se añaden emulsionantes y otras sustancias que permiten que al adicionar agua y agitar se forme una emulsión estable.	Algunos concentrados emulsionables pueden disolverse en agua o solventes derivados del petróleo como diésel, kerosenos, aceite mineral o incluso aceite de soya de acuerdo a lo indicado en etiqueta.
	LIQUIDO SOLUBLE (SL).	El ingrediente activo ya está disuelto en el vehículo, y el formulado es directamente soluble en agua.	
	SUSPENSION LIQUIDA, SUSPENSION CONCENTRADA, FLOABLE (SC)	El ingrediente activo es un sólido finamente dividido o micronizado incluido en una suspensión y al añadir agua se produce la dilución del formulado, pero manteniendo la suspensión.	Gran variedad de marcas y activos en el mercado con residualidad variable. Bajo olor a la aplicación y mayor margen de seguridad por mezclarse con agua.
	SUSPOEMULSION (SE)	Formulación heterogénea fluida consistente de una dispersión estable de sustancias activas en la forma de partículas sólidas y glóbulos finos en una fase acuosa continua.	
	CAPSULAS EN SUSPENSION, MICROENCAPSULADO (CS)	Tecnología que consiste en que el ingrediente activo se recubre de un material sintético y forma una microcapsula. Así el formulado puede ser mezclado con agua para su aplicación. Una vez realizada la aplicación se libera el ingrediente activo durante tiempos prolongados a medida que la cobertura se va deteriorando. Por tanto, aumenta la eficacia del tratamiento, requiere menos tratamientos y menos precisión en el momento de aplicación. Al estar la materia activa encapsulada garantiza la buena preservación del insecticida frente a factores de degradación e impide determinadas reacciones químicas tales como fotólisis, oxidaciones, etc, independientemente del tipo y porosidad de la superficie tratada.	Las microcápsulas se adhieren al cuerpo de los artrópodos cuando estos transitan sobre las superficies tratadas, el principio activo es liberado desde éstas, penetrando a través de la cutícula y ejerciendo su acción. La residualidad y eficacia de las formulaciones de Syngenta son ideales para situaciones en las que se requiere amplio espectro, aplicaciones sin olores ni manchas y residualidad de 6 meses. Amplio margen de seguridad, se mezclan solo con agua.

Cuadro 26. Algunas formulaciones líquidas. Adaptado de "Catalogue of pesticide formulation types and international coding system". Crop Life International (revisión 2008) (212,213,214,215).



Figura 39. Concentrado emulsionable. Icon 2.5CE y Actellic[®] 50 CE (Syngenta). (Fotografías de la autora) y emulsión obtenida con la mezcla en agua⁽²¹⁵⁾.



Figura 40. Formulación líquida. Aerosol⁽²¹⁶⁾.



Figura 41. Formulación líquida. Suspensión concentrada o flow (SC) (Fotografías de la autora).



Figura 42. Formulación líquida: suspensión encapsulada o microencapsulado (CS) (Fotografías de la autora producto y folleto Demand® 2.5CS –Syngenta).

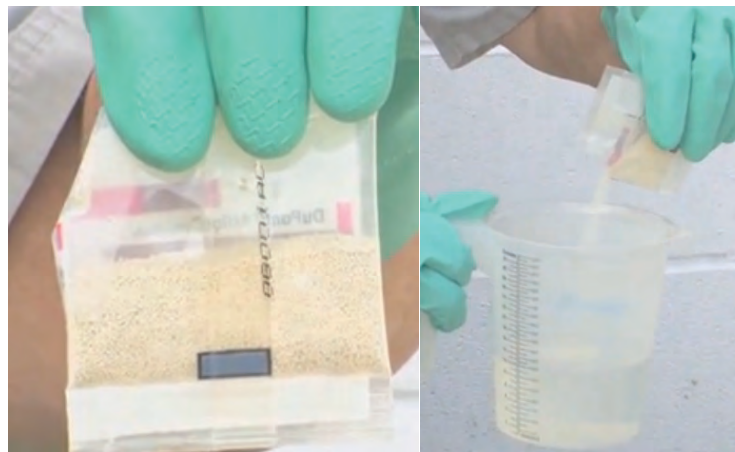


Figura 43. Formulación sólida: gránulos dispersibles en agua (WG) ⁽²¹⁶⁾.

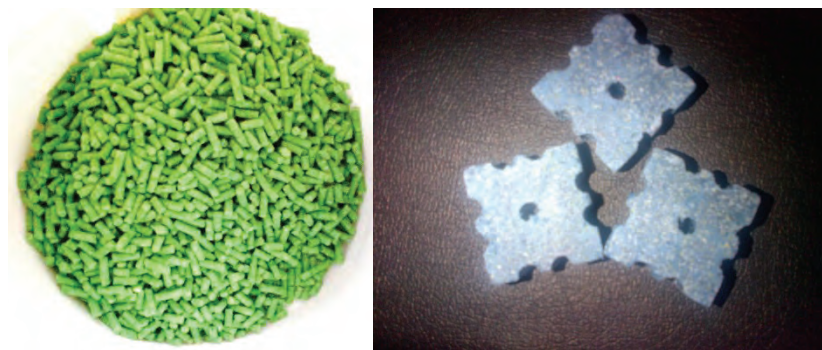


Figura 44. Formulaciones sólidas, cebos (RB): pellets (Brometalina cebo rodenticida) y bloques extruidos (Weatherblok® XT). (Fotografías de la autora).



Figura 45. Formulaciones sólidas, cebos (RB): cebo mosquicida (Snip[®] Novartis) y cebo hormigüicida en gel (Optigard[®] Ant Gel Syngenta). (Fotografías de la autora).

Conociendo el tipo de formulaciones disponibles, la forma como actúan, sus ventajas y desventajas, dependerá entonces del profesional seleccionar el producto a utilizar, con base en las consideraciones siguientes, dado que el MIP es “situacional”, cada situación es diferente, no existe un plaguicida “panacea”, se deben integrar métodos y realizar un uso racional de los plaguicidas y técnicas de aplicación ⁽²¹²⁾.

- Autorización sanitaria vigente en México
- Categoría toxicológica
- Plaga a tratar
- Hábitos y conductas de la plaga
- Tipo de superficie a tratar
- Disponibilidad de equipos de aplicación e implementos de seguridad
- Seguridad para el aplicador y las personas o animales cercanos
- Tipo de ambiente (exteriores o interiores)
- Tipo de actividad de la empresa donde se desarrollará el tratamiento.
- Presencia de enemigos naturales de las plagas, fauna silvestre.
- Presencia de insectos benéficos (polinizadores).
- Época del año.
- Residualidad del tratamiento.
- Daños que pueden producir a los inmuebles o mercancías (pinturas, decoloración, presencia de residuos, etc.)

- Relación costo tratamiento.
- Antecedentes de resistencia de las plagas ^(171, 212)

El manejo responsable de los plaguicidas.

A pesar de que algunos plaguicidas son de categoría toxicológica muy baja es importante un manejo responsable de los mismos desde su almacenamiento, manipulación y mezcla, aplicación y manejo de residuos evitando la exposición a vapores, gases y partículas que estos puedan generar ⁽²¹⁷⁾.

Existen tres vías principales de absorción de los plaguicidas (Figura 46):

- a. Oral
- b. Dérmica por piel y mucosas
- c. Inhalación

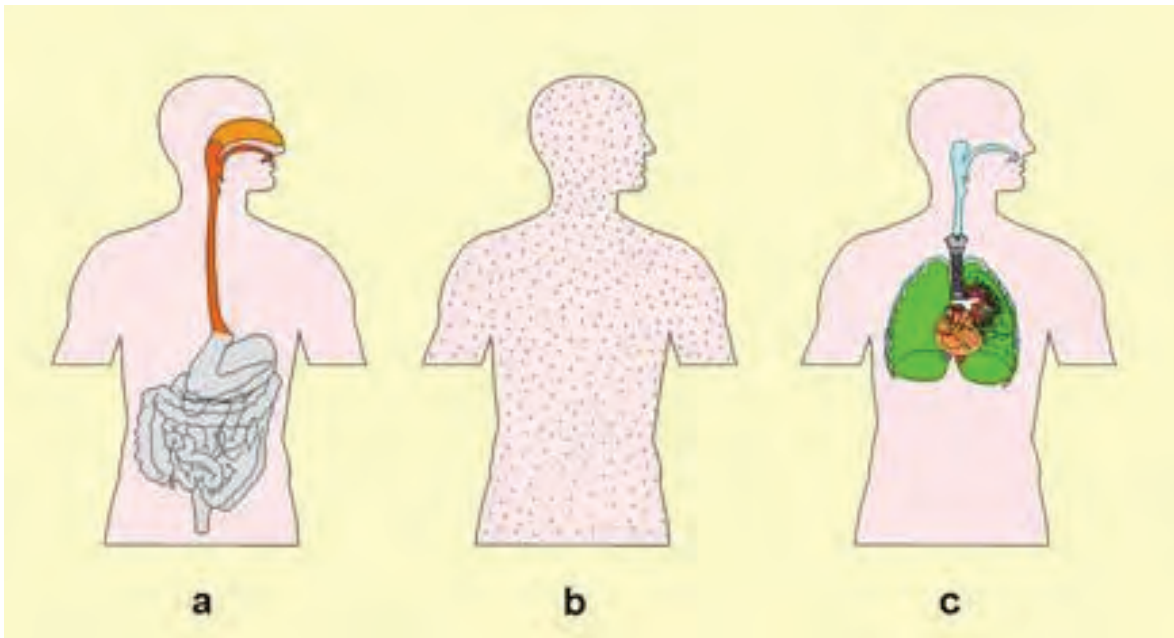


Figura 46. Vías de entrada de los plaguicidas al cuerpo ⁽²¹⁸⁾.

La USEPA clasifica el nivel de protección de la manera siguiente:

Nivel A: el mayor potencial de exposición y riesgo de contaminación requiere el mayor nivel de protección para la piel, vías respiratorias y ojos. Se requiere ropa con presión positiva y máscara facial completa con equipo de respiración (SCBA), totalmente encapsulado, guantes y botas resistentes a productos químicos ^(217, 219) (figura 47).

Nivel B: requiere el máximo nivel de protección respiratoria, con menor nivel de protección de la piel. Utilizar máscara facial completa con equipo de respiración autónomo (SCBA), ropa resistente a productos químicos con capucha, protección facial, guantes y botas resistentes a productos químicos ⁽²¹⁷⁾.

Nivel C: a diferencia entre el nivel C y la protección de nivel B es el tipo de equipo utilizado para proteger el sistema respiratorio, el principal criterio para el nivel C es que las concentraciones atmosféricas y otros criterios permiten seleccionar usar un respirador o mascarilla con filtro de aire ⁽²¹⁷⁾. Existen diferentes filtros de aire que se adaptan a las mascarillas, las cuales pueden ser de media cara o careta completa (figura 47).

Nivel D: requiere protección mínima como guantes, overoles, gafas de seguridad, careta resistente a productos químicos, botas con puntera de acero o zapatos ⁽²¹⁷⁾.

Las Hojas de Seguridad de Materiales o Material Safety Data Sheet (MSDS) contienen datos relevantes sobre los riesgos prevenibles para cada formulación plaguicida, resultando imprescindible tener este documento antes de aplicar un plaguicida o decidir su elección y compra. El equipo de protección está directamente relacionado con la información contenida en las MSDS y las instrucciones de usos de la etiqueta.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establece las normas para las medidas de seguridad laborales para prever los riesgos por exposición a plaguicidas como se comentó en el Capítulo III de este manual ^(104, 105, 106, 107, 108, 109, 110).



Figura 47. Ropa de protección para nivel A con presión positiva y máscara facial completa con equipo de respiración (SCBA) ^(217, 219, 220) (arriba) y protección para nivel C ^(217, 221) (abajo).

Antes de utilizar un plaguicida deberá leerse detenidamente la etiqueta del producto, la cual contiene de manera general la siguiente información (figura 48):

- Contenido del envase : ingrediente activo e inertes
- Tipo de formulación.
- Registro o autorización sanitaria
- Fabricante y distribuidor
- Advertencias sobre la peligrosidad del plaguicida de acuerdo a su categoría toxicológica de acuerdo a la norma de etiquetado vigente.
- Precauciones que se deben tener en el uso y manejo del producto
- Primeros auxilios y tratamiento médico
- Instrucciones de uso y dosis autorizadas
- Cómo limpiar el equipo, almacenamiento o disposición de residuos
- Responsabilidades civiles relativas al producto
- Compatibilidad con otros productos, cuando proceda
- Fechas de fabricación/formulación y vencimiento
- Pictogramas de prevención y protección en su uso ⁽¹⁸¹⁾ (figura 49).

El uso correcto de los plaguicidas reduce el riesgo de intoxicación para el aplicador y para las personas que reingresan al área tratada. También determinan la eficacia de la aplicación, siempre y cuando no exista expresión de resistencia en la población plaga, entendiéndose como resistencia “un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga” (IRAC) ⁽²¹¹⁾.

"PRIMEROS AUXILIOS"

- "ALEJE A LA PERSONA DEL AREA"
- "EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS O PIEL, LAVESE CON ABUNDANTE AGUA."
- Retire a la persona intoxicada de la fuente de contaminación, para evitar mayor contacto.
- Considere atención médica inmediatamente y muéstrele la etiqueta al médico.
- Mantenga al paciente abrigado y en reposo.
- Si ha habido alguna salpicadura en los ojos, lívelos por lo menos 15 minutos con agua corriente.
- Si hubo contacto con la piel, lave cuidadosamente con agua y jabón y quite la ropa contaminada a la persona.
- Si ha ingerido el producto, no provoque el vomito.

"EN CASO DE MALESTAR POR SOBREEXPOSICIÓN, LLEVE AL PACIENTE CON EL MEDICO Y MUESTRELE ESTA ETIQUETA"

"RECOMENDACIONES AL MEDICO." Para mayor información en caso de intoxicación llame a:

TELEFONOS DE EMERGENCIA SINTOX
Lada sin costo 01 800 00 828 00
01 (85) 6598-4669 / 5611-2854
SERVICIO GRATUITO LAS 24 HRS./365 DIAS DEL AÑO

ALMACENAR EN AMBIENTES SECOS

Klerat Pellet es un rodenticida anticoagulante, activo contra todas las especies de roedores urbanos como son *Rattus norvegicus*, *R. rattus* y *Mus musculus* que causan daño en instalaciones domésticas. Es activo contra especies de roedores que presentan resistencia a otros anticoagulantes.

"NO SE DEJE AL ALCANCE DE LOS NIÑOS"



Rodenticida en pellets

"USO DOMÉSTICO"

"COMPOSICION PORCENTUAL" % EN PESO

INGREDIENTE ACTIVO:
brodifacoum 0.005
(Equivalente a 0,05 g de i.a./Kg)

INGREDIENTES INERTES: 99.995
Ingredientes inertes y colorantes TOTAL 100

CONTENIDO NETO: 40 Kg

© Marca Registrada de una Compañía del Grupo Syngenta.

"¡ALTO, LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO!"

"PRECAUCIONES Y ADVERTENCIA DE USO"

Este producto es ligeramente tóxico por lo que deberá evitar su ingestión, inhalación, contacto cutáneo y ocular. Se considera tóxico para especies animales de sangre caliente que no son objeto de control.

- "ANTES DE APLICAR ESTE PRODUCTO PROTEJA LOS ALIMENTOS Y ENSERES DE COCINA."
- "NO SE APLIQUE EN PRESENCIA DE PERSONAS Y ANIMALES DOMESTICOS."
- "NO REUTILICE ESTE ENVASE."
- "EVITESE EL CONTACTO CON LOS OJOS."
- No coma, beba, ni fume durante el uso y manejo de este producto.
- Klerat Pellet contiene 10 ppm de "BITREX", sustancia amarga preventiva de ingestión humana accidental.
- Proteja la piel con guantes.
- Evite todo contacto por vía oral.
- Evite que los niños, animales domésticos y aves tengan acceso a los cebos. No use el producto donde los alimentos para consumo humano o animal se puedan contaminar.
- Después del tratamiento, retire todo resto de cebo y recipientes utilizados.
- Entierre todos los roedores muertos encontrados.
- Guarde todo el producto sobrante en el envase original, cerrado y en un lugar seguro, fuera del alcance de los niños y de los animales domésticos.
- Al terminarse el producto, destruya el envase rompiéndolo. No lo reutilice.
- Antes de comer, beber, fumar o dedicarse a otra actividad lávese las manos y la piel expuesta al producto.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:

- NO SE TRANSPORTE NI ALMACENE JUNTO A PRODUCTOS ALIMENTICIOS, ROPA O JUGUETES.
- Conserve en su envase original cerrado mientras no se use.
- Almacéñese en un lugar seguro, bajo llave, o la sombra y protegido de la intemperie.

Una muestra de análisis con copyright de Syngenta, S.A. de España en el marco de un convenio de colaboración con el Servicio de Control de Alimentos del Gobierno Vasco.

RECOMENDACIONES DE USO Y DOSIS EN AREAS DOMESTICAS:

1. Limpie el área infestada lo mejor posible.
2. Retire todo material alternativo que sirva como alimento a los roedores.
3. Revise semanalmente los puntos de cebado y reemplazarlos cuando sea necesario.
4. Cuando haya cesado la actividad de los roedores, recoja todo el cebo no consumido y destrúyalo.
5. Conforme aparezcan los roedores muertos, recojidos y entierrelos lejos de los cultivos domésticos, alimento y de las fuentes de agua.
6. Mantenga algunos puntos de cebo permanentes para evitar reinfestaciones.
7. Klerat Pellet no causa recole al cebo. No es necesario el pre-cebado en el área a tratar.
8. Los roedores mueren de 3 a 8 días después de consumir pequeñas cantidades de producto, dependiendo del estado físico y edad del roedor.
9. Coloque el cebo a los primeros indicios de infestación de roedores y repita la operación a intervalos semanales o más frecuentemente si es necesario.
10. El número y tamaño de los cebaderos a usar dependerá de la severidad de la infestación.
11. Las ratas prefieren alimentarse en sus madrigueras.
12. Los ratones se alimentan esporádicamente y les gusta explorar nuevos objetos y lugares, por lo que es recomendable mover los cebaderos ocasionalmente.
13. Los cebos son consumidos más fácilmente cuando se colocan en las madrigueras. Se debe evitar el acceso de animales domésticos.
14. Es recomendable mover los puntos de cebado ocasionalmente.
15. No aplique en presencia de niños y animales domésticos.
16. Se recomienda el uso de Klerat Pellet en interiores y proteger el producto de la humedad.

DOSIS RECOMENDADAS:

PRESENTACION:
Klerat Pellet

PLAGA	USO	INFESTACION ALTA	INFESTACION BAJA
RATA	En instalaciones domésticas	50 gramos de cebo cada 5 metros.	25 gramos de cebo cada 5 a 10 metros.
RATON		20 gramos de cebo cada 2 metros.	10 gramos de cebo cada 3 a 5 metros.

GARANTIA:
Syngenta Agro, S.A. de C.V. garantiza que el producto es apto para los fines recomendados por la empresa, por lo que se obliga a cubrir al consumidor los gastos razonablemente erogados y a reemplazar el producto defectuoso en el domicilio indicado en la etiqueta, siempre y cuando éste haya sido adquirido en su envase original, protegido por el sello de garantía y dentro del periodo de caducidad del mismo.
No aplica cuando la efectividad del mismo haya sido influenciada por condiciones climáticas y del suelo, resistencia, técnica de aplicación, se haya utilizado en especies diferentes a las indicadas o por el uso de un método de aplicación distinto al sugerido en las instrucciones. Por lo que no asume responsabilidad alguna por daños o accidentes ocasionados durante su transporte, almacenamiento, manejo, aplicación inadecuada, así como la desobediencia a interpretaciones erróneas de las instrucciones de uso.

REG.: RSCO-DOM-RODE-501-03-04-0-006
REG. EPA.: 100-1052
HECHO EN INGLATERRA

FORMULADO POR
Syngenta Limited
30 Priestley Road,
Surrey Research Park,
GL2 7YH Guildford,
Inglaterra
Tel.: (44) 1483 260236

Al aplicar Después de aplicar




PRECAUCION




Figura 48. Etiqueta del plaguicida. (Archivo de la autora).

Pictogramas de recomendaciones


Use guantes


Use botas.


Use protección facial


Use tapa bocas


Use máscara respiradora


Use oberoil


Use delantal


Lávese después del uso

Pictogramas de precauciones


Peligroso
Dañino a animales


Peligroso
Dañino a peces,
no contamine lagos, ríos, etc

Figura 49. Algunos pictogramas precautorios contenidos en etiquetas de plaguicidas⁽²²²⁾.

Manejo de intoxicaciones

Los plaguicidas son sustancias tóxicas, son venenos por lo que su manejo debe ser responsable.

Paracelso (Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493 – 1541) En 1564 publicó una Trilogía. La primer parte de la obra consiste en las Siete Defensas, de la que la más conocida es la tercera, en la que hace una apología del uso de venenos en sus prescripciones y establece uno de los más importantes pensamientos toxicológicos de todos los tiempos. Aunque escrito en alemán, se hizo famosa la traducción latina anotada al margen: "*dosis sola facit venenum*" ⁽²²³⁾.

"¿Hay algo que no sea veneno? Todas las cosas son veneno, y no hay nada que no lo sea. Solamente la dosis determina que una cosa sea o no veneno" ⁽²²³⁾.

En los casos de intoxicaciones con plaguicidas, la vía principal de entrada es la dérmica.

Del 2005 al 2009 han aumentado las cifras de intoxicados por plaguicidas, dentro del boletín que emite el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) de la Secretaría de Salud, encontramos un aumento de 3,174 a 3,229 casos siendo los estados con mayor reporte de Intoxicados los siguientes: Jalisco, Michoacán, Veracruz, Nayarit, Guerrero, Chiapas, Edo. México, Sinaloa y Morelos ⁽²²⁴⁾. A pesar de los esfuerzos de difusión y capacitación sobre la prevención de intoxicaciones, la estadística para 2012 es de 4,156 casos de intoxicaciones por plaguicidas en el Boletín Epidemiológico publicado por la Dirección General de Salud (DGS) de la Secretaría de Salud ⁽²²⁵⁾. Sin embargo, no todos los casos de intoxicación son notificados al Servicio de Información Toxicológica (SINTOX).

En caso de intoxicación por plaguicidas se debe acudir inmediatamente al médico y el Servicio de Información Toxicológica (SINTOX) proporciona atención las 24 horas los 365 días del año en los teléfonos Lada sin costo 01 800 00 928 00 y 01 (55) 5598-6659/ 5611-2634 . Reportes de intoxicación del SINTOX para el 2012 revelan que los grupos químicos como organofosforados y piretroides son los mayormente se reportan

(figura 50) ⁽²²⁶⁾. SINTOX botiquines disponibles para intoxicaciones con plaguicidas (figura 51).

Factores que aumentan el riesgo de intoxicación con plaguicidas:

- Trabajar largo tiempo.
- Usar productos con mayor toxicidad.
- Manejar productos concentrados.
- Manipular muchos plaguicidas diferentes.
- No usar o usar inapropiadamente los equipos de protección personal (EPP) ⁽²²²⁾.

El origen de la intoxicación puede ser:

- Voluntaria: cuando la persona por voluntad propia ingiere el tóxico.

- Criminal: cuando otra persona suministra el tóxico.

- Accidental: se da una ingestión accidental del tóxico.

-Ocupacional: se da por la exposición continua al tóxico, en una labor desempeñada ⁽²²²⁾.

Los síntomas más comunes por intoxicación aguda por plaguicidas:

- Vértigo (mareos)
- Cefalea (dolores de cabeza)
- Falta de coordinación en los movimientos del cuerpo
- Náuseas (ganas de vomitar)
- Diarrea Transpiración (sudoración excesiva)
- Temblores Sensación de debilidad
- También se pueden presentar: Convulsiones, comportamiento irracional, pérdida del conocimiento ⁽²¹⁸⁾.

Los primeros auxilios recomendados son:

- Objetivo de primeros auxilios: preservar la vida del paciente.
- Prevenir el empeoramiento del estado de salud.
- Promover la recuperación.
- En caso de intoxicación por vía respiratoria: Retire el paciente del área contaminada. Si posible, asistirlo con respiración artificial o con oxígeno por vía nasal. Solicite ayuda médica. Afloje la ropa o quítela y lave la piel con agua y jabón. Protéjase las manos con guantes (hule) y utilice máscara con filtro.
- En caso de intoxicación por vía dérmica Retire la ropa del paciente. Lave la piel completamente con agua y jabón. En caso de salpicarse con el plaguicida, proceda como si estuviere intoxicado, quítese la ropa y lávese.
- Intoxicación por vía oral Induzca el vómito si el paciente está consciente (si posible, lea la etiqueta sobre indicación o no del mismo). Solicite ayuda médica. Si cuenta con carbón activado, darlo para ingestión inmediata.
- Intoxicación por vía ocular Lavar con abundante agua limpia sin presión por lo menos durante 15 minutos. Los plaguicidas se absorben rápidamente a través de los ojos y además los irritan. Ayúdese con una tercera persona que mantenga abiertos los ojos del intoxicado. Solicite ayuda médica.
- Procedimientos básicos a considerar al proporcionar primeros auxilios: Solicitar ayuda: Médico, ambulancia y SINTOX. Evite la contaminación suya y la recontaminación del intoxicado. Descontamine al intoxicado. Compruebe la conciencia del accidentado. Induzca el vómito (solo en casos específicos). Coloque al intoxicado en posición de recuperación. Aplique respiración artificial. Mantenga al intoxicado en reposo y bajo vigilancia. Proteja a la víctima durante las convulsiones. Traslade al intoxicado al centro médico más cercano y lleve la etiqueta del plaguicida que le intoxicó. Dé seguimiento al caso ^(218, 227).

El tratamiento específico dependerá del grupo químico del plaguicida involucrado en la intoxicación, existiendo antídotos para algunos de ellos. Algunas publicaciones de consulta para el Médico:

- “Recognition and management of pesticide poisonings”, publicación en línea de la USEPA con procedimientos actualizados para el manejo de intoxicaciones⁽²²⁸⁾.
- Guía para el tratamiento médico de emergencia en caso de intoxicaciones por agroquímicos, del SINTOX publicada por la AMIFAC ⁽²²⁹⁾.
- Protocolos de manejo del paciente intoxicado publicado por la Universidad de Antioquia en Colombia y Syngenta ⁽²³⁰⁾.
- Manejo de intoxicaciones por plaguicidas publicado por Bayer ⁽²³¹⁾.

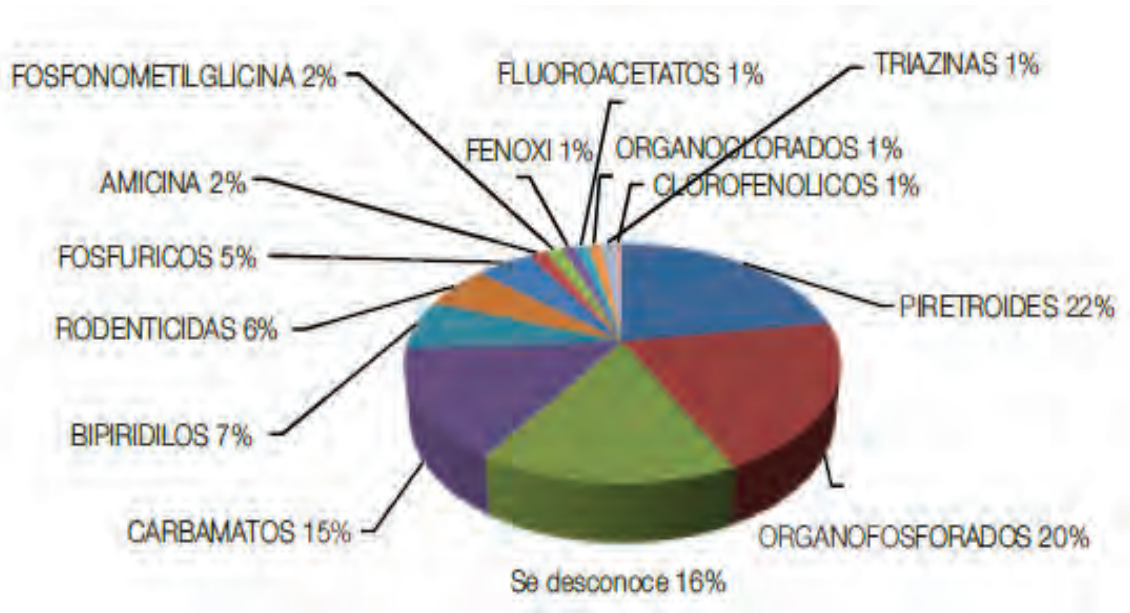


Figura 50. Casos reportados al SINTOX^{MR} por grupo químico en 2012 ⁽²²⁶⁾.

MEDICAMENTOS	CANTIDAD
Toxogonin	1 caja con 5 ampolletas de 1ml c/u
Sulfato de Antropina 1mg	10 ampolletas de 1ml c/u
Vit K1 (Fitomenadiona) de 10mg	5 ampolletas de 1ml c/u
Avapena 25 mg	1 caja con 20 Grageas
Carbón Activado	4 Frascos de 50 gr c/u
Sulfato de Sodio	4 Frascos de 50 gr c/u
Bentonita	4 Frascos de 50 gr c/u
Guantes de nitrilo	1 par
Folleteria	Guía médica, Manual de primeros auxilios y Gota.

Figura 51. Botiquín SINTOX^{MR} para intoxicaciones por plaguicidas ⁽²²⁷⁾

Capítulo IV

Equipos de aplicación.

Es muy importante que para la aplicación de los plaguicidas el equipo a utilizar esté construido con materiales que son resistentes a la corrosión y formulaciones químicas, que no se deteriore con el uso normal para no afectar el funcionamiento del equipo (OMS) ⁽²³²⁾.

Existe una gran variedad de oferta de equipos de aplicación, sin embargo es importante conocer para qué técnica de aplicación fueron diseñados y formulación de plaguicidas pueden utilizarse, de acuerdo al tipo de plaga.

Clasificación de equipos y técnicas de aplicación de plaguicidas.

De manera general la Organización Mundial de la Salud (OMS ó WHO) establece las siguientes categorías para los equipos relacionados al control de vectores en Salud Pública, así como las especificaciones técnicas de los mismos para las campañas sanitarias ⁽²³²⁾:

- Bombas de compresión manual para aspersion.
- Equipo atomizador motorizado de mochila o motomochila.
- Equipo de nebulización en frío portátil (generador de aerosol).
- Equipo de nebulización en frío para montaje en vehículos (generador de aerosol).
- Equipo de termonebulización.
- Equipo de termonebulización para montaje en vehículos ⁽²³²⁾.

Sin embargo las técnicas de control de plagas en unidades de producción pecuaria y áreas de proceso de alimentos requieren de una gama más amplia que las citadas y los equipos están directamente relacionados con las formulaciones plaguicidas ⁽¹⁷¹⁾.

- Equipo para aplicación de polvos: espolvoreadores manuales de fuelle, de émbolo y eléctricos. Se utilizan para la aplicación de polvos secos (DP) para control de artrópodos y polvos de rastreo para roedores (figura 52) ⁽¹⁷¹⁾.

- Equipos para aplicación de cebos: dispositivos o pistolas para optimizar la aplicación de cebos cucarachicidas u hormiguicidas en pasta o gel. También se incluyen las estaciones de cebado o cebaderos (figuras 53 y 54) ⁽¹⁷¹⁾.
- Equipos para aplicación de líquidos: dependiendo de la técnica de aplicación se pueden dividir en :
 - Bombas de compresión manual para aspersión: es muy importante que estén equipadas con manómetro para poder medir la presión de trabajo y que cuenten con un kit de boquillas para diferentes gastos y técnicas de aspersión. Utilizadas cuando se pretende dar un cubrimiento de áreas, ya sea para aplicación de plaguicidas con característica residual (largo periodo de eficacia) o para los de baja residualidad. El tamaño de gota es grande en un espectro del tamaño de gota de 200 a 400 μm (micrones) y con un volumen de diámetro medio (VMD) de 250 a 350 μm (Figura 55 y 56) ^(171, 232, 233).
 - Motomochila para aspersión: Cubrimiento de áreas a mayor velocidad. También para plaguicidas residuales o de baja residualidad. Tamaño de gota es grande en un espectro del tamaño de gota de 200 a 400 μm (micrones) y con un volumen de diámetro medio (VMD) de 250 a 350 μm (figura 57) ^(171, 232, 233).
 - Equipos nebulizadores motorizados para generación de aerosoles de Bajo Volumen (BV o LV). Tamaño de gota pequeño en un espectro del tamaño de gota de 50 a 200 μm y con un volumen de diámetro medio (VMD) de 75 a 150 μm ^(232., 233). Incluye equipos para aplicación a grietas y hendiduras o microinyectores (figura 58).
 - Equipos nebulizadores para generación de aerosoles con aditamento para ultra bajo volumen (UBV o ULV). Tamaño de pequeño de gota en un

espectro del tamaño de gota de 0 a 100 μm y con un volumen de diámetro medio (VMD) de 25 a 50 μm (figura 59) ^(232, 233).

- Equipos para nebulización en frío portátiles o para montaje en vehículo. Generan tamaños de gota muy pequeño entre 0 y 50 μm con un volumen de diámetro medio (VMD) de 15 a 20 μm (Figuras 60, 61,62)^(171,232,233).
 - Aerosoles: latas plaguicida que es expulsado por el propelente generando gotas muy pequeñas.
 - Equipos para generación de aerosoles Bajo Volumen (BV ó LV)
 - Equipos para generación de aerosoles Ultra Bajo Volumen (UBV ó ULV)
- Equipos generadores de nebulización en caliente o termonebulizadores portátiles y para montaje en vehículos. Generan tamaños de gota muy pequeño entre 0 y 50 μm con un volumen de diámetro medio (VMD) de 15 a 20 μm (figura 63) ^(171, 232, 233).
- Equipos para aplicación de espuma. Utilizados para formulaciones que tienen especificaciones técnicas para la mezcla con sustancias espumantes tensioactivas para plaguicidas. Algunos plaguicidas con esta indicación Demand® 2.5CS, Icon® 10CS, Optigard® Flex (Syngenta). Técnica utilizada para la aplicación a áreas huecas y falsos plafones de las estructuras o edificaciones en donde se refugian los insectos rastreros. Un equipo de esta clase es el Versa Foamer 4000 de B&G (figura 64) ⁽²³⁵⁾.
- Gases comprimidos: pueden venir en latas a alta presión o en contenedores de tanque herméticos con válvula para regular la presión. Ejemplo Bromuro de metilo, CO₂. ⁽¹⁷¹⁾.

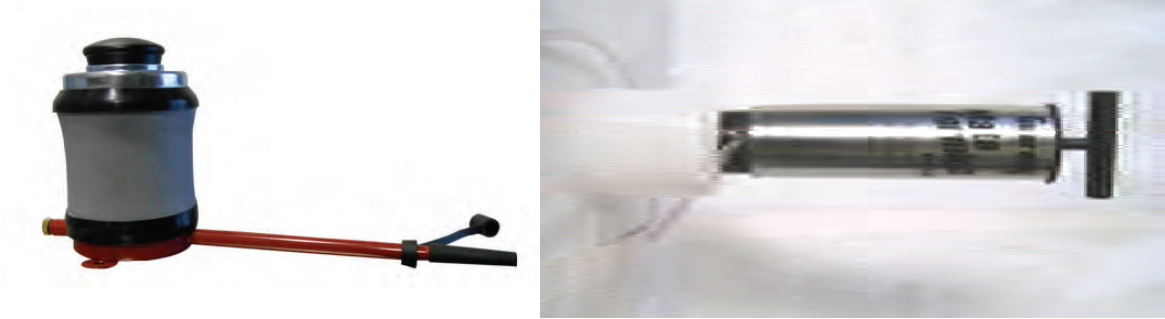


Figura 52. Equipos espolvoreadores manual y de émbolo ⁽²³⁴⁾.



Figura 53. Pistolas para aplicación de cebos cucarachicidas u hormiguicidas (Fotografía de la autora).



Figura 54. Cebaderos para cebos roenticidas (Fotografías de la autora).



Figura 55. Bomba de compresión manual para aspersión (Fotografía de la autora y equipo Guarany facilitado por Eco Suministros S.A. de C.V.).



Figura 56. Aspersión residual con bomba de compresión manual. (Fotografía de la autora: personal de control de vectores de los Servicios de Salud de Veracruz).



Figura 57. Motomochila para aspersión (Fotografía de la autora: personal del área de control de vectores de los Servicios de Salud de Nuevo León).|

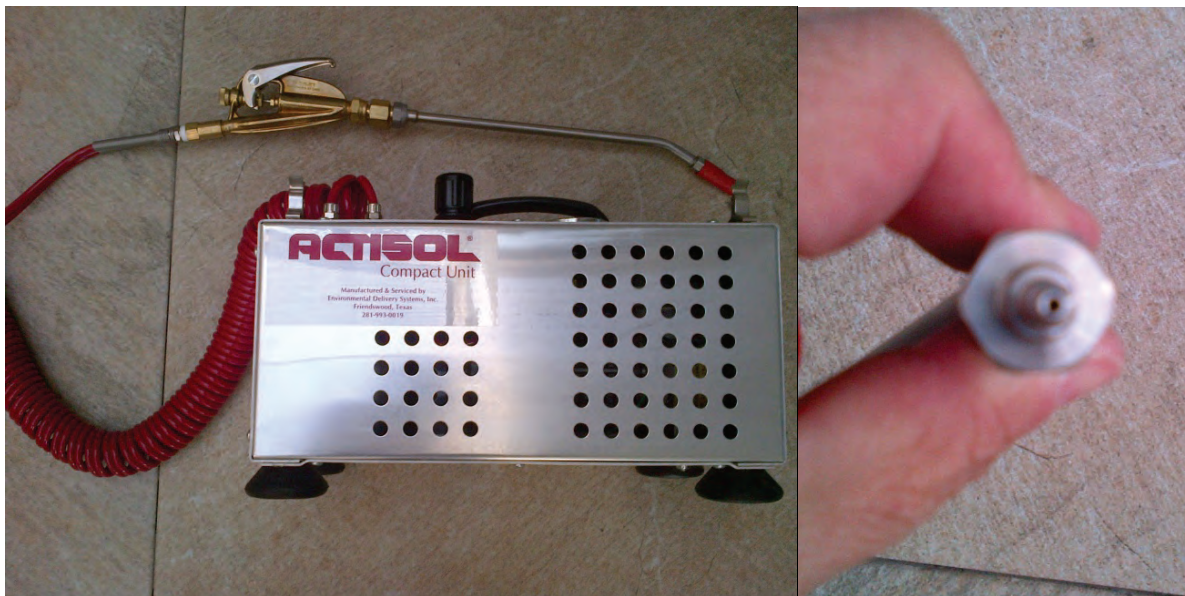


Figura 58. Equipo microinyector para grietas y hendiduras. Detalle de la boquilla microinyectora. (Fotografía de la autora y equipo facilitado por AM ROMA y CIA, S.A. de C.V.)



Figura 59. Equipo nebulizador motorizado para generación de aerosoles de Bajo Volumen (BV o LV) y Ultra Bajo Volumen (ULV). (Fotografía de la autora y equipo Guarany facilitado por Eco Suministros S.A. de C.V.)



Figura 60. Equipo portátil para generación de Ultra Bajo Volumen M14 Micro-Gen (Fotografía de la autora).



Figura 61. Equipo portatil para generación de Ultra Bajo Volumen (Fotografía de la autora).



Figura 62. Equipo portatil para generación de Ultra Bajo Volume: Detalle de la boquilla aplicando insecticida. (Fotografía de la autora).

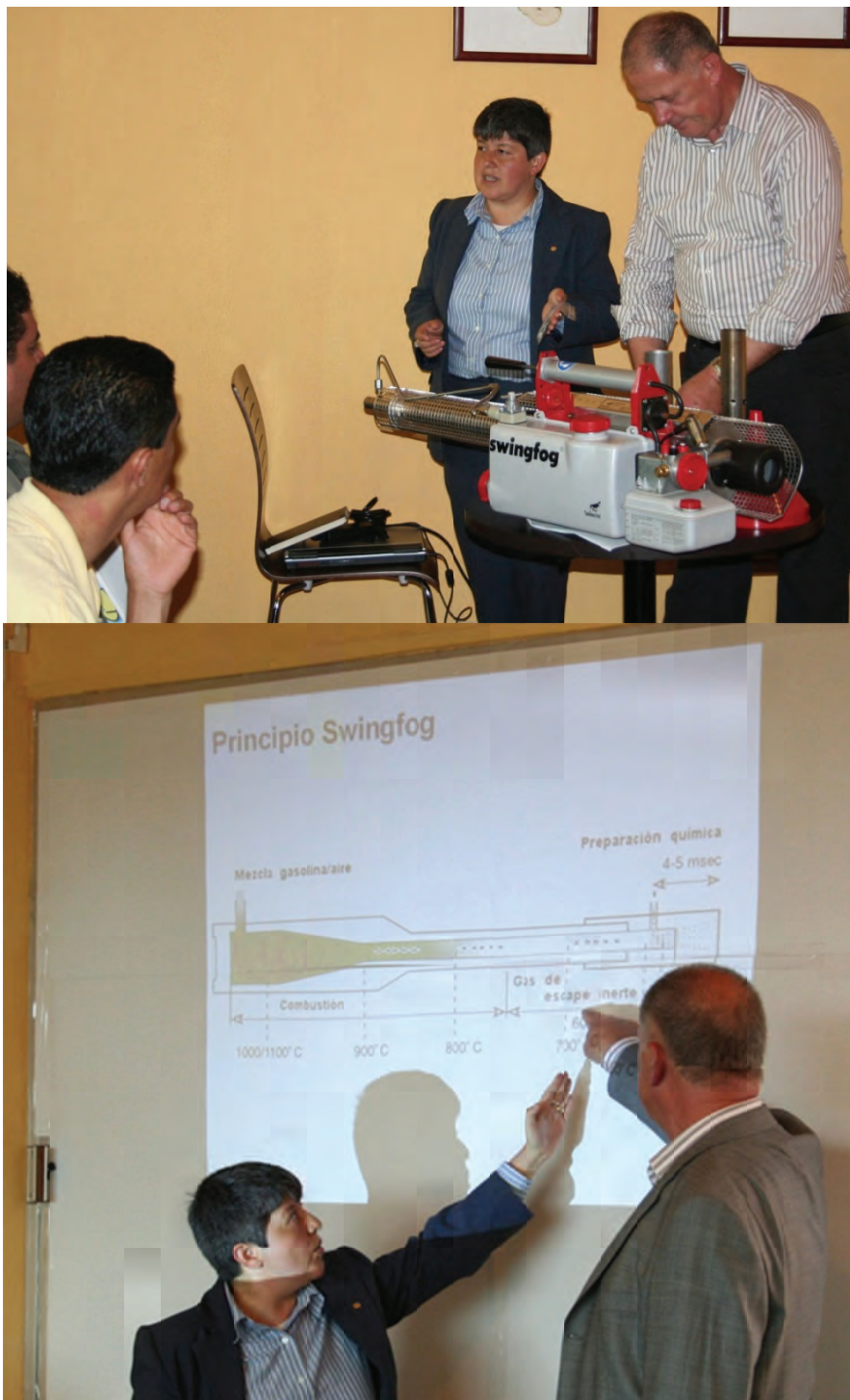


Figura 63. Equipo termonebulizador Swingfog SN50. Explicación del principio térmico de acción. (Fotografías de la autora, capacitación impartida por el Sr. Dietrich de Swingtec GmbH).

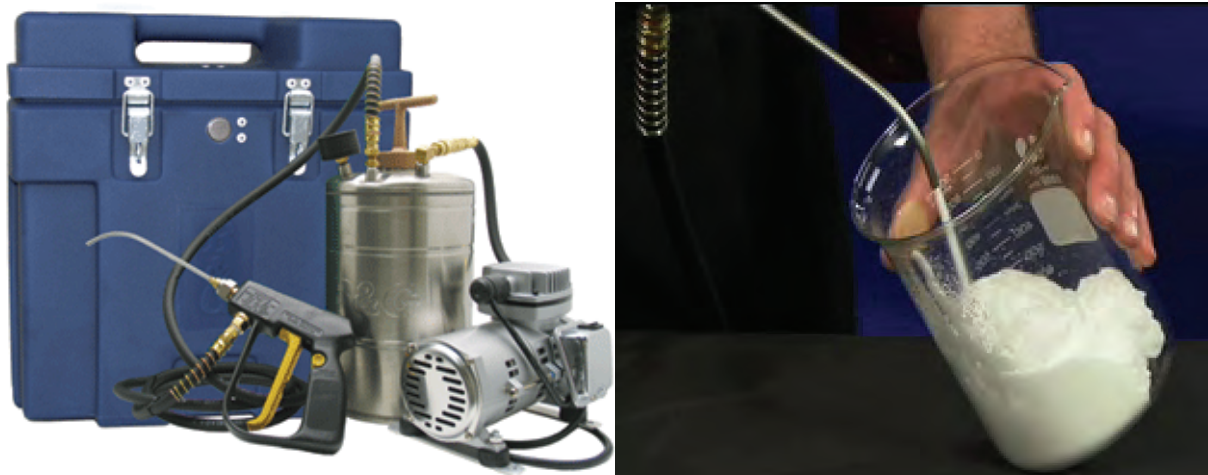


Figura 64. Equipo para generación de espuma con plaguicidas ⁽²³⁵⁾

Calibración de equipos.

La calibración de los equipos de aplicación es un requisito indispensable a realizar antes de la aplicación de los plaguicidas y esto está expresado con la frase “SIEMPRE CALIBRE SU EQUIPO DE APLICACIÓN” en cada etiqueta de plaguicida, regulado por la NOM-232-SSA1-2009 ⁽⁸⁹⁾.

No todos los equipos se calibran de la misma forma, por lo que resulta importante que al adquirir un equipo de aplicación no solo se tenga el manual del equipo, también se obtenga capacitación del fabricante para su correcta operación y mantenimiento ⁽¹⁷¹⁾.

Para la calibración de una bomba de compresión manual para aspersión se requiere realizar de 3 a 5 repeticiones del gasto o flujo por minuto, a la misma presión observada en el manómetro, obteniendo un promedio. Esto se puede realizar con agua para no desperdiciar el producto y posteriormente para ajustar detalles con la mezcla del producto (experiencia personal en campañas sanitarias para control de Dengue y Control de Alacranismo con la Secretaría de Salud).

Es importante conocer el tipo de boquilla del equipo y su comportamiento a diferentes presiones. Por ejemplo, la boquilla tipo abanico plano 8002E del catálogo de Teejet® (figura 65) tiene este código que significa: 80 es 80 ° de abanico y 02 es 0.2 de galón

por minuto o su equivalente en litros por minuto, a 3 bares de presión el gasto es 0.79 de litro / minuto pero a 4 bares es de 0.91 L / min (Figura 66). Una boquilla 11504 seña 115° de abanico y 0.4 de galón por minuto Sin embargo a mayor presión aumenta el gasto, por lo cual es preciso revisar el catálogo de la boquilla con el fabricante y comprobar el gasto mediante la medición de este (Figura 67). Además hay diferente tipo de boquilla para aspersión como cónicas, abanico plano para aplicación en banda, chorro fino para inyección a grietas y hendiduras (figura 68) ⁽²³⁶⁾.

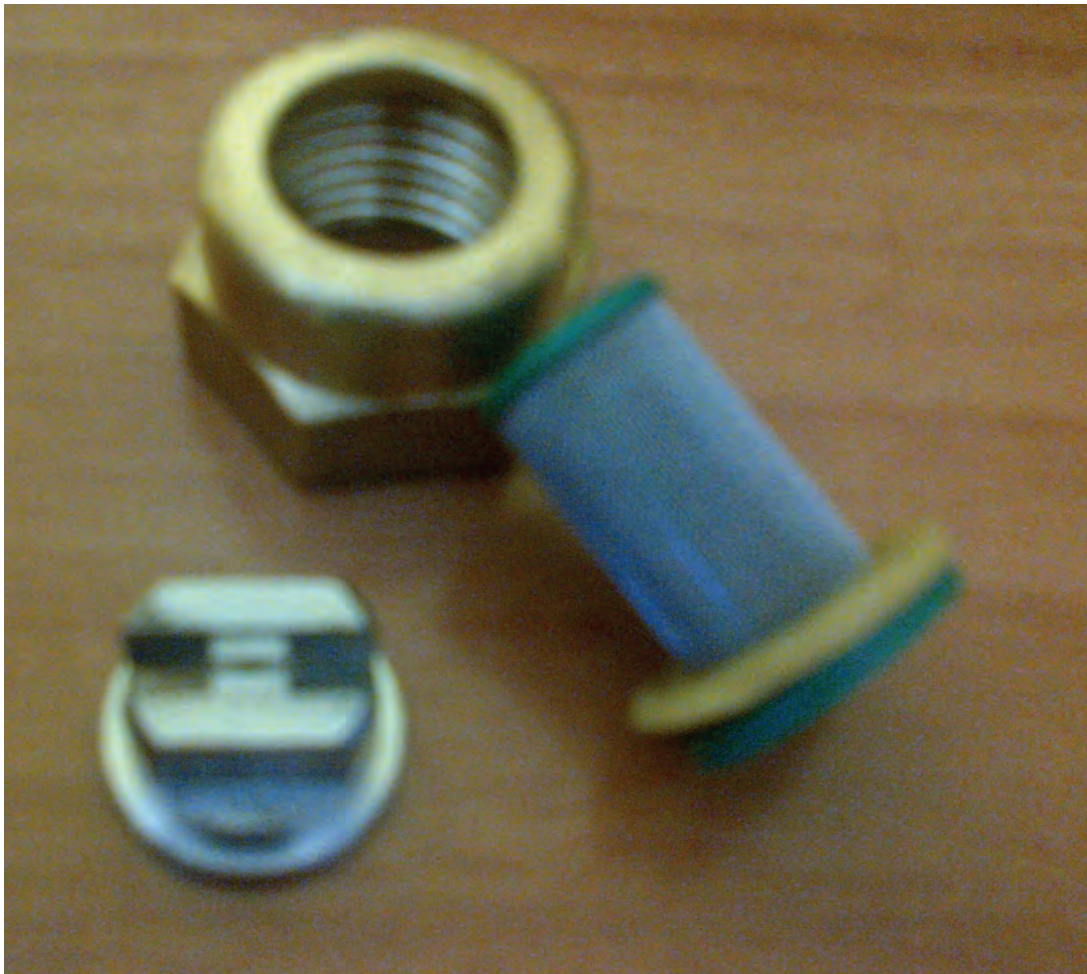


Figura 65. Boquilla 8002 E abanico plano y filtro (Fotografía de la autora).



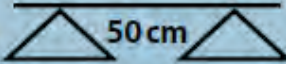
	 bar	CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min	 l/ha 50cm Hectáreas en Campo					
			4 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h	15 km/h	20 km/h
TP4001E†	2,0	0,32	96,0	64,0	48,0	38,4	25,6	19,2
TP6501E†	2,5	0,36	108	72,0	54,0	43,2	28,8	21,6
TP8001E	3,0	0,39	117	78,0	58,5	46,8	31,2	23,4
TP9501E (100)	4,0	0,45	135	90,0	67,5	54,0	36,0	27,0
TP40015E†	2,0	0,48	144	96,0	72,0	57,6	38,4	28,8
TP65015E†	2,5	0,54	162	108	81,0	64,8	43,2	32,4
TP80015E	3,0	0,59	177	118	88,5	70,8	47,2	35,4
TP95015E (100)	4,0	0,68	204	136	102	81,6	54,4	40,8
TP4002E†	2,0	0,65	195	130	97,5	78,0	52,0	39,0
TP6502E†	2,5	0,72	216	144	108	86,4	57,6	43,2
TP8002E	3,0	0,79	237	158	119	94,8	63,2	47,4
TP9502E (50)	4,0	0,91	273	182	137	109	72,8	54,6

Figura 66. Boquilla 8002 E abanico plano catálogo Teejet®. Detalle del gasto de la boquilla con base a la presión ⁽²³⁶⁾.



Figura 67. Calibración de bomba de presión manual para aspersión (Fotografía de la autora, ensayos con el personal de control de vectores de los Servicios de Salud de Morelos).



Figura 68. Boquillas diferentes del catálogo Teejet® (Adaptación) ⁽²³⁶⁾.

Para los equipos generadores de nebulización en frío BV y ULV la calibración involucra la medición del gasto por minuto de la boquilla y el tamaño de gota con mediante la técnica con microscopio que es sumamente lenta o con equipos computarizados como el DCIII y DCIV de la compañía KDL Labs, Inc. (figuras 69, 70 y 71). Se requiere un mínimo de 3 repeticiones para la obtención del promedio ⁽²³⁷⁾.



Figura 69. Calibración del equipo generador de nebulización en frío ULV para una campaña de salud Pública: Gasto por minuto de boquilla y con equipo DCIV el tamaño de la gota ⁽²³⁷⁾.

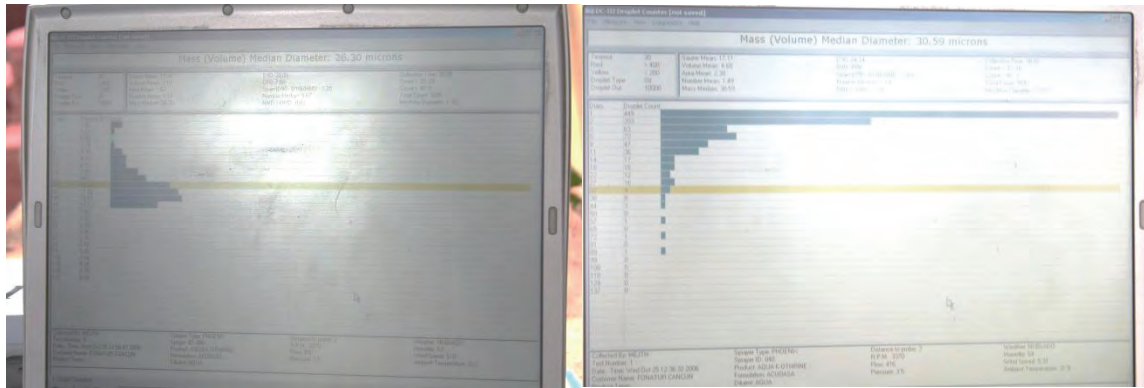


Figura 70. Gráficas registradas por DCIV en computadora del VDM de las gotas emitidas por el equipo generador de nebulización en frío por ultra bajo volumen (UBV o ULV) (Fotografías de la autora).



Figura 71. Calibrando en campo un equipo ULV con DCIV. Operativo de Dengue de la Secretaría de Salud (Fotografía de la autora).

Capítulo V

Manejo integrado de la fauna nociva que compromete la bioseguridad en las unidades de producción pecuaria.

Subcapítulo I: Artrópodos de importancia pecuaria

Tema I: Moscas.

El manejo integrado de moscas como fauna nociva en las unidades de producción pecuaria es de gran relevancia para preservar la Bioseguridad y salud animal, consecuentemente la Salud Pública.

Las moscas interactúan en el proceso de transmisión de enfermedades como vectores biológicos o vectores mecánicos de diversas enfermedades ^(60, 61, 62) de los animales domésticos y del hombre y algunas de ellas constituyen por si mismas el agente causal de enfermedades parasitarias de ambos, en el caso de las miasis causadas por larvas de mosca (Díptera) de diferentes especies ⁽²³⁸⁾.

Las infestaciones de mosca causan estrés afectando la producción pecuaria derivado del constante pataleo, movimiento de cabeza y cola, huida. El parasitismo por *Haematobia irritans* puede causar pérdida de peso en bovinos entre 8 a 22%, pérdida láctea 9.26% *Stomoxys calcitrans* y 3.33% por *Musca doméstica*, lo que significaría la pérdida de 10 kg de peso por año en bovino lechero y un 1kg de leche /día/vaca a causa de las moscas en el hato. En Colombia se pierden anualmente 157 mil millones de pesos por parásitos, de los cuales 51% es por moscas y garrapatas ⁽²³⁹⁾.

Altas infestaciones de *H. irritans* causan efectos adversos, por la pérdida de sangre, molestias y la irritación que provocan, lo cual tiene repercusiones en los patrones de conducta de los animales y conduce a una reducción en la producción de carne y leche. Consecuentemente, se elevan los costos de producción. *Stomoxys calcitrans* causa hasta un 40% en pérdida de producción de leche en ganado bovino lechero en confinamiento ^(240, 241).

En Estados Unidos de Norteamérica para un periodo de estudio del 2005 al 2009, las pérdidas nacionales en dólares se estima en \$ 360 millones para el ganado lechero, \$358 millones para los rebaños de vacas y terneros, \$ 1,268 mil millones para el ganado de pastoreo y \$ 226 millones para el ganado de engorda, el total de las pérdidas en los cuatro sectores de ganado bovino de Estados Unidos de Norteamérica fue de \$ 2,211 millones de dólares por año ⁽²⁴²⁾.

Una población sin control de *Stomoxys calcitrans*, mosca de hábito hematófago, representa un peligro para la inocuidad de la producción láctea y la rentabilidad de la misma (figuras 72 y 73). Tan solo 15 moscas por animal son suficientes para causar irritación, inquietud y subsecuente interferencia con los hábitos normales de pastoreo, ya que la inserción de la probóscide es muy dolorosa para el animal afectado, la probóscide es un estilete para succionar sangre. En tan solo un 0.84 m² de ensilado sin cubrir, pueden desarrollarse 20,000 larvas de este tipo de mosca y es complejo tratar los ensilados por el tema de residuos en la producción láctea. En situaciones de un gran brote poblacional la producción láctea puede afectarse de un 40 a 60%, inclusive algunas vacas pueden secarse. La relación costo tratamiento implica que es preciso el control de moscas pues además de la merma productiva hay potencial de transmisión de enfermedades por este vector ⁽²⁴³⁾.

Cada mosca doméstica (*Musca domestica*) (figura 74) puede transportar más de 1 millón de bacterias en su cuerpo en tarsos o los pelos de su cuerpo, con frecuencia también son regurgitadas sobre los alimentos cuando la mosca intenta licuar el alimento para la ingestión. Algunos de los agentes causantes de enfermedades transmitidas por moscas para los seres humanos son *Shigella spp.* (Disentería y diarrea), *Salmonella spp.* (Fiebre tifoidea), *Escherichia coli*, (diarrea del viajero) y *Vibrio colera* (Cólera) ^(244, 245, 246) (cuadro 27).

Enfermedad (claves del Boletín Epidemiológico)	Agente patógeno	Número de casos acumulado semana 52
Cólera CIE-10 ^a REV. A00	<i>Vibrio cólera</i>	0
Paratifoidea y otras Salmonelosis CIE-10 ^a REV. A01.1-A02 Fiebre Tifoidea CIE-10 ^a REV. A01.0	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> A, B o C	Total 128,434 Solo Fiebre Tifoidea: 54,147
Shigelosis CIE-10 ^a REV. A03	<i>Shigella</i> spp. (<i>Shigella sonnei</i> , <i>S. boydii</i> , <i>S. flexneri</i> , and <i>S. dysenteriae</i>)	8,181
Hepatitis Viral Aguda Tipo A CIE-10 ^a REV. B15	Hepatovirus	21,420
Infección intestinal por otros organismos y las mal definidas CIE-10 ^a REV A04, A08-A09	Presumiblemente infeccioso, comprende enteritis catarral; colitis no especificada; enteritis hemorrágica; gastroenteritis séptica; diarrea no especificada, disentérica o epidémica	5,345,173
Amebiasis Intestinal CIE-10 ^a REV. A06.0-A06.3, A06.9	<i>Entamoeba histiolytica</i>	372,501
Giardiasis CIE-10 ^a REV. A07.1	<i>Giardia duodenalis</i> (Sín: <i>G. lamblia</i> ; <i>G. intestinalis</i>)	16,618
Otras infecciones intestinales debidas a protozoarios CIE-10 ^a REV A07.0, A07.2, A07.9	Balantidiasis, criptosporidiosis, isosporiasis, coccidiosis, sarcocistosis, sarcosporidiosis, tricomoniasis intestinal	73,287
Teniasis CIE-10 ^a REV. B68	<i>T. solium</i> y <i>T. saginata</i>	347
Ascariasis CIE-10 ^a REV. B77	<i>Ascaris lumbricoides</i>	65,145
Otras Helmintiasis CIE-10 ^a REV. B65-B67, B70-B76, B78, B79, B81-B83		28,1403

Cuadro 27. Enfermedades del tracto digestivo en humanos. Potencial transmisión horizontal mecánica por moscas. (Adaptación: Boletín Epidemiológico de la Dirección General de Epidemiología / SINAVE. Semana 52^o del 2012: Casos acumulados) ^(245, 246)

La Campilobacteriosis, causada por *Campylobacter jejuni*, es la infección más común transmitida por los alimentos en los países industrializados, causando millones de

casos de enfermedad cada año. El pollo es de los alimentos más frecuentemente reportados por ser la fuente de la Campilobacteriosis humana. Por lo tanto, la eliminación de *Campylobacter* en pollos es importante para la seguridad del suministro de alimentos para los seres humanos y es una prioridad en los programas de salud. En la producción industrial y pecuaria, hay evidencia de transmisión mecánica por *Musca doméstica*, derivado del estudio realizado en Dinamarca donde fue aislado el agente patógeno de las moscas provenientes del exterior y que ingresaban por los ductos de ventilación de las instalaciones para las parvadas de pollo ⁽²⁴⁷⁾.

La mosca doméstica (*Musca domestica*) (figura 74) es potencial transmisor comprobado de más de 30 virus, 175 bacterias, 8 especies de espiroquetas, 3 rickettsias, 19 hongos, más de 30 protozoarios y numerosos helmintos ⁽²⁴⁸⁾.

Existen tres formas en las cuales las moscas domésticas pueden transmitir patógenos:

- Su propia superficie corporal, siendo las patas y partes bucales relevantes por estar cubiertas de espinas y cerdas en las cuales el material contaminado puede ser atrapado y transportado.
- Regurgitación de comida: una pequeña gota de la comida más reciente es vomitada por la mosca sobre el alimento a consumir. En esa regurgitación potencialmente van incluidos patógenos importantes.
- Ingestión y defecación de patógenos: vía potencial más importante, ya que el agente infeccioso es protegido dentro del aparato digestivo del insecto por períodos de tiempo mayores ⁽²⁴⁹⁾.

Existe una gran diversidad de familias, géneros y especies de moscas, sin embargo las que han sido relacionadas como plagas tanto en áreas pecuarias y en instalaciones son las que se resumen a continuación (cuadro 28):

Familias	Género y especie
Muscidae	Mosca doméstica (<i>Musca domestica</i>): más de 100 enfermedades Mosca pequeña doméstica (<i>Fannia spp</i>): 200 especies Mosca de establo (<i>Stomoxys calcitrans</i>): mosca hematófaga. Mosca de la cara (<i>Musca autumnalis</i>): transmisión de <i>Moraxella bovis</i> queratoconjuntivitis bovina o “pink eyes”.
Sarcophagidae	Mosca de la carne (<i>Sarcophaga spp.</i>): asociada a miasis
Calliphoridae	Moscas necrófagas o carroñeras asociadas a miasis: Mosca metálica azul (<i>Calliphora spp.</i>) Mosca metálica verde (<i>Phaenicia serricata</i>) Mosca bronce (<i>Lucilia spp., Bufolucilia spp.</i>) Mosca panteonera (<i>Phormia regina</i>)
Simuliidae	Moscas negras, varios géneros y especies, el género más importante <i>Simulium</i> , transmisión de Oncocercosis en humanos y bovinos, Tripanosomiasis y miasis.
Psychodidae	Moscas palomilla o del drenaje (<i>Clogmia albipunctata</i>) y flebotómos <i>Lutzomyia spp.</i> , que está asociada a la transmisión de Leishmaniasis.
Ceratopogonidae	Jejenes, moscas de arena y mosquitas negras varios géneros y especies (ejemplo: <i>Ceratopogon spp.</i>)
Cloropidae	Moscas o jejenes oculares (<i>Hippelates spp.</i>): conjuntivitis
Tabanidae	Moscas del caballo y del venado: Tábanos varios géneros y especies (<i>Tabanus spp.; Hybomitra spp. Haematopota spp.</i>): transmisores de Anemia infecciosa equina, Tularemia y Tripanosomiasis
Drosophilidae	Mosca del vinagre, mosca de la fruta (<i>Drosophyla melanogaster</i>): vector de contaminación de alimentos
Phoridae	Moscas jorobadas, moscas de ataúd: presentes en mausoleos y funerarias, avidez por la carne en descomposición. <i>Piophilina casei</i> (L.) plaga de industria cárnica y queserías.

Cuadro 28. Moscas: familias de importancia sanitaria ^(171,179, 250, 253, 254)

Clasificación taxonómica para tres géneros de moscas de importancia sanitaria (Cuadro 28):

Jerarquía de las moscas:

Reino	Animal	Animal	Animal
Subreino	Bilateria	Bilateria	Bilateria
Infrareino	Protostomia	Protostomia	Protostomia
Superdivisión (Superphylum)	Ecdysozoa	Ecdysozoa	Ecdysozoa
División (Phylum)	Arthropoda -patas articuladas	Arthropoda	Arthropoda
Subdivisión (Subphylum)	Hexapoda -seis patas	Hexapoda	Hexapoda
Clase	Insecta	Insecta	Insecta
Subclase	Pterygota- insectos alados	Pterygota	Pterygota
Infraclase	Neoptera	Neoptera	Neoptera
Superorden	Holometabola	Holometabola	Holometabola
Orden	Diptera – un par de alas (ejemplos: mosca, mosquito).	Diptera	Diptera
Suborden	Brachycera	Brachycera	Brachycera
Infraorden	Muscomorpha	Muscomorpha	Muscomorpha
Familia	Muscidae	Muscidae	Calliphoridae –moscas azules, verdes
Subfamilia	Muscinae	Muscinae	Calliphorinae
Tribu	Muscini	Stomoxyni	Calliphorini
Género	<i>Musca</i>	<i>Stomoxys</i>	<i>Calliphora</i>
Especies	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	<i>Stomoxys calcitrans</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Calliphora spp.</i> - varias especies
Subespecies	<i>Musca domestica domestica</i> Linnaeus, 1758		
	<i>Musca domestica vicina</i> Macquart (mosca doméstica oriental)		
Nombre común	Mosca doméstica	Mosca de establo	Mosca azul, verde, carroñera

Cuadro 29. Taxonomía de tres géneros de mosca ⁽²⁵⁰⁾.

El ciclo biológico o ciclo de vida, es el desarrollo en el tiempo de un ser vivo, desde que nace hasta que se reproduce y origina un nuevo individuo que repetirá el mismo ciclo. El ciclo biológico de la mosca doméstica es metamorfosis de tipo completo: huevo, larva, pupa y adulto (figuras 75 y 76).

Nombre común	Mosca doméstica
Género y especie	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
Descripción	
Tamaño	6 a 7 mm, hembra mayor que macho
Color	gris , con cuatro rayas oscuras en el pronoto en el tórax
Características	hembra presenta los ojos separados el doble de distancia que los machos. El aparato bucal es de tipo chupador
Metamorfosis	de tipo completa
Ciclo biológico	Tiempo de desarrollo
	La temperatura y humedad son determinantes para el desarrollo del ciclo, por lo cual la duración puede variar: a 30°C el ciclo para llegar a adulto tarda 10 días, 25°C 16 días, 18°C 27 días, a 20°C 20 días, 18°C 27 días y 16° C 45 días.
Huevo	Ovoposición de 75 a 150 huevecillos por hembra multiocados por 5 a 6 ovoposiciones son de 600 a 900 huevecillos por hembra. 8 a 20 horas a temperatura óptima: 37°C (máximo 50°C).
Larva	5 a 6 días con tres mudas a temperatura óptima: 36°C (desarrollo posible entre 12-50°C).
Pupa o crisálida	4 a 5 días
Adulto	18 a 28 días
Longevidad	14 a 70 días
Hábitos	El lugar de oviposición es elegido a través del olor del dióxido de carbono, el amoníaco y otros gases generados por la putrefacción de la materia orgánica y las etapas inmaduras de su ciclo de vida se desarrollan en materia orgánica en descomposición (basura, heces, etc.), alimentándose los adultos de las mismas fuentes. Rango de vuelo 1 a 3 km (hasta 32 km).

Cuadro 30. Ciclo biológico de la mosca doméstica y hábitos ^(171, 250, 251, 252, 253, 254, 255).

El conocimiento del ciclo biológico de cada tipo de mosca es imprescindible para la planificación del Manejo Integrado de la plaga (MIP).

Los pasos imprescindibles en el MIP de moscas son:

- Conocimiento de la plaga: Taxonomía, hábitos, biología ^(171, 179).
- Inspección: de las instalaciones y su entorno ^(171, 179).

- Determinación del índice de población mediante técnicas de monitoreo de la plaga pudiendo utilizarse conteo directo de moscas sobre animales o mediante trampas engomadas con o sin atrayentes, trampas electrónicas con luz ultravioleta con longitud de onda específica para dípteros y charola engomada, que deberán colocarse fuera de competencia con la luz natural, de manera estratégica (figuras 77 y 78) ^(171, 179, 255).
- Medidas sanitarias: es muy importante eliminar o limitar las fuentes posibles que coadyuven a establecer la triada de la vida: refugio, fuentes de alimento y agua. Se requiere establecer en la unidades de producción pecuaria programas de manejo de las heces y las camas, en el caso de avícolas. Los ensilados también son una fuente importante para la proliferación de moscas. En la industria alimentaria el manejo de basura, mantenimiento de drenajes y el entorno son substanciales dentro de la sanidad ^(171, 179, 255).
- Métodos de exclusión: la implementación de mallas mosquitero, cortinas hawaianas, cortinas de aire en almacenes e industria, que limiten el ingreso de los dípteros a las instalaciones. El uso de repelentes ^(171,179, 255).
- Trampeo: las trampas ya sean engomadas o electrónicas, con o sin atrayentes alimentarios o con feromonas como alfa-tricoseno, son además de elementos de monitoreo de poblaciones, un método de control físico *per se* ^(171, 179).
- Control químico: En el capítulo III se describe una amplia gama de grupos químicos y modos de acción para establecer métodos de control de moscas, realizando rotación entre ellos para la prevención y manejo de la resistencia a plaguicidas ^(193, 211). Las técnicas de control deben dirigirse principalmente al control de larvas y adultos.
 - a) Larvicidas: con formulaciones que estén diseñadas para este fin. Aplicación por aspersion a los sitios de crianza con equipos de aspersion manual o

motomochila. Organofosforados como el Pirimifós metil y reguladores de crecimiento (IGR's por sus siglas en inglés) son muy adecuados para este fin. Otro tipo de larvicidas como la ciromazina son administrados por vía oral a las aves (información revisada en las etiquetas comerciales de productos Actellic[®] 50CE, Starycide[®] SC480; Neporex[®], Larvadex[®] y Zirolarv[®] en anaquel de distribuidores).

- b) Adulticidas: Técnicas para residualidad prolongada elegir equipos de aspersión con boquillas para generar gotas gruesas y formulaciones de tipo residual como los polvos humectables (PH), suspensiones concentradas (SC) y los más rentables por su larga residualidad son los microencapsulados o capsulas en suspensión (CS) con tecnología iCAP[®] desarrollados por Syngenta como Demand[®] 2.5CS, Icon[®] 10CS y Actellic[®] 300CS (información revisada en las etiquetas de los productos comerciales)^(171, 179).

También es muy importante la integración de los cebos mosquicidas para las moscas con aparato bucal chupador como *Musca domestica*, formulaciones comerciales con nicotinoides como Agita[®] de Novartis y Quick Bayt[®] de Bayer^(171,179,255).

Otra estrategia complementaria es la aplicación de formulaciones para uso nebulizable por técnica de Bajo Volumen, Ultra Bajo Volumen o termonebulización, los productos más accesibles son los concentrados emulsionables (CE), aunque hay algunos productos especialmente diseñados para este tipo de uso como las formulaciones con antievaporantes o sistemas de evaporación retardada en formulación emulsión acuosa en agua (EW). La aplicación de esta técnica está relacionada con el horario de mayor actividad de la plaga adulta^(171,179,255).

- Control biológico: el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* el uso de depredadores naturales como avispas *Muscidifurax raptor* y *Spalangia endius* (Hymenoptera) y escarabajos como *Carcinops pumilio* (Coleoptera) (figuras 79 y 80), pero su aplicación está limitada a la especificidad sobre especies de estos depredadores y por si mismos, en áreas sensibles de producción constituyen otro contaminante potencia ^(248,252) .
- Esterilización por radiación de moscas: estrategia utilizada en campaña para el control del gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*), actualmente ya concluida la operación de la planta por la SAGARPA ⁽²⁵⁶⁾ .
- Repelentes Aplicaciones tópicas sobre humanos (IR3535[®], DEET), animales y espaciales, con base en las propiedades volátiles de estos compuestos que forman una “nube” repelente alrededor del individuo o área tratada ⁽¹⁷¹⁾ .
- Aretes impregnados con insecticida para bovinos ⁽¹⁷¹⁾ .
- Reporte y monitoreo: dentro de las BPM´s y en HACCAP la rastreabilidad y trazabilidad es posible si se llevan registros consistentes del manejo de la plaga o de la prevención de la presencia de la misma. La toma de decisiones depende de los reportes y la auditoría de los mismos por el auditor certificado en las normas de calidad. Las trampas vuelven a cobrar gran importancia en este rubro como elementos de monitoreo. Los reportes con gráficas de tendencia son requeridos en los diferentes tipos de normas de calidad ^(127, 128, 132) .

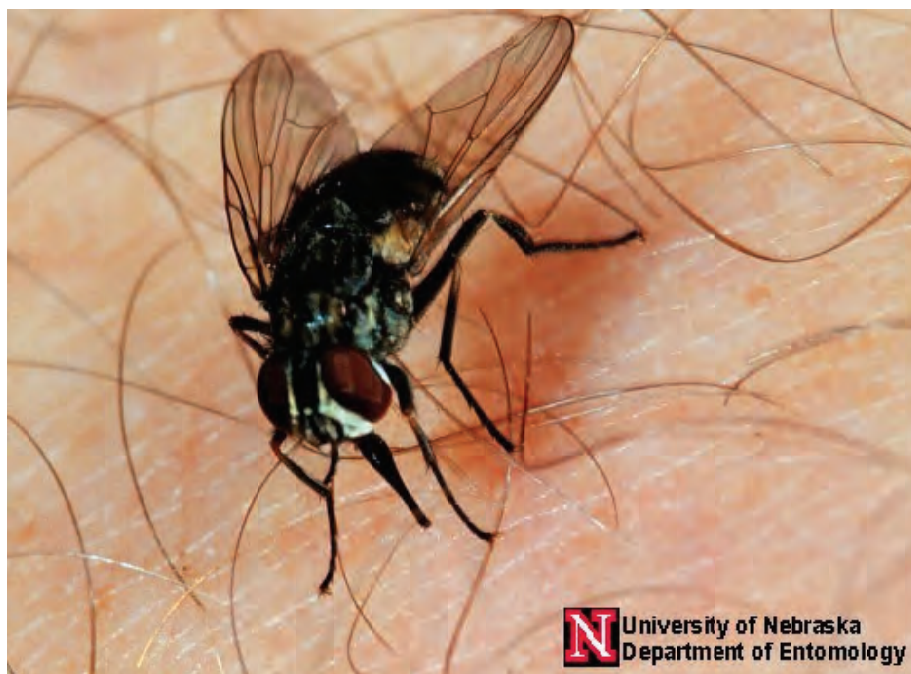


Figura 72. Mosca de establo (*Stomoxys calcitrans*). (Fotografía: Leon Higley, University of Nebraska-Lincoln) ⁽²⁵⁷⁾.



Figura 73. Bovino atacado por moscas de establo (*Stomoxys calcitrans*) ⁽²⁴³⁾.



Figura 74. *Musca domestica* Linnaeus. (Fotografía: Jim Kalisch, University of Nebraska-Lincoln) ⁽²⁵⁸⁾.

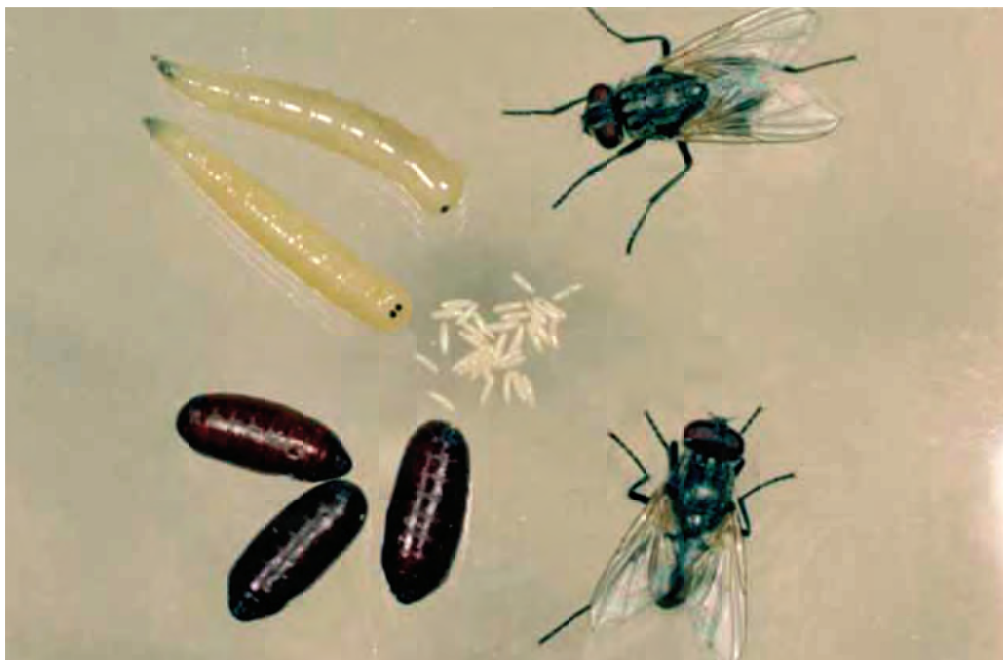


Figura 75. Huevos, larvas, pupas y adultos de *Musca domestica* Linnaeus. (Fotografía: Clemson University. USDA Cooperative Extension Slide Series, Bugwood.org) ⁽²⁵²⁾.



Figura 76. Prepupa y secuencia del pupario por edad: *Musca domestica* Linnaeus. (Photograph by Jim Kalisch, University of Nebraska-Lincoln) ⁽²⁵⁸⁾.



Figura 77. Trampa electrónica con luz ultravioleta y charola engomada marca Arod[®], fabricación nacional ⁽²⁵⁹⁾.



Figura 78. Trampas de goma en tira. Alta y baja infestación de mosca doméstica. (Fotografía de la autora)



Figura 79. *Muscidifurax raptor* parasitando una crisálida de mosca. (Fotografía: USDA ARS Photo Unit, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org)⁽²⁵²⁾.



Figura 80. Crisálidas vacías después del ataque de *Muscidifurax raptor*. (Fotografía: USDA ARS Photo Unit, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org)⁽²⁵²⁾.

Tema II: Cucarachas.

Las cucarachas datan del periodo geológico Silúrico, hace 325 millones de años y proliferaron en el Carbonífero. Existen 3,500 especies identificadas y muchas más por identificar ^(171, 243). Sin embargo no todas son plagas, pues forman parte de la cadena trófica en los ecosistemas.

Al igual que las moscas, algunas cucarachas son plagas, fauna nociva y son vectores mecánicos potenciales de diversas enfermedades al humano y a los animales domésticos causadas por agentes patógenos como bacterias, virus, parásitos y hongos, lo cual ha sido documentado por diversos investigadores. También están relacionadas con síndrome asmático, debido a que son fuente de alérgenos por vías inhalatoria y oral para individuos sensitivos a estos alérgenos. Un estudio en USA reveló que de 457 niños de 8 ciudades cercanas el 36.8% eran alérgicos a los alérgenos de cucaracha y el 50.2% tuvieron altos niveles de alérgenos en sus dormitorios ⁽¹⁷¹⁾.

Las cucarachas pasan por una metamorfosis de tipo gradual o incompleta, pasando por las fases siguientes: huevo, alojado dentro de la ooteca, estructura quitinosa que protege un grupo de huevos; fase o periodo ninfal pasando por varias mudas o estadios; adulto, diferenciándose en machos o hembras que se aparearán posteriormente. En este tipo de metamorfosis no existe la pupa o crisálida ⁽¹⁷¹⁾.

La duración de las fases de la metamorfosis depende de las condiciones de humedad y temperatura. El cuadro siguiente sintetiza información a este respecto de las principales cucarachas presentes en las instalaciones pecuarias (cuadro 31) ^(171, 253). Los ciclos de las tres especies principales de cucarachas presentes en instalaciones pecuarias y la industria de alimentos se ilustran al final del tema (figuras 81,82, 83, 84, 85, 86, 87).

Nombre común	Cucaracha alemana	Cucaracha americana	Cucaracha oriental
Familia	Blattellidae	Blattidae	Blattidae
Género y especie	<i>Blattella germanica</i> (Linnaeus)	<i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus)	<i>Blatta orientalis</i> (Linnaeus)
Tamaño	12 a 16 mm	30 a 45 mm	25 mm
Color	Café claro con dos rayas longitudinales sobre el pronoto que cubre al tórax	Café oscuro a rojizo, presentan manchas simétricas amarillas rodeando el pronoto del tórax	Negro
Características	Antenas filiformes y multisegmentadas	Antenas filiformes y multisegmentadas	Antenas filiformes y multisegmentadas
	Par de alas completo que cubren el abdomen	Par de alas completo que cubren el abdomen	Par de alas en el macho cubriendo parcialmente el abdomen. Hembra alas vestigiales.
	Aparato bucal masticador	Aparato bucal masticador	
Metamorfosis	De tipo incompleta	De tipo incompleta	De tipo incompleta
Número de ootecas	4 a 8 por hembra. La ooteca permanece adherida a la hembra hasta el momento de la eclosión	10 a 15 ootecas (6 a 14 ootecas): Las ootecas son adherida por la hembra en sitios húmedos, cálidos y seguros.	8 ootecas
Huevos por ooteca	36 a 40 por ooteca	14 a 28 por ooteca	16 por ooteca
Periodo de incubación	Promedio : 28 días	Promedio: 44 días	Promedio: 60 días
Periodo ninfal	72 a 77 días con 6 a 7 estadios ninfales	9 a 13 meses con 10 a 13 estadios ninfales	7 a 10 mudas
Longevidad	4 meses machos y 6 meses hembras	1 año. Todo el ciclo puede durar 3 años.	Hembra : 34 a 181 días, macho 112-160 días
Hábitos	Alimentación omnívora, coprofagia, necrofagia y canibalismo. Requieren humedad para su desarrollo. Habitan en lugares oscuros, húmedos, en grietas y hendiduras. Comportamiento nocturno, son lucífugas, huyen de la luz Liberan una feromona de agregación en sus cuerpos y heces, lo que hace que permanezcan en grupos. Defecan en cualquier sitio incluso sobre el alimento. Regurgitan parte del alimento digerido con frecuencia. Secretan una sustancia nauseabunda por boca y estructuras glandulares muy perceptible al olfato.	Alimentación tendiente a materia vegetal, pero puede comportarse omnívora. Viven en sitios de alta humedad y cálidos como los drenajes, cisternas, camas húmedas de los animales, las áreas verdes de las instalaciones. Liberan feromonas volátiles : Periplanone A y Periplanone B que están asociadas con el comportamiento sexual.	Alimentación de materia en descomposición y basura. Areas con muy alta humedad, cisternas, drenajes, orillas de cuerpos de agua, en árboles y plantas.

Cuadro 31. Síntesis comparativa del ciclo biológico, características y hábitos de tres especies de cucarachas: *Blattella germanica* (Linnaeus), *Periplaneta americana* (Linnaeus) y *Blatta orientalis* (Linnaeus) ^(171, 179, 250, 253, 254,260).

Los hábitos y biología de las cucarachas son diferentes por género y especies, debido a la gran diversidad de especies y la gran adaptación al medio que caracteriza a las especies plaga. Es importante identificar la plaga durante la inspección y conocer su comportamiento biológico, para establecer el correcto MIP. No todo el control de cucarachas se basa en plaguicidas, son estrategias integrales y son muy importantes las prácticas de higiene y el mantenimiento de las estructuras para impedir la presencia de grietas o fallas estructurales que faciliten refugio ^(171,179, 260). La tendencia global es la búsqueda de soluciones de bajo en toxicidad al humano y bajo impacto ambiental, por lo que las nuevas tecnologías van dirigidas a técnicas de aplicación focalizada para el control de artrópodos rastreros como las cucarachas, el uso de cebos cucarachicidas, inyección a grietas y hendiduras con microinyectores (figuras 88 y 89), tecnología de espumas insecticidas para áreas huecas, polvos secos para espolvoreo ^(171,179, 260), son los generalmente aprobados para el control en áreas de proceso de alimentos.

Esta tendencia es un área de oportunidad para el Médico Veterinario, ya que el perfil en el área químico biológico para participar en el mercado laboral del control profesional de plagas es una gran conveniencia para desarrollar los criterios técnicos del MIP en áreas tan restrictivas.

La información siguiente es una guía para la implementación básica del Manejo Integrado de cucarachas (cuadro 32):

Manejo integrado de <i>Blatella germanica</i> (Linnaeus)	
Inspección	Dirigida a grietas, hendiduras, mobiliario, maquinaria, basureros, drenajes, conductos eléctricos. Trampas engomadas con atrayentes y/o feromonas de agregación, vómitos y excretas. Productos con efecto de deslojo (piretrinas, piretroides) en aerosol listo para su uso o para aplicación ULV. Uso de aspiradora.
Control sanitario	Manejo de basura, sellado de grietas y evitar fugas de agua. Deshacerse de empaques de cartón de insumos. Manejo de heces y camas de los animales de producción. Control y limpieza de almacenes del alimento, materias primas alimentarias. Higiene de oficinas y baños. duación del personal para prácticas de higiene. Aspiradora para control de plagas rastreras.
Exclusión	Mallas finas que limiten su paso, sellado de grietas y hendiduras. Repelentes.
Control mecánico	Trampas engomadas con atrayentes y/o feromonas de agregación.
Control químico	Cebos cucarachicidas: nicotinoides, avermectinas, hidrametilnona, indoxacarb.
Aplicar en las	Técnica de aplicación a grietas, hendiduras y áreas huecas, con equipo microinyector (Actisol®), equipo para aplicación de espumas con insecticida o polvos secos con espolvoreador.
instalaciones que hospedan a los.	Técnica de aplicación residual: diferentes grupos químicos a seleccionar y modos de acción para establecer rotación de plaguicidas para prevenir o manejar la resistencia.
animales de producción	Diversas formulaciones residuales a elegir y rotar: polvo humectable, suspensión concentrada, lacas, cápsulas en suspensión (microencapsulado), esta última formulación brinda hasta 6 meses de residualidad en diferentes tipos de superficie, porosas o lisas.
almacenes, transportes, oficinas, baños	Técnica de aplicación nebulizable por Bajo Volumen, Ultra Bajo Volumen o Termonebulización. Seleccionar los ingredientes activos y formulaciones con mejor derribo ya que esta técnica solo es complementaria a las otras, la cual debe garantizar el contacto directo de las gotas de la nube insecticida con la plaga, en horarios de actividad de la misma.
Control biológico	Hongos entomopatógenos : <i>Beauveria bassiana</i> Extractos de plantas, uso de feromonas
Monitoreo	Trampas con atrayentes alimentarios y/o feromonas. Productos con efecto de desalojo (piretrinas, piretroides).
Reportes	Escrito y gráfico de tendencia. Fotografías y videos.

Cuadro 32. Guía básica para implementación del Manejo Integrado de cucaracha alemana (*Blatella germanica* (Linnaeus)) ^(171,179, 260).



Figura 81. *Blatella germanica* (Linnaeus): macho (izquierda) y hembra (derecha) (Fotografía: P.G. Koehler, University of Florida) ⁽²⁶¹⁾ .



Figura 82. *Blatella germanica* (Linnaeus): ciclo biológico. (Fotografía: University of Nebraska–Lincoln) ⁽²⁶²⁾ .



Figura 83. *Blatella germanica* (Linnaeus): ninfas de primer estadio saliendo de la ooteca (Fotografía: P.G. Koehler, University of Florida) ⁽²⁶¹⁾ .



Figura 84. Figura 81. *Periplaneta americana* (Linnaeus): macho (izquierda) y hembra (derecha) (Fotografía: P.G. Koehler, University of Florida) ⁽²⁶¹⁾



Figura 85. *Periplaneta americana* (Linnaeus): ciclo biológico. (Fotografía: University of Nebraska–Lincoln) ⁽²⁶²⁾.



Figura 86. *Blatta orientalis* (Linnaeus): macho (izquierda) y hembra (derecha) (Fotografía: R. W. Baldwin, University of Florida) ⁽²⁶¹⁾



Figura 87. *Blatta orientalis* (Linnaeus): ciclo biológico. (Fotografía: University of Nebraska–Lincoln) ⁽²⁶²⁾.

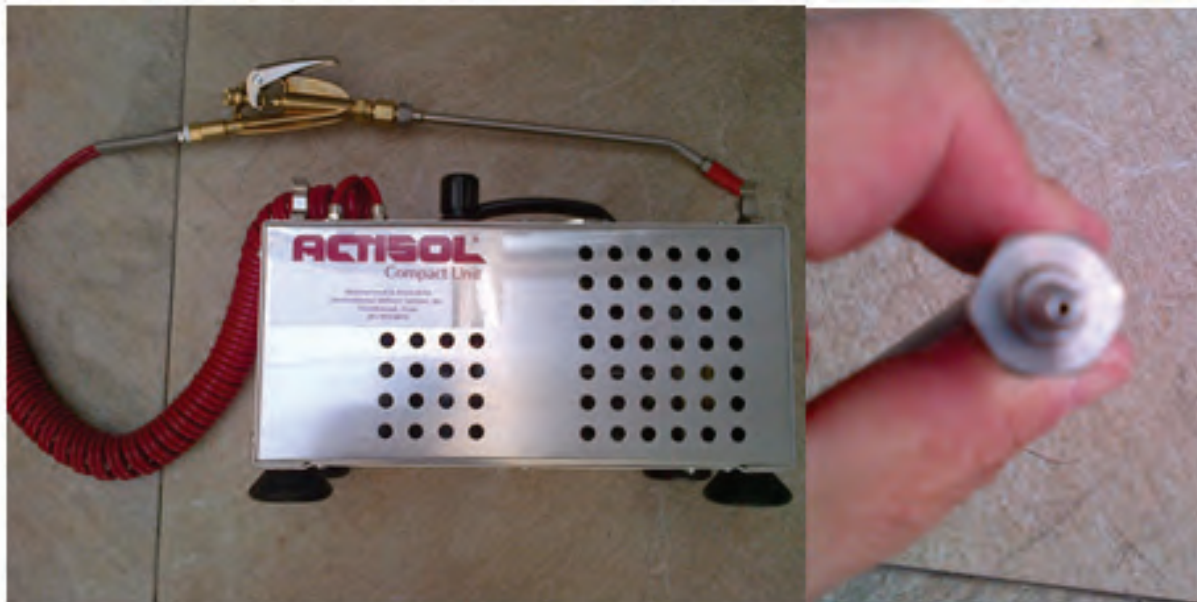


Figura 88. Equipo microinyector para grietas y hendiduras. Detalle de la boquilla microinyectora. (Fotografía de la autora)

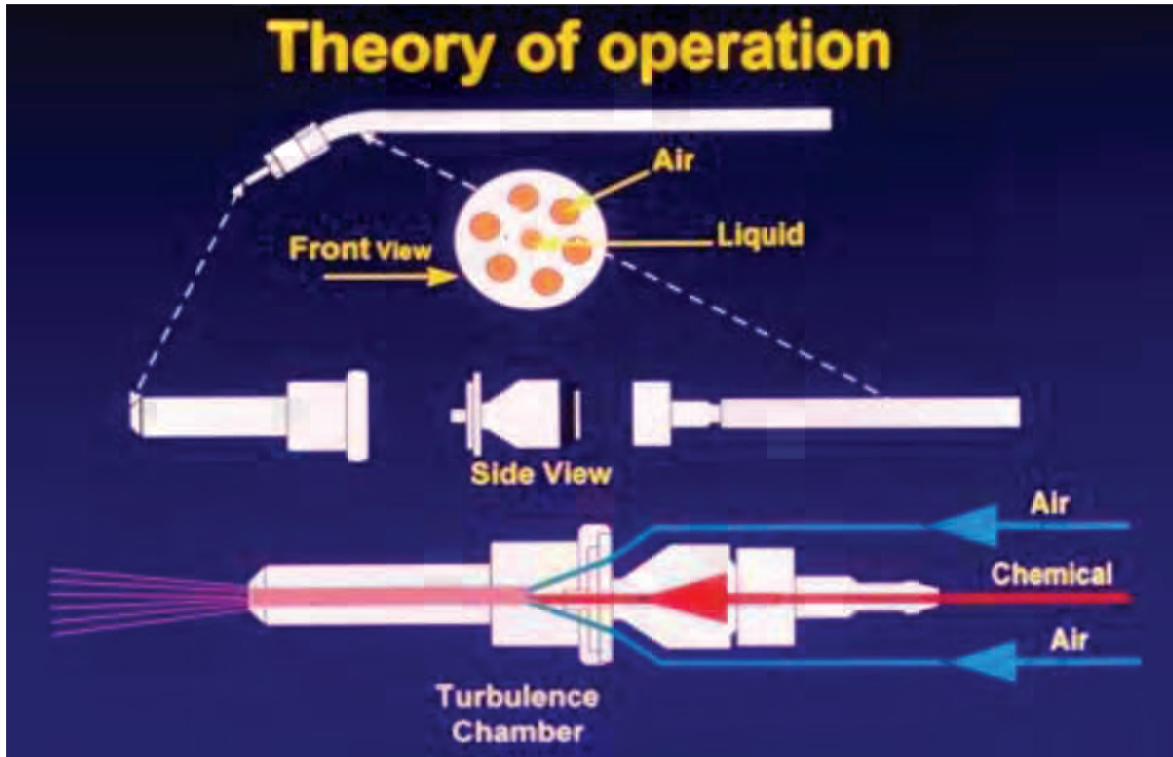


Figura 89. Funcionamiento del equipo microinyector Actisol® (Ilustración de Quimix, S.A. de C.V. cortesía de AM ROMA y CIA, S.A. de C.V.).

Tema III: Escarabajo del estiércol (*Alphitobius diaperinus* (Panzer)).

Alphitobius diaperinus (Coleóptera: Tenebrionidae), denominado escarabajo del estiércol o gusano menor de la harina, de distribución cosmopolita, es plaga de cereales y productos almacenados, sin embargo la relevancia en la industria pecuaria radica en que se desarrolla en la insalubridad de las heces y camas de las aves productivas (figura 90) y se le ha identificado como vector y reservorio de varios agentes patógenos para las aves (cuadro 32) (figuras 91 y 92), agente responsable de estrés, bajos consumos de alimento, baja conversión alimenticia y retrasos en el crecimiento y rendimiento de las aves y potencial riesgo para la Salud Pública^(263,264,265).

Estos coleópteros transmiten las enfermedades siguientes a las aves de producción:

Enfermedad	Importancia
Salmonelosis <i>Salmonella typhimurium</i>	La transmisión horizontal y vertical, siendo ésta última muy importante en aves reproductoras es transmitida a través del huevo. En la UE el 80% de la Salmonelosis en humanos está relacionada con <i>S. enteritidis</i> y <i>S. typhimurium</i> , es un grave problema de Salud Pública. El objetivo de la directiva 2160/2003 de la UE es reducir los niveles de <i>Salmonella</i> en pollo de engorda, reproductoras, postura comercial y pavos.
Colibacilosis <i>Escherichia coli</i>	No existen estudios sobre el impacto económico de la Colibacilosis en México, las infecciones asociadas a <i>E. coli</i> representan pérdidas de millones de dólares al año en los Estados Unidos de América; sin embargo se estima que los costos son cuantiosos por la aplicación de antimicrobianos: hasta tres tratamientos y aunado a esto, la resistencia a antibióticos, el 85% de las cepas son resistentes a Tetraciclina, 82% a Eritromicina y el 71% a Estreptomina.
Bursitis Infecciosa Aviar (Enfermedad de Gumboro) Avibirnavirus (virus RNA desnudo).	Una de las patologías de mayor importancia para la avicultura en el mundo debido a las pérdidas económicas que ocasiona no solo en la forma clínica con mortalidad sino por su efecto inmunosupresor en pollos menores de 3 semanas de edad. Mortalidad del 3 al 20%, hasta 40%
Enfermedad de Newcastle Paramixovirus Aviar	Los pollos son particularmente susceptibles y pueden experimentar tasas de morbilidad y mortalidad de hasta el 100%. En Estados Unidos, una epidemia en el 2002-2003 causó la muerte de más de 3 millones de aves y pérdidas de \$ 5 mil millones. Enfermedad declaración obligatoria a la Organización Mundial de Sanidad Animal (Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE).
Enfermedad de Marek Herpesvirus	Panzootia. Proliferación tumoral de células linfoides en gran número de órganos y tejidos. Grave peligro económico para las granjas de adultos jóvenes. Mortalidad. Forma clásica: 3 al 10% Forma aguda:90% (ponedoras).
Virus de la leucosis aviar retrovirus aviar (tipo C afecta bolsa de Fabricio). Retrovirus	Mortalidad del 1 al 20%. Factores de inmunosupresión por stress u otra enfermedad puede aumentar la severidad de la enfermedad. Gallinas afectadas transmiten vía oviducto a la albúmina del huevo. Los pollitos nacidos desarrollan tolerancia inmunológica.
<i>Eimeria spp</i>	Los oocistos de esta coccidia sobreviven en la cama de las aves y son ingeridos por larvas y adultos de esta plaga y transmitidos al ingerir la aves las formas larvianas y adultas del coleóptero.
<i>Staphylococcus spp.</i> , <i>Streptococcus sp.</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Corynebacterium sp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Serratia marcescens</i>	Relacionado como hospedero.
<i>Fusarium sp.</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Candida sp.</i>	Relacionado como hospedero

Cuadro 33. Enfermedades de la aves relacionadas con la transmisión por *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (263, 264, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272).

Esta plaga causa lesiones cutáneas a las aves y la parvada al consumir estos insectos en su fase adulta, desarrollan severas lesiones del tracto digestivo por efecto mecánico de los élitros o alas de *A. diaperinus* y por la liberación de sustancias de defensa contra depredadores que contienen quinonas, característica de los coleópteros de la familia Tenebrionidae, a la que pertenece. Estas sustancias carcinogénicas causan cáncer hepático en las aves de producción, lo cual puede ser motivo de decomiso en rastro ⁽²⁶⁶⁾.

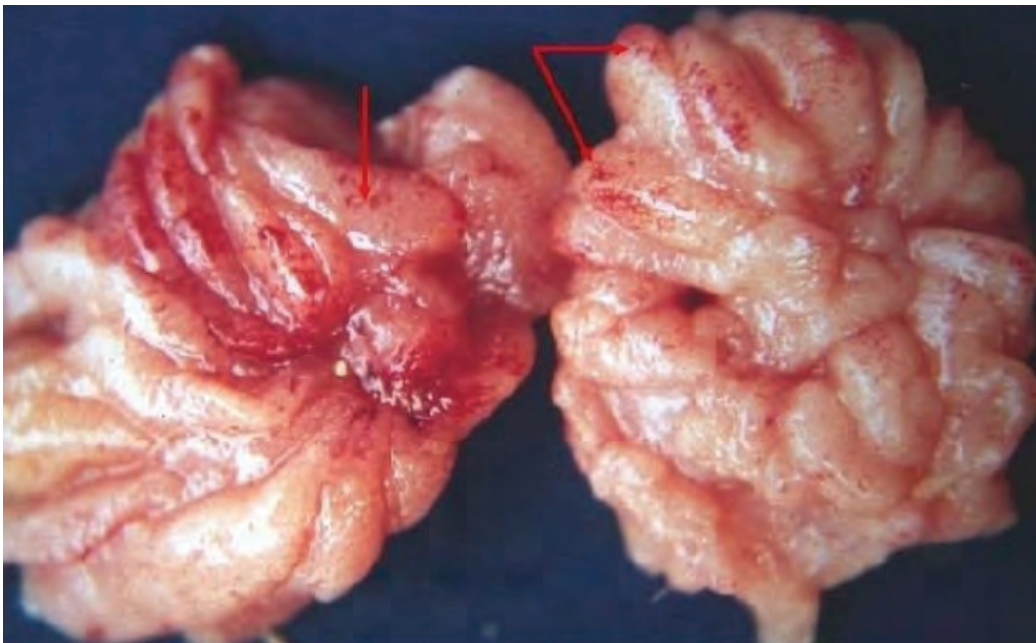
Los adultos, forman enjambres al ser atraídos por la luz artificial causando molestia dentro de las instalaciones y en las áreas habitadas cercanas a la unidad de producción pecuaria ⁽²⁶⁴⁾, constituyendo un riesgo potencial a la Salud Pública como causal de sensibilidad mediada por IgE de tipo ocupacional con signos de asma, rinitis, conjuntivitis, urticaria y angioedema en empleados de la industria avícola y granelera ⁽²⁷³⁾.

Los hábitats de estos coleópteros son también nidos, cuevas de murciélagos y madrigueras de roedores. Las larvas del coleóptero se alimentan de guano, moho, animales muertos, plumas y de larvas y huevos de la misma especie (canibalismo), lo que incrementa el potencial de transmisión de enfermedades a las granjas avícolas, ya que el rango de vuelo puede ser hasta de 16 km ⁽²⁷⁴⁾.

También es la causa de daños económicos a instalaciones y al equipo utilizado en las mismas, debido a que invaden la madera, los recubrimientos de poliuretano y fibra de vidrio y forman innumerables túneles debajo del piso de las instalaciones avícolas y consecuentemente se debilitan las estructuras, fracturándose. El costo de reparación del aislamiento para una caseta de aves de aproximadamente 2,000 m² puede alcanzar 2,000 a 4,000 dólares y sin un control adecuado de la población del coleóptero, sería un gasto a efectuar cada 2 a 3 años. ^(263, 265, 266, 275, 276).



Figura 90. Infestación de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) en la cama de las aves ⁽²⁷⁶⁾.



Copyright 2009 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
Todos los derechos reservados.

Figura 91. Bursitis Infecciosa Aviar. Bolsa de Fabricio hemorrágica (Fotografía: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña) ⁽²⁷⁷⁾.



Figura 92. Enfermedad de Newcastle. Lesiones macroscópicas ⁽²⁷⁸⁾.



Figura 93. Daños a aislantes térmicos de techos en instalaciones avícolas por *Alphitobius diaperinus* (Panzer) ⁽²⁷⁶⁾.

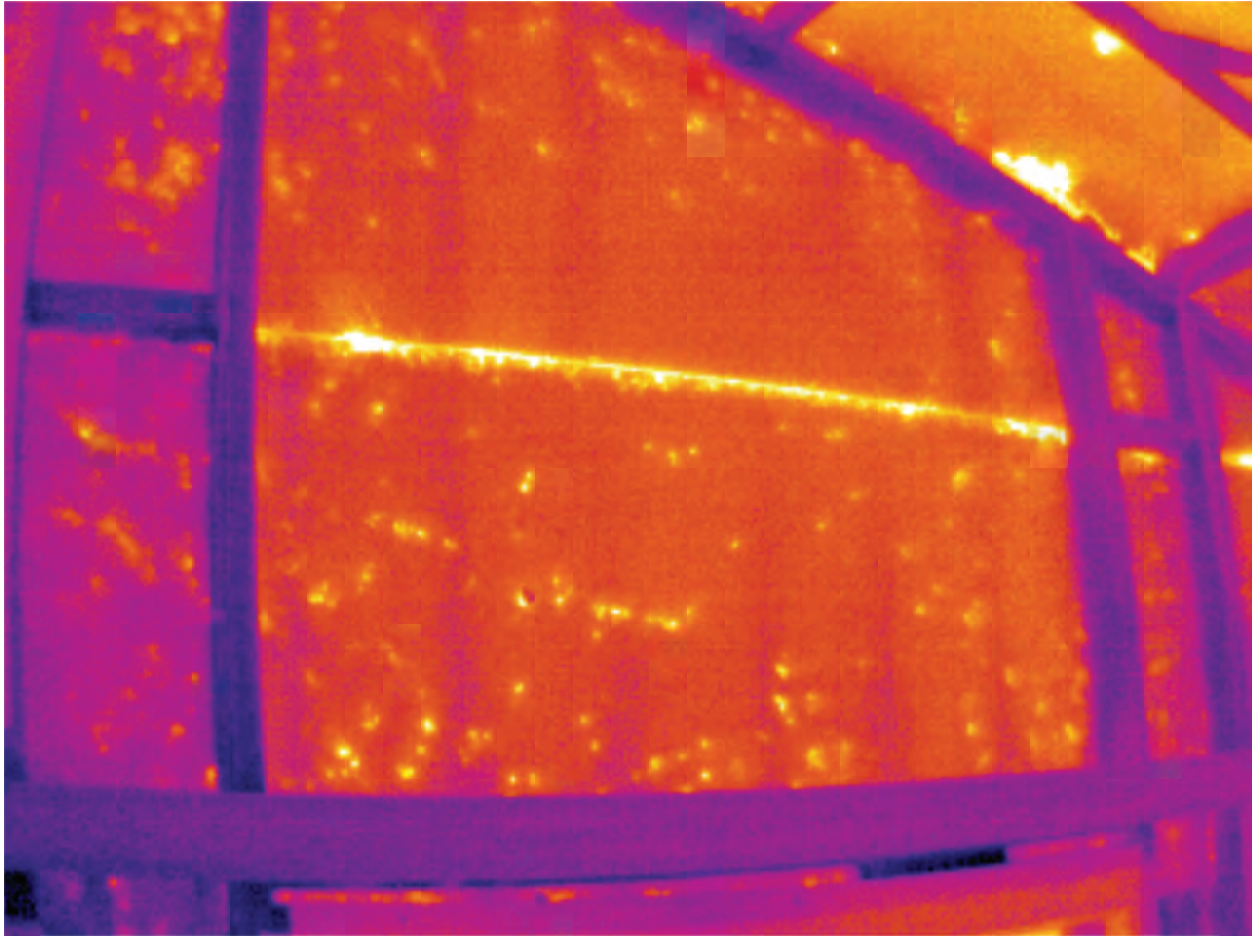


Figura 94. Daño a aislamientos térmicos de instalaciones avícolas por *Alphitobius diaperinus* (Panzer). Fotografía térmica ⁽²⁷⁶⁾.

Con base a lo anterior el control de este coleóptero debe ser una plaga a controlar como parte de la Bioseguridad en las unidades de producción pecuaria.

La clasificación taxonomía de este insecto es la siguiente:

Jerarquía Taxonómica: *Alphitobius diaperinus* (Panzer).

Reino	Animal
Subreino	Bilateria
Infrareino	Protostomia
Superdivisión (Superphylum)	Ecdysozoa
División (Phylum)	Arthropoda -patas articuladas
Subdivisión (Subphylum)	Hexapoda -seis patas
Clase	Insecta
Subclase	Pterygota- insectos alados
Infraclase	Neoptera
Superorden	Holometabola
Orden	Coleoptera Linnaeus, 1758 – escarabajos
Suborden	Polyphaga Emery, 1886
Infraorden	Cucujiformia Lameere, 1938
Superfamilia	Tenebrionoidea Latreille, 1802
Familia	Tenebrionidae Latreille, 1802 – darkling beetles
Género	<i>Alphitobius</i>
Especies	<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797)
Nombre común	Escarabajo del estiércol, gusano menor de la harina.

Cuadro 34. Clasificación taxonómica de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) ⁽²⁵⁰⁾.

El ciclo de vida, sus características y hábitos son se resumen en el cuadro 35. La figura 95 ilustra al macho y hembra de este coleóptero. En la figura 96, la síntesis del ciclo de vida o ciclo biológico.

Nombre común	Escarabajo del estiércol, gusano menor de la harina.
Género y especie	<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer) 1797
Descripción	
Tamaño	5.8 a 6.3 mm
Color	Negro , grisáceo, brillante
Características	Cuerpo con puntilleo. Las antenas cubiertas de pelos amarillos. Ojos totalmente separados.
Metamorfosis	de tipo completa
Ciclo biológico	Tiempo de desarrollo de todo el ciclo 2 meses a 1 año dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad.
Condiciones óptimas	30° a 33°C con 90% de humedad relativa.
Huevo	Color blanco cremoso de 1.5 mm de longitud. Una hembra potencialmente puede ovopositar hasta 2000 huevos, el promedio es de 200 a 400 huevos. Tiempo de la fase: 4 a 13 días
Larva	De 7 a 11 estadios. El último estadio o instar la larva mide de 7 a 11 mm y está pigmentada. Duración de 23 a 133 días.
Pupa o crisálida	Color blanco cremoso. 6 a 8 mm de longitud. Duración : 4 a 17 días.
Adulto	Duración:
Longevidad	3 a 12 meses. Condiciones experimentales hasta 2 años.
Hábitos	Son omnívoros. Los huevecillos son colocados por las hembras en grietas, hendiduras, estiércol, suelo, basura, áreas de alta humedad y disponibilidad de alimento como las líneas de comederos, debajo de comederos de las aves. Los machos secretan feromonas de agregación identificadas como (R)-(+)-limonene, (E)-β-ocimene, (S)-(+)-linalol, (R)-(+)-daucene y 2-nonanone. Esta emisión comienza 1 a 2 semanas después de la emergencia de adultos y continúa por un año, cesando en respuesta a cambios de disponibilidad de alimento, calidad y otros factores. El suelo constituye un sitio favorable para la pupación y un refugio (invernación) para los adultos y las larvas durante los períodos de estrés, cuando disminuye la temperatura del suelo durante el período de limpieza. Los coléopteros reaccionan a más de un estímulo para localizar sitios adecuados (parámetros edáficos estructurales, higrótaxis , termotaxis), la supervivencia depende del uso oportunista de sitios calientes adecuados, tales como la capa de suelo en las casas de aves de corral, es posible encontrar los diferentes estadios hasta a 10 cm de profundidad del suelo debajo de comederos.

Cuadro 35. Característica, ciclo biológico y hábitos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (264, 274, 275, 276, 279, 280)



Figura 95. *Alphitobius diaperinus* (Panzer). Macho (izquierda) y hembra (derecha), vista dorsal (Fotografías: James Dunford, University of Florida) ⁽²⁶⁴⁾.

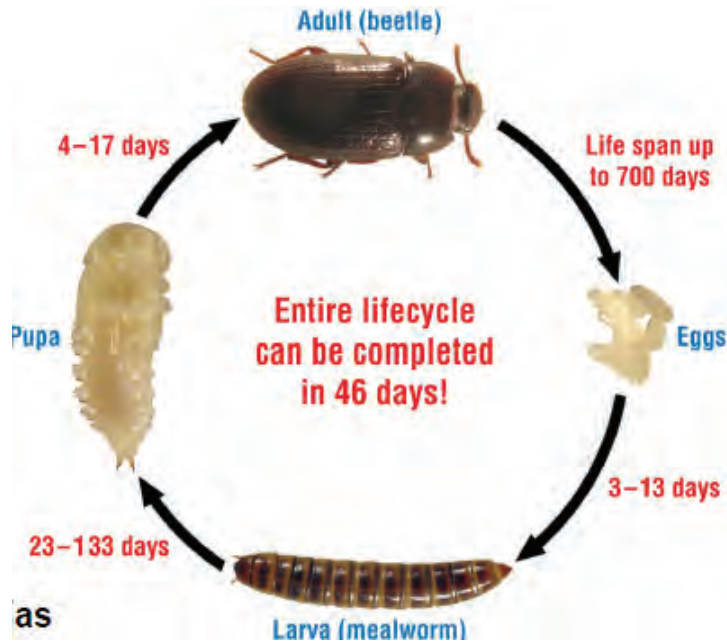


Figura 96. Ciclo biológico o de vida: *Alphitobius diaperinus* (Panzer) ⁽²⁶⁴⁾.

En relación al Manejo Integrado para esta plaga es importante puntualizar los requerimientos siguientes:

- Conocimiento de la plaga: taxonomía, hábitos, biología (cuadro 34).
- Inspección: de las instalaciones y su entorno, ya sean granjas pequeñas o grandes (figura 97).
- Determinación del índice de población mediante técnicas de monitoreo de la plaga pudiendo utilizarse conteo directo, medición de daño.

Muestra 1 kg de estiércol y material de cama, compuesta por cinco submuestras tomadas en puntos distribuidos al azar en la unidad experimental. Toma de la submuestra: recipiente metálico a introducir en la cama para extraer el material, a una profundidad de 15 cm dentro de la cama, cuya profundidad es de 30 cm. Realizar el conteo visual de *A. diaperinus*. Las variables pueden ser: insectos/día, insectos por muestreo y porcentaje de control ⁽²⁶³⁾ (figura 98).

- Medidas sanitarias: es muy importante llevar a cabo los programas de manejo de las heces y las camas, en el caso de avícolas. Disminuir la humedad y el amoníaco, que atraen *A. diaperinus*. En la industria alimentaria el manejo de basura ⁽²⁷⁶⁾.
- Métodos de exclusión: la implementación de mallas tipo mosquitero, cortinas hawaianas, cortinas de aire en almacenes e industria, que limiten el ingreso de coleópteros a las instalaciones. El diseño de instalaciones con materiales aislantes que sean más resistente al efecto destructor de la plaga.
- Trampeo: las trampas ya sean engomadas o electrónicas con luz ultravioleta.

- Control químico: En el Capítulo III se describe una amplia gama de grupos químicos y modos de acción para establecer los métodos de control de esta plaga, realizando rotación entre ellos para la prevención y manejo de la resistencia a plaguicidas (cuadro 36) ^(193, 211). Las técnicas de control deben dirigirse principalmente al control de larvas y adultos.
- c) Adulticidas: técnicas para obtener residualidad prolongada, elegir equipos de aspersión con boquillas para generar gotas gruesas y formulaciones de tipo residual como los polvos humectables (PH), suspensiones concentradas (SC) y los más rentables por su larga residualidad son los microencapsulados o capsulas en suspensión (CS) (figura 99 y 100). La recomendación para estos productos es la aplicación 24 horas antes de la entrada de la nueva parvada y principalmente aplicar bajo los comederos y bebederos, en la parte baja de paredes todo el perímetro, ya que justamente cuando se desaloja de la parvada anterior la instalación y se realiza la limpieza, los coleópteros migran en busca de refugio a las paredes, a las grietas y hendiduras, las larvas se entierran a 10 cm en el suelo, limitando la eficacia de los plaguicidas, sobre todo los que son de baja residualidad (figura 101) ⁽²⁷⁴⁾.
- d) Larvicidas: con formulaciones que estén diseñadas para este fin. Aplicación por aspersión a los sitios de crianza con equipos de aspersión manual o motomochila. La misma indicación que con los adulticidas ⁽²⁷⁴⁾.
- e) Las nebulizaciones en frío o termonebulizaciones no son una opción de gran desempeño para los insectos alojados en grietas y hendiduras, pero lo son en el control de enjambres en vuelo.

GRUPO QUIMICO	FORMULACION	FRECUENCIA	EFFECTO DE REPELENCIA
NICOTINOIDES		Cada 2 a 3 parvadas	NO
Thiamethoxam	SC		
Imidacloprid	SC		
PIRETROIDES		Cada 2 a 3 parvadas	SI
Lambda cihalotrina	CS Cápsulas en suspensión		
Ciflutrina	SC		
Bifentrina	SC		
Permetrina	SC		
ORGANOFOSFORADOS		Cada 2 a 3 parvadas	NO
Clorpirifós	EC, CS		
Diclorvós (DDVP)	EC		
SPINOSINAS		Cada 2 a 3 parvadas	NO
Spinosad	SC		
REGULADORES DE CRECIMIENTO		Cada 2 a 3 parvadas	NO
Triflumurón	SC		

Cuadro 36. Rotación de grupos químicos para el control de *A. diaperinus* (Panzer) (Adaptación de Elanco Animal Health) ^(275, 281, 282).

- Control biológico: el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* ⁽²⁶³⁾. Sin embargo se requieren concentraciones altas de *Beauveria bassiana* para el control de adultos ⁽²⁶⁶⁾.
- Reporte y monitoreo: dentro de las BPM's y en HACCAP la rastreabilidad y trazabilidad con base en registros consistentes del manejo de la plaga o de la prevención de la presencia de la misma. La toma de decisiones depende de los reportes y la auditoría de los mismos por el auditor certificado en las normas de calidad. Los reportes con gráficas de tendencia son requeridos en los diferentes tipos de normas de calidad ^(127, 128, 132). Elanco recomienda el monitoreo siguiente con el uso de Spinosinas:

- 6 puntos de la nave: 3 en la cámara de cría y 3 en el resto de la nave
- Perímetro de la pared, en medio de comederos y debajo de comederos⁽²⁷⁴⁾.



Figura 97. Diferentes tipos de instalaciones “broilers” o pollo de engorda. Pequeñas de 5000 aves (izquierda), grandes más de 17,000 aves (derecha) ⁽²⁸¹⁾.



Figura 98. Muestreo de *A. diaperinus* (Panzer) en instalaciones avícolas ^(274, 281).

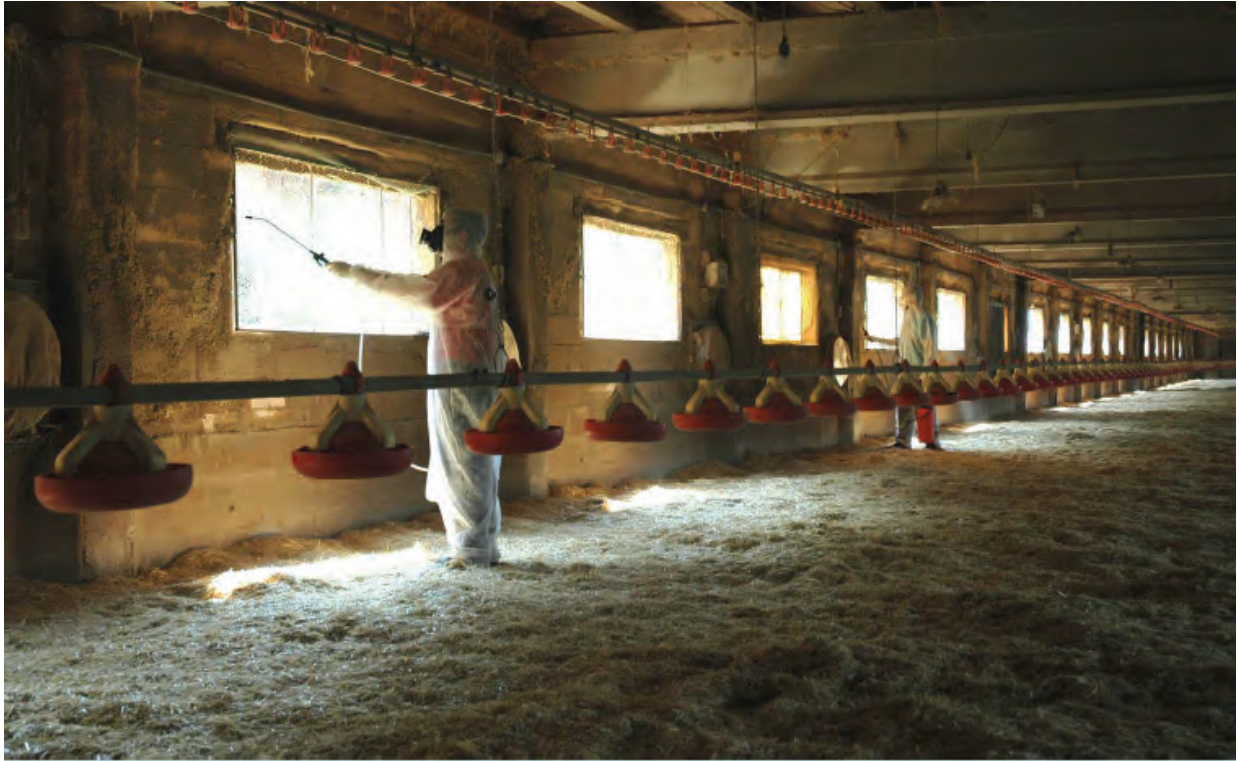


Figura 99. Aplicación residual de plaguicidas a paredes y techos el control de *A. diaperinus* (Panzer) en instalaciones avícolas ⁽²⁸¹⁾.



Figura 100. Aplicación residual de plaguicidas a pisos y debajo de comederos para el control de *A. diaperinus* (Panzer) en instalaciones avícolas ^(274, 281).

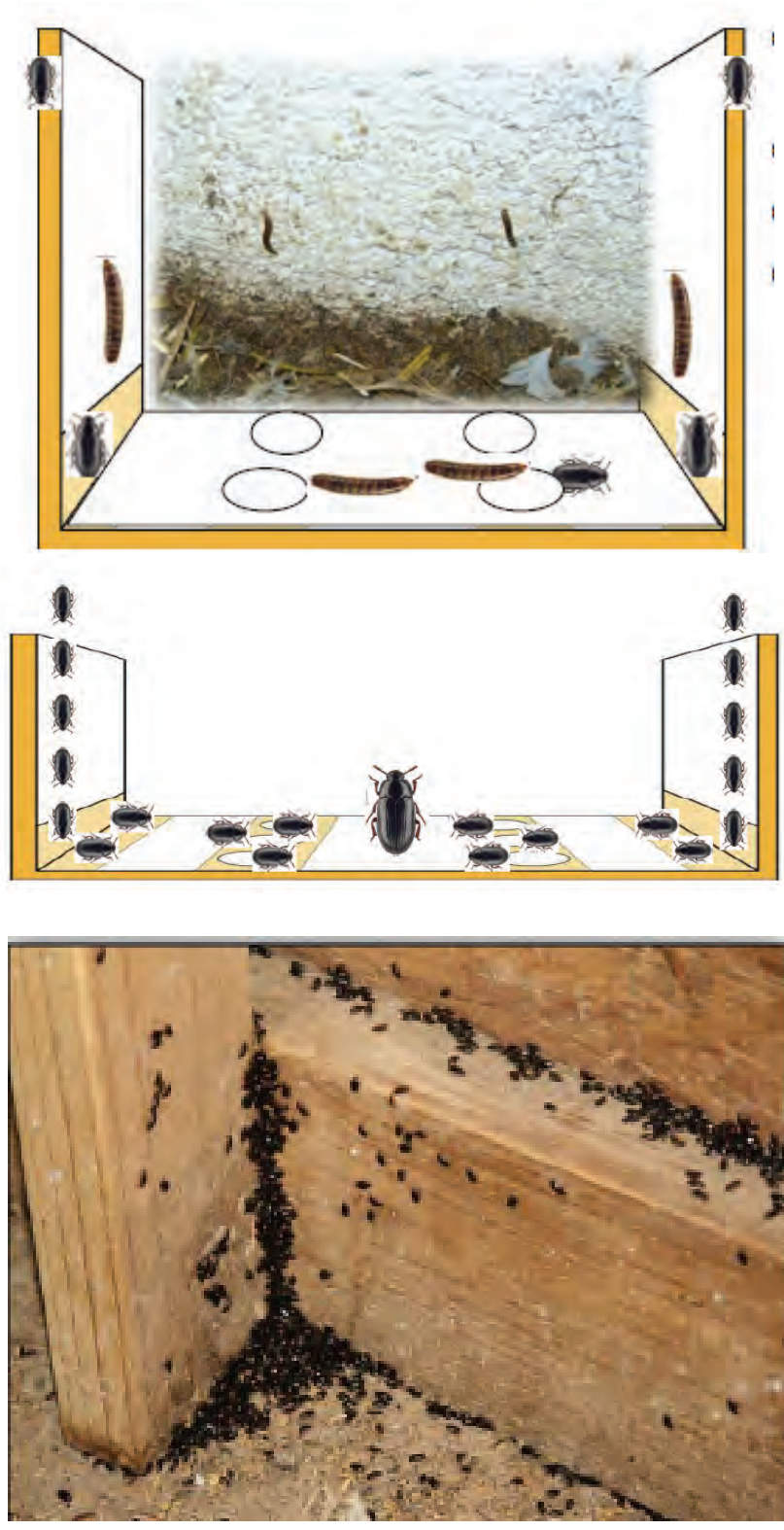


Figura 101. Migración de *A. diaperinus* (Panzer) dentro de la nave al momento del término del ciclo de la parvada y limpieza. ⁽²⁷⁴⁾.

Tema IV: Alacranes.

El alacranismo o escorpionismo es producido por la picadura de los alacranes. Para la salud pública de México, la importancia de la intoxicación por picadura de alacrán (IPPA) radica en la magnitud de los daños que produce, en el riesgo de morir y en la amplia distribución de las especies de interés médico. Entre 1979 y 2003 se presentaron 6,077 decesos, 243 por año en promedio; en el periodo de 2004 a 2007 se registraron 201 defunciones por IPPA, 51 por año en promedio. Los grupos de edad más afectados son niños menores de 5 años y los adultos mayores ⁽⁹⁷⁾.

El Boletín Epidemiológico del SINAVE de la DGES, reporta 307,408 casos por IPPA acumulados a la semana 52 del año 2012 (figura 102) ⁽⁷⁸⁾. El reto para las autoridades sanitarias en nuestro país es abatir la morbilidad y mortalidad causada por estos arácnidos.

México es uno de los países con mayor incidencia de IPPA en el mundo, siendo actualmente 18 entidades federativas las de mayor riesgo, de éstas las de mayor mortalidad por IPPA son, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa y Zacateca y las de mayor morbilidad Jalisco, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Morelos, y Nayarit (figura 103) ⁽⁹⁷⁾.

La IPPA se considera una urgencia médica, debido a su rápida evolución clínica y al riesgo de morir si el paciente no recibe tratamiento oportuno y adecuado ⁽⁹⁷⁾.

El veneno contiene proteínas, péptidos tóxicos, lípidos, nucleótidos, sales orgánicas y aminoácidos. Otros compuestos son la hialuronidasa, que favorece la penetración del veneno y la 5 hidroxitriptamina, causal de la producción del dolor y el edema en el sitio de la picadura ⁽²⁸³⁾. La toxina afecta el sistema nervioso a nivel de los canales iónicos de sodio, potasio y calcio, prolongando así el potencial de acción de la membrana celular, aumentando la liberación de acetilcolina y catecolaminas a nivel simpático, parasimpático y de terminaciones nerviosas. Los efectos principales son neurotóxicos y cardiotoxicos ⁽²⁸⁴⁾.

Los alacranes no son insectos, son arácnidos. A nivel mundial existen 1,259 especies de alacranes, de las cuales en México existen 190 especies y al menos 52 en proceso de ser descritas. Tan solo el género *Centruroides* de la familia Buthidae tiene 30 especies, entre ellas las especies con veneno altamente tóxico y de importancia médica en nuestro país son: *Centruroides noxius*, *C. limpidus*, *C. tecomanus*, *C. suffusus*, *C. infamatus*, *C. elegans*, *C. sculpturatus*, *C. balsasensis* y *C. meisei* ⁽⁹⁷⁾.

La clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino:	Animalia
Subreino	Bilateria
Infrareino:	Protostomia
Superdivisión (Superphylum)	Ecdysozoa
División (Phylum)	Arthropoda
Subdivisión	Chelicerata
Clase	Arachnida
Orden	Scorpionida (alacranes o escorpiones).
Familia	Buthidae C. L. Koch, 1837
Género	<i>Centruroides</i>

Cuadro 37. Clasificación taxonómica: alacranes del género *Centruroides* ⁽²⁵⁰⁾.

Existen diferentes familias a nivel mundial siendo la familia Buthidae relevante para Salud Pública en México:

- Bothriuridae Simon, 1880
- **Buthidae** C. L. Koch, 1837
- Chactidae Pocock, 1893
- Chaerilidae Pocock, 1893
- Diplocentridae Karsch, 1880
- Euscorpiidae Laurie, 1896

- Heteroscorpionidae Kraepelin, 1905
- Ischnuridae Simon, 1897
- Iuridae Thorell, 1876
- Microcharmidae Lourenço, 1996
- Pseudochactidae Gromov, 1998
- Scorpionidae Latreille, 1802
- Scoriopidae Kraepelin, 1905
- Superstitioniidae Stahnke, 1940
- Troglotayosicidae Lourenço, 1998
- Vaejovidae Thorell, 1876 ⁽²⁵⁰⁾

La DL50 de diferentes especies de alacrán en ratones es la siguiente (cuadro 38) *C. noxius* es el alacrán más tóxico en México ⁽²⁸³⁾:

Alacrán	DL50 (Dosis letal 50%) mg/ Kg
<i>Centruroides noxius</i>	0.26
<i>Centruroides limpidus tecomanus</i>	0.65
<i>Centruroides sculpuratus</i>	1.12
<i>Centruroides infamatus infamatus</i>	1.27
<i>Centruroides limpidus limpidus</i>	2.00

Cuadro 38. Toxicidad de los venenos de alacranes del género *Centruroides* ⁽²⁸³⁾.

CUADRO 11.4 Casos por entidad federativa de **Enfermedades no Transmisibles** hasta la semana epidemiológica 52 del 2012

ENTIDAD FEDERATIVA	Iniciación Por Prevalencia CIE-10 [®] REV. T80				Iniciación Por Rompimiento Vascular CIE-10 [®] REV. T83 (excepto T83.2), X21, X23, X27				Iniciación Por Víctimas de Excepción CIE-10 [®] REV. T63.2, X22			
	2012		2011		2012		2011		2012		2011	
	Sem.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.		Acum.
		M	F			M	F			M	F	
Aguascalientes	7	5	8	6	316	289	380	13	1 103	1 192	2 088	
Baja California	24	19	34	6	500	448	983	-	60	69	129	
Baja California Sur	19	11	31	7	190	154	333	-	34	48	106	
Campeche	1	17	7	35	-	128	89	210	-	30	52	94
Coahuila	-	10	2	9	-	382	374	940	-	102	129	203
Colima	-	50	6	44	22	786	535	1 197	169	6 801	5 313	11 781
Chiapas	7	105	93	244	4	169	157	316	2	143	183	363
Chihuahua	-	45	28	69	9	1 041	1 071	1 873	-	209	276	451
Distrito Federal	1	19	20	29	3	289	349	679	7	207	242	513
Durango	-	5	2	15	2	582	610	882	16	2 415	2 626	7 660
Guanajuato	1	130	76	88	45	2 511	2 393	3 634	395	16 071	19 717	30 548
Guerrero	2	149	96	227	26	1 099	808	2 020	421	28 628	28 669	51 284
Hidalgo	-	101	31	97	1	369	272	666	1	100	147	219
Jalisco	8	559	240	599	54	3 586	3 024	6 510	516	26 323	25 845	52 214
México	3	165	51	199	18	1 018	853	1 603	146	5 091	5 681	9 781
Michoacán	2	211	57	240	16	1 517	1 227	2 788	330	16 428	17 415	32 106
Morelos	1	179	34	205	17	548	470	1 140	366	16 034	16 298	36 611
Nayarit	6	222	38	213	3	617	335	964	128	8 616	7 272	13 645
Nuevo León	-	13	12	33	6	478	476	844	1	104	144	227
Oaxaca	3	152	76	215	16	735	651	1 227	67	2 285	3 052	5 409
Puebla	1	56	27	111	4	833	677	1 414	82	7 199	7 981	15 239
Querétaro	-	71	35	68	9	789	768	1 832	30	2 570	2 888	5 603
Quintana Roo	1	14	9	66	2	260	256	519	-	40	52	236
San Luis Potosí	-	32	7	57	2	334	274	692	2	167	235	267
Sinaloa	3	172	56	229	48	1 758	1 629	3 144	86	4 806	5 694	9 521
Sonora	-	31	24	37	18	2 151	2 047	3 711	16	2 420	3 651	5 592
Tabasco	-	18	11	31	2	135	113	242	-	26	50	66
Tamaulipas	-	58	36	110	3	536	465	900	1	194	321	337
Tlaxcala	-	1	2	4	2	122	108	149	-	22	36	63
Veracruz	4	163	74	235	3	680	502	1 093	1	112	159	258
Yucatán	-	18	6	26	3	114	67	209	-	24	39	73
Zacatecas	-	44	15	63	8	640	555	1 321	14	1 692	1 876	3 696
TOTAL	44	2 950	1 206	3 671	365	25 213	22 046	44 415	2 810	150 056	157 352	296 392

IIIFNT-UNABO/TEC/PA/10/10 Información confidencial

Figura 102. Casos acumulados IPPA por entidad federativa semana 52 del año 2012. (Boletín Epidemiológico/ SINAVE/DGE/SALUD 2013) ⁽⁷⁸⁾.



Figura 103. Distribución geográfica de las especies peligrosas de alacrán en México⁽²⁸⁴⁾.

La toxicidad del veneno de los alacranes no es privativa para humanos, ya que estas toxinas, de manera natural constituyen la protección de los alacranes contra depredadores y un método de caza de las presas, que pueden ser otros artrópodos, canibalismo, reptiles pequeños, aves y pequeños mamíferos, como roedores⁽²⁸³⁾.

Con base en lo anterior y aunque no hay reportes consistentes sobre la morbilidad y mortalidad en las parvadas o piaras de instalaciones pecuarias, se estima que *Centruroides limpidus* puede causar mortalidad del 4% en pollito de 1a semana en las naves de granjas en Morelos por efecto tóxico de la picadura (MVZ. Bravo Dufou, controlador de plagas en Morelos, comunicación personal).

Los precios del pollito de engorda fluctúan en el mercado según la línea genética, pero estimando un precio de MXN\$ 10.00 por pollo y considerando una nave pequeña con 5000 pollos con 4% de mortalidad por picadura de alacrán, el impacto directo en

mortalidad sería de 200 pollos y directamente un impacto de MXN\$ 2000.00 considerado 200 pollos por MXN\$ 10.00 cada uno (MVZ. Bravo Dufou, controlador de plagas en Morelos, comunicación personal). Además existe el riesgo latente para los empleados en las casetas y almacenes de IPPA, con el impacto consecuente en Salud Pública por la negligencia en el control de la plaga en las instalaciones, los días de incapacidad del empleado por picadura de alacrán y la reestimación de la prima del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) por accidentes de trabajo.

Los alacranes son de hábitos terrestres, nocturnos y viven en grietas y hendiduras de las instalaciones, bardas, mobiliario, debajo de piedras, troncos, en la basura y pueden invadir las áreas interiores cálidas y húmedas de las instalaciones pecuarias y habitacionales ⁽²⁸³⁾. Los transportes en los que ingresan insumos o se transportan los animales pueden ser invadido por esta plaga, lo que implica un riesgo adicional a la Salud Pública y animal y coadyuva a la diseminación de los alacranes a otras zonas⁽⁹⁷⁾.

En cuanto a su morfología, hay que reiterar que no son insectos y de manera general el cuerpo de los alacranes está dividido en tres partes (figura 104):

- Parte anterior: Prosoma o cefalotórax, cubierto por exoesqueleto (caparazón) no segmentad.
- Parte media: Mesosoma o preabdomen de siete segmentos.
- Parte posterior: Metasoma de cinco segmentos, a manera de cola, en cuyo extremo se encuentra el telson con estructuras y mecanismos para herir e inocular el veneno (figura 106) ^(285, 286).

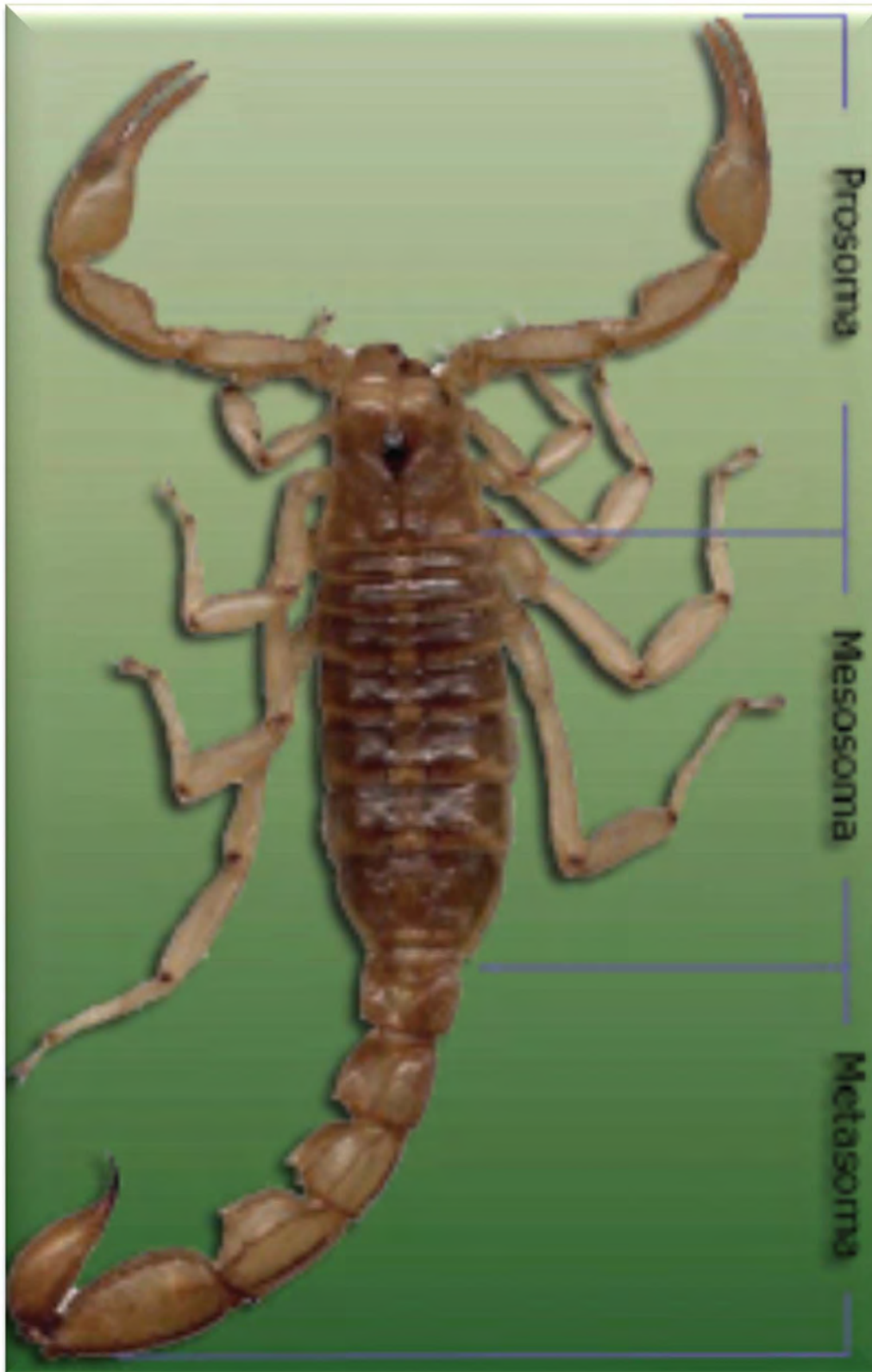


Figura 104. Morfología general de los alacranes (adaptación de la autora).

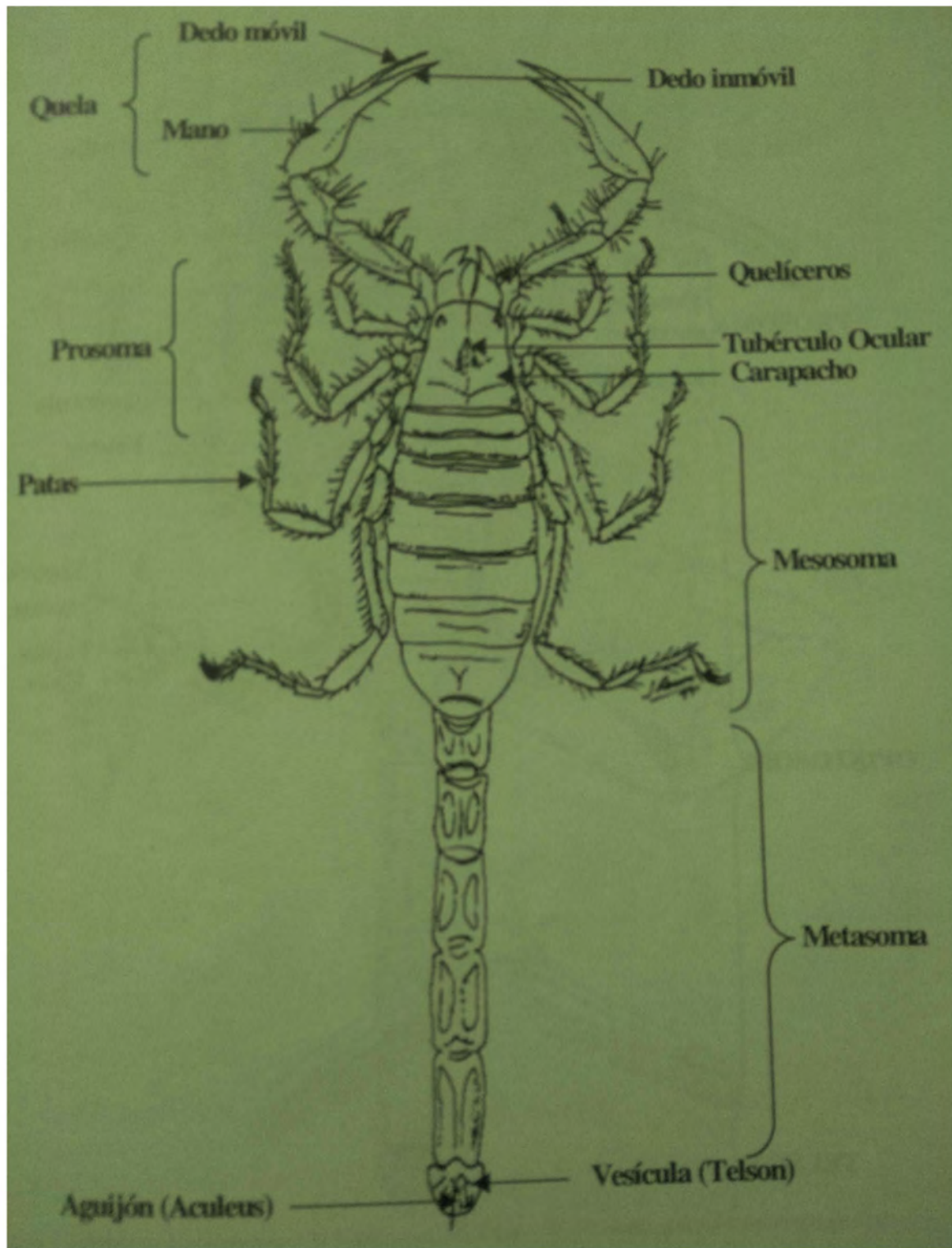


Figura 105. Morfología general de los alacranes. Estructuras principales ⁽²⁸⁶⁾.

Aspectos reproductivos generales de los alacranes.

Los alacranes son vivíparos y después de un período de desarrollo embrionario de tiempo variable, nacen las crías vivas, los recién nacidos, “pullis” o “larvas”, que se suben al dorso de la madre y sólo bajan de ella hasta que mudan al segundo estado juvenil, para dispersarse, son semejantes en su morfología y hábitos alimenticios a los adultos pero son más pequeños y sexualmente inmaduros. Mudan cinco a ocho veces hasta que llegan a la madurez sexual. No se conoce con exactitud cuánto tiempo dura su ciclo vital, pero algunas especies pueden tener crías hasta dos veces al año ⁽²⁸⁵⁾.

En época de apareamiento el escorpión macho busca a la hembra y antecede al apareamiento un cortejo nupcial que dura algunos minutos, con la finalidad de depositar el espermatóforo que contiene los espermatozoides en sobre el suelo y posicionar con movimiento a la hembra para que el área genital de ésta coincida sobre el espermatóforo y sea inoculada con el esperma. La fecundación ocurre días o meses después ⁽²⁸⁵⁾.

El número de crías varía, desde seis a ciento cinco pullis por camada, en algunos *Centruroides* de América (comunicación personal M. en C. Eliezer Martín Frías).

Su desarrollo es lento y aunque no se sabe con exactitud hasta cuantos años pueden vivir como adultos, en el laboratorio pueden alcanzar de 2 y 5 años.

El Manejo Integrado de Alacranes desde la perspectiva de las autoridades sanitarias se encuentra contenido en la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SSA2-2002, Para la vigilancia, prevención y control de la intoxicación por picadura de alacrán, cuyo objetivo establecer los lineamientos, criterios y actividades para la vigilancia epidemiológica, prevención y control, así como lo relativo al diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado de la intoxicación por picadura de alacrán ⁽⁹⁷⁾.

Es responsabilidad del personal y el responsable estatal de entomología médica de las localidades de las entidades federativas donde se reportan más casos de IPPA, el registrar y remitir los datos de distribución, estacionalidad y abundancia de las

especies de alacranes al Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (InDRE) de la Secretaría de Salud, dentro del marco de Vigilancia Escorpionológica de esta norma ⁽⁹⁷⁾.

Las medidas culturales de prevención IPPA son citadas de manera general y cada entidad federativa las implementa como acciones de promoción de la salud.

El uso de plaguicidas se cita en el numeral:

...”8.1 Control químico.

El empleo de químicos tiene sustento en estudios entomológicos que se efectúan con el propósito de controlar la población de alacranes en las viviendas.

Los grupos químicos de plaguicidas recomendados son los piretroides y los carbamatos y serán utilizados de acuerdo a las especificaciones de cada fabricante” ⁽⁹⁷⁾...

Sin embargo la recomendación es muy general y no considera que al ser los alacranes otro tipo de organismos, no pueden utilizarse las dosis empleadas con insectos y tampoco todas las formulaciones.

Derivado de la experiencia de la autora en ensayos de eficacia biológica para el control de alacranes del género *Centruroides*, es importante elegir el grupo químico, el tipo de formulación y técnica de aplicación para los diferentes tipos de sustratos o materiales de construcción.

Estudios comparativos realizados con *C. limpidus limpidus* en coordinación con el M. en C. Eliezer Martín Frías en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) para la actividad alacranicida de un carbamato Bendiocarb al 76% a dosis de 200 mg de ingrediente activo por m² y un organoclorado, Lindano al 75% a dosis de 2 g de ingrediente activo por m², en formulación polvo mojable o humectable (PH), aplicado por aspersion a diferentes sustratos como loseta asfáltica, barro, madera y cartón “enchapopotado”, reveló diferencias de residualidad y eficacia entre los

activos y sustratos; finalmente a los 75 días, en ninguno de los sustratos persistió una adecuada residualidad de ambos los insecticidas ⁽²⁸⁷⁾.

En un estudio comparativo preliminar para 4 especies de alacranes, *C. noxius*, *C. limpidus limpidus*, *C. limpidus tecomanus* y *C. infamatus ornatus* con formulaciones polvo humectable (PH) de Bendiocarb 76% a dosis de 100 y 200 mg de ingrediente activo (i.a.) por m², comparada con Lindano a 1 y 2 g de i.a./ m² y Deltametrina (piretroide) a 7.5 y 15 mg de i.a. / m² m, indicaron la residualidad máxima de 105 días para Bendiocarb y Lindano a ambas dosis para , *C. limpidus limpidus*, *C. limpidus tecomanus* y *C. infamatus ornatus*. Sin embargo para mayor residualidad la etiqueta de Bendiocarb 76% (Ficam® W) indica 400 mg de i.a./ m², resultando una relación costo-tratamiento mayor. Otros carbamatos como Propoxur han sido propuestos para el control de alacranes, sin embargo en razón de la dosis por m², la relación costo- tratamiento es elevada, también ⁽²⁸⁸⁾.

La Deltametrina evaluada (piretroide), puede causar irritación, repelencia y comportamiento agresivo de los alacranes intoxicados (observaciones de laboratorio) y la mortalidad fue lenta y baja a las dosis probadas comparada contra Lindano y Bendiocarb, la residualidad también fue baja ⁽²⁸⁸⁾. El comportamiento alterado de los alacranes puede constituir un riesgo de picadura de alacrán al reingreso de las personas o animales a áreas tratadas.

Se sugiere el uso de piretroides en formulación cápsulas en suspensión (CS) de Lambda cyhalotrina al 9.7% (Icon® 10CS / Syngenta) para limitar estos efectos de los piretroides. En estudios de laboratorio realizados por el M. en C. Alejandro Villegas Trejo, quién fuera Coordinador del Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores y Zoonosis de los Servicios de Salud de Morelos, la formulación citada, al ser un microencapsulado (cápsulas en suspensión, CS), logró mortalidad aguda del 99% en *Centruroides limpidus* a las 6 horas de exposición y 75% de mortalidad con 4 meses de residualidad a pesar de aplicar la dosis de 30 mg de i.a./m² de Lambda cyhalotrina, que es la recomendada por la OMS para el control de mosquitos ⁽²⁸⁸⁾ (Estudio inédito resultados presentados en ponencia durante el XXVIII Congreso Nacional de Control de Plagas Urbanas).

Existe un área de oportunidad para la investigación en materia de control de alacranes, debido que hasta ahora en México solo se han evaluado 3 grupos químicos en el control de alacranes, existiendo otros grupos químicos y modos de acción importantes para el manejo de la resistencia.

A continuación se ilustran especies relevantes del género *Centruroides* en México (figuras 106,107, 108, 109,110 y 111):



Figura 106. *Centruroides noxius*. Hembra (izquierda) y macho (derecha) ⁽²⁹⁰⁾.



Figura 107. *Centruroides limpidus limpidus*. Hembra (izquierda) y macho (derecha)⁽²⁹⁰⁾.



Figura 108. *Centruroides limpidus tecomanus*. Hembra (izquierda) y macho (derecha)⁽²⁹⁰⁾.



Figura 109. *Centruroides suffusus*. Hembra (izquierda) y macho (derecha) ⁽²⁹⁰⁾.



Figura 110. *Centruroides elegans elegans*. Hembra (izquierda) y macho (derecha) ⁽²⁹⁰⁾.



Figura 111. *Centruroides infamatus infamatus*. Hembra (izquierda) y macho (derecha) ⁽²⁹⁰⁾.

Subcapítulo II: Vertebrados.

Mamíferos de importancia pecuaria.

Tema I: Roedores.

El manejo integrado de roedores comensales o sinantrópicos.

Un programa de control de roedores se basa en la información biológica, ecológica, técnica, económica, normativa y sanitaria accesible y actual para el profesional.

Es responsabilidad del Médico Veterinario y Zootecnista conocer los componentes del Manejo Integrado de Plagas (MIP), para poder establecer el Manejo Integrado de Roedores y con ello complementar las medidas de Bioseguridad en la explotación pecuaria.

El origen de los roedores y su clasificación.

Las ratas, ratones comúnmente presentes en las instalaciones pecuarias y ocasionalmente tuzas y ardillas, por insuficientes controles de plagas, son fauna nociva y se clasifican como roedores.

El nombre roedor deriva del latín “*rodere*”, roer: cortar menuda y superficialmente, con los dientes u otros órganos bucales el alimento, en alusión a los hábitos de los miembros de este grupo ⁽²⁹¹⁾, que evolutivamente presenta una adaptación de los dientes incisivos para roer.

Para comprender mejor el origen de los roedores, su biología y hábitos es importante revisar algunas generalidades de la taxonomía de los roedores.

La taxonomía (del griego τάξις, ordenación) es la ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación, que aplicada a los roedores es llanamente la clasificación de los mismos para un mejor entendimiento ⁽²⁹²⁾.

El orden Rodentia está constituido por los roedores y representa el 40% del total de mamíferos existentes en el planeta ^(68,293).

El orden Rodentia a su vez, se clasifica dentro del clado Glires, que pertenece al superorden de los Euarchontoglires o mamíferos placentados (Figura 112) ⁽²⁹⁴⁾. Clade o clado es un taxón monofilético (del griego: una rama), es un grupo de organismos que incluye el más reciente ancestro común de todos sus miembros y todos los descendientes de ese ancestro común más reciente. Deriva de la voz griega "κλάδος - *klados*", que significa linaje o rama ⁽²⁹⁵⁾.

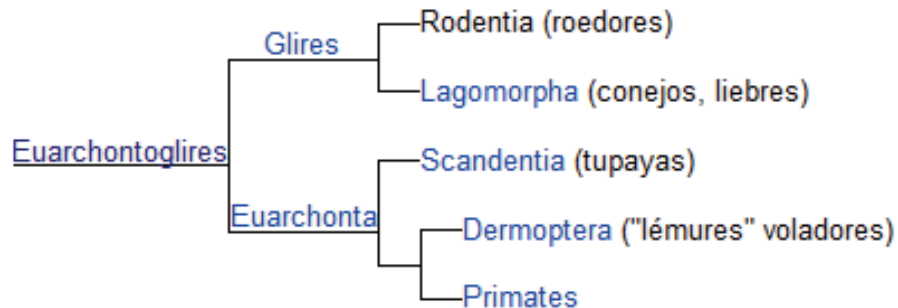


Figura 112. Cladograma ("árbol genealógico") de los roedores. (Adaptado de Molecular and Genomic Data Identify the Closest Living Relative of Primates) ⁽²⁹⁴⁾.

La evidencia científica derivada de los avances morfológicos y moleculares, ubican el origen, evolución y diversificación del clado Glires a partir de los euterios o mamíferos con placenta, durante el periodo Cretácico Tardío de la era Mesozoica y el periodo Paleoceno tardío de la era Cenozoica ^(293,296,297).

El ancestro común más antiguo entre los órdenes Rodentia y Lagomorpha data de hace casi 83.2 millones de años (índice de confianza, I.C. 95%: 74.1–94.4), haciendo evidente la monofilia de estos órdenes, es decir, tienen origen común lo cual descarta la teoría de Gidley quién en 1912 separó estos órdenes basándose solo en evidencia fósil y la composición sanguínea ⁽²⁹⁸⁾.

Estos Glires, es decir Roedores y Lagomorfos, datan de hace 64.5 millones de años (I.C. 95% : 57.3–73.3) y la diversificación del Orden Rodentia a partir de hace 55.8 millones de años (I.C. 95% 49.4–63.7) (figura 113) ⁽²⁹³⁾, coincidiendo con el denominado límite K/T del periodo Cenozoico Tardío del Mesozoico al Paleoceno de la era Cenozoica o también denominado Cretácico –Paleógeno (K-Pg), cuando los

cambios en nuestro planeta asociados a la caída del meteorito en Chicxulub, en Yucatán, originaron la extinción de los dinosaurios ⁽²⁹⁹⁾ y favoreció el desarrollo de mamíferos placentados como los Roedores, pues se presume que se alimentaron con insectos, larvas, gusanos, caracoles y carroña, a diferencia de los dinosaurios que tenían una dieta dependiente del plancton, como base de su cadena trófica.

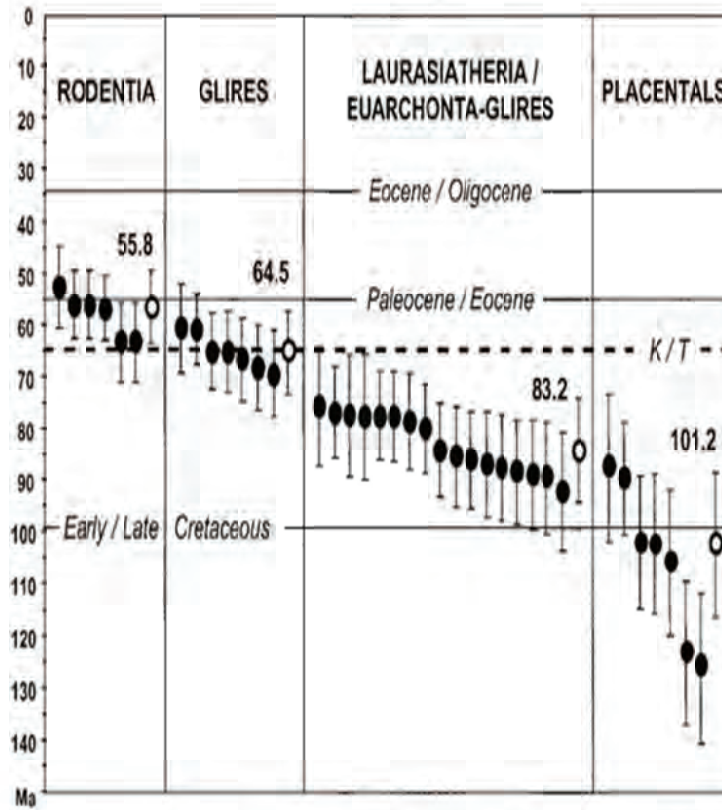


FIG. 4.—Maximum likelihood estimations (black circles) and their 95% confidence intervals (bars) for the divergence times between the Rodentia superfamilies, the orders Lagomorpha and Rodentia (Glires), the Laurasiatheria and Euarchonta-Glires, and the placental orders. Quartet dating results are presented in descending order, and the medians of the quartet distributions are represented by empty circles and bars, indicating the median of the 95% confidence intervals: 55.8 Myr (49.4–63.7); 64.5 Myr (57.3–73.3); 83.2 Myr (74.1–94.4); and 101.2 (88.5–116.4). The Cretaceous-Tertiary boundary (K-T) is indicated by a dashed line. The detail of species content and divergence date of each individual quartet is available upon request.

Figura 113. Tiempos de divergencia entre Superfamilias Rodentia, Lagomorpha y las órdenes Rodentia (Glires), el Laurasiatheria y Euarchonta-Glires, y las órdenes placentadas. Estimaciones de probabilidad máxima (círculos negros) y sus intervalos de confianza del 95% (barras) ⁽²⁹³⁾.

Las ratas y los ratones podrían haber presentado una evolución divergente por lo menos hace 12 a 14 millones de años, aunque hay gran discrepancia de criterios derivado de estudios de diferentes autores en base a hallazgos moleculares y evidencia fósil, situando esta divergencia hace 41 a 46 millones de años ⁽²⁹⁷⁾ (figura 114), es decir, aún mayor antigüedad.

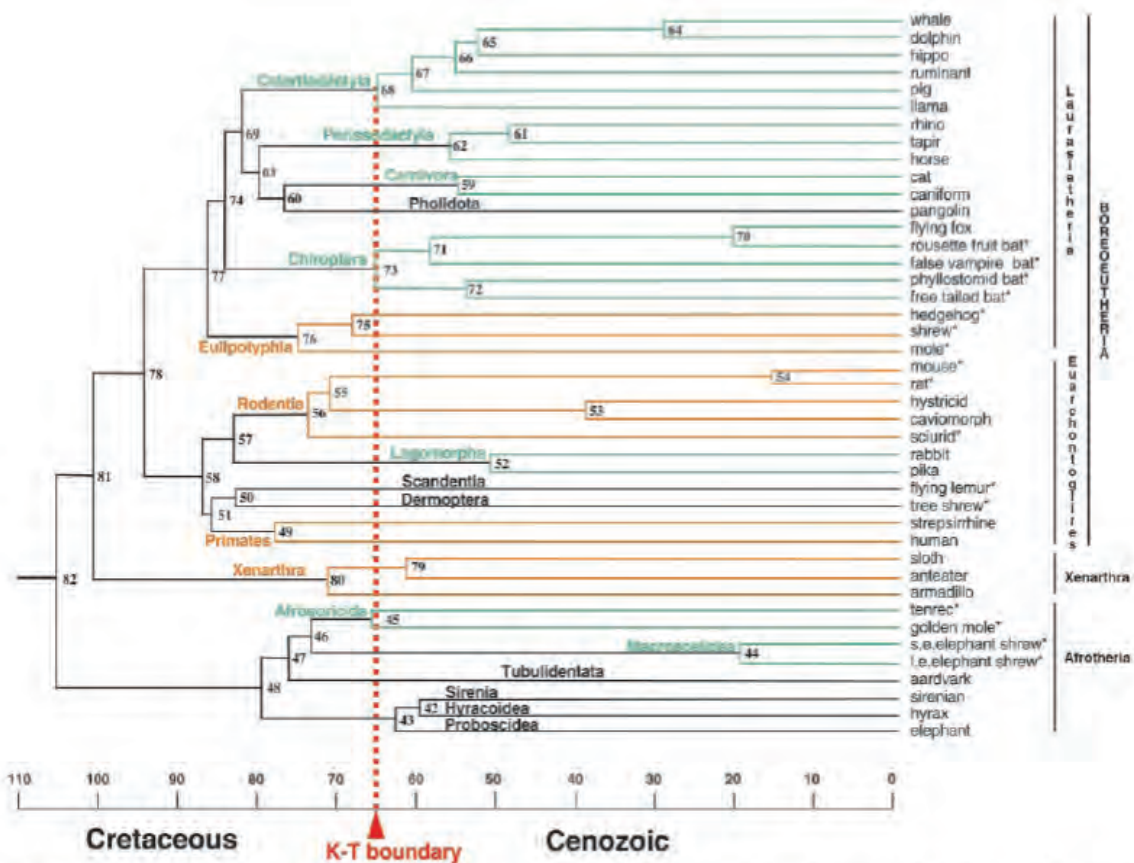


Fig. 2. Molecular time scale for the orders of placental mammals based on the 16,397-bp data set and maximum likelihood tree of ref. 14 with an opossum outgroup (data not shown), 13 fossil constraints (*Materials and Methods*), and a mean prior of 105 mya for the placental root. Ordinal designations are listed above the branches. Orange and green lines denote orders with basal diversification before or after the K/T boundary, respectively. Black lines depict orders for which only one taxon was available. Asterisks denote placental taxa included in the "K/T body size" taxon set. The composition of chimeric taxa, including caniform, caviomorph, strepsirrhine, and sirenian, is indicated elsewhere (14). Numbers for internal nodes are cross-referenced in the supporting information.

Figura 114. Escala molecular en el tiempo para los órdenes de mamíferos placentados en base a conjunto de datos de 16397-bp y la máxima probabilidad del cladograma ⁽²⁹⁷⁾

Existen 2,050 especies de roedores divididas en 28 familias ⁽²⁹⁷⁾ y se caracterizan por poseer dentición con un par de incisivos en la mandíbula superior e inferior, respectivamente, por ello Brandt en 1985 les denominó "simplicidentata",

diferenciándose de los Lagomorfos que presentan dos pares de incisivos superiores y un par inferior y son denominados "*duplicidentata*" ⁽²⁹⁸⁾ (figura 115).



Figura 115. Diferencias anatómicas de los incisivos de los Roedores y Lagomorfos. Vista rostro-lateral del maxilar superior de Roedor con un par de dientes incisivos (izquierda) y vista rostral del cráneo de Lagomorfo (derecha). Con dos pares de incisivos ⁽³⁰⁰⁾.

De la amplia biodiversidad de roedores, son de importancia en la bioseguridad de las instalaciones pecuarias y a la Salud Pública, los roedores comensales, y actualmente mejor definidas por el término roedores sinantrópicos, ya que el término comensal implica aquellos animales que comparten la mesa, mientras que sinantrópico, de manera más amplia, se refiere a los animales que viven en estrecha asociación con los seres humanos. La sinantropía ha sido estudiada desde la perspectiva ecológica, siendo evidente la influencia del humano sobre la fauna original de determinado ambiente. Nuorteva observó que determinada perturbación ecológica, como el transporte de material biológico procedente de los campos de cultivo hacia a las urbes, puede generar aumento de biomasa de que antes no pertenecían a ese bioma, por encontrar en ese ambiente, las condiciones adecuadas para su desarrollo ⁽³⁰¹⁾.

Un organismo sinantrópico muestra un grado de relación ecológica con el hombre aunque en el concepto de Nuorteva, sinantrópico es aquél organismo que aprovecha las condiciones creadas por el humano para su desarrollo ⁽³⁰¹⁾. Las ratas y ratones coexisten desde hace miles de años con el humano sinantrópicamente (figura 116), sin embargo, otras especies de roedores pueden asociarse en las explotaciones pecuarias de esta forma al ser modificado su ambiente o a consecuencia del cambio climático que ha obligado a la migración de algunas poblaciones de roedores a ambientes propicios para su establecimiento y reproducción.



Figura 116. Roedores sinantrópicos. Templo Kani Mata (Deshnok, India) hogar de 20.000 ratas sagradas reencarnaciones de Karni Mata y sus seguidores los sadhus, hombres santos del hinduismo ⁽³⁰²⁾.

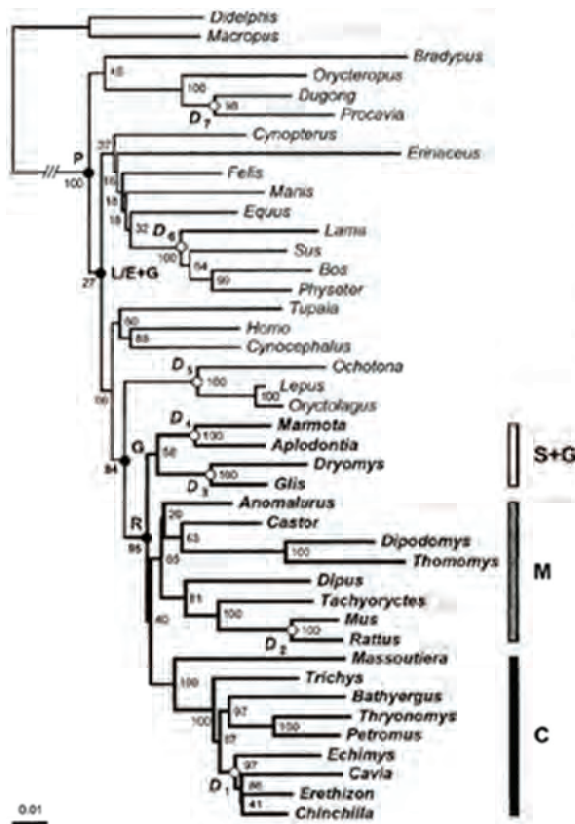
Los roedores sinantrópicos de mayor importancia para la Bioseguridad y Salud Pública son:

- ***Rattus norvegicus*** o rata noruega, parda, de alcantarilla, rata gris.
- ***Rattus rattus*** o rata negra, de los tejados
- ***Mus musculus*** o ratón doméstico, ratón común.

Taxonomía de estos roedores sinantrópicos se sintetiza en el Cuadro 39 ^(303,304), pero dadas las evidencias de los estudios de ADN recientes podría modificarse a futuro, aunado la clasificación de nuevas especies (figura 117) ⁽²⁹³⁾.

Reino	Animal	
Subreino	<u>Eumetazoa</u>	Animales simétricos
Rama	<u>Bilateria</u>	Simetría bilateral
<u>Phylum</u>	<u>Chordata</u>	Con Columna vertebral
<u>Subphylum</u>	<u>Tetrapoda</u>	Cuatro extremidades
Superclase	<u>Gnathostomata</u>	Mandibulados
Clase	<u>Mammalia</u>	Mamíferos
<u>Infraclase</u>	<u>Eutheria</u>	Mamíferos verdaderos
<u>Miorden</u>	<u>Simplicidentata</u>	Dos incisivos superiores
Orden	Rodentia	Comportamiento: roer y dos incisivos superiores.
<u>Subordenes</u>	<u>Myomorpha</u>	<u>Sciuromorpha</u> : ej. ardillas <u>Hystrichiomorpha</u> : ej. cobayos
<u>Infraorden</u>	<u>Myodonta</u>	
<u>Superfamilia</u>	<u>Muroidea</u>	Otra <u>superfamilia</u> : <u>Dipoidae</u>
Familias	<u>Muridae</u>	Otras familias: <u>Cricetidae</u> , <u>Zapodidae</u> , <u>Dipodidae</u> , <u>Rhizomyidae</u> , <u>Glyceridae</u> , <u>Spalacidae</u> , <u>Geomyidae</u>
Subfamilia	<u>Murinae</u>	Son 17 subfamilias en total incluidas en la familia <u>Muridae</u>
Tribus	Varias	Son 25 tribus en la familia <u>Muridae</u>
<u>Generos</u>	Varias <u>Rattus</u> <u>Mus</u>	Hay 345 géneros en la familia <u>Muridae</u>
Especies	Varias	3417 especies y subespecies en familia <u>Muridae</u>

Cuadro 39. Taxonomía de los roedores: principales roedores sinantrópicos de la familia Muridae incluyen los géneros *Rattus* y *Mus*. (Adaptado de Brooks JE y Rowe FP y www.ZipcodeZoo.com) (303,304).



Monofilia de los roedores y lagomorfos:

La organización de familias 7 grupos "clades"

1. Anomaluomorpha
2. Castoridae
3. Ctenohystrica
4. Geomyoidea
5. Gliridae
6. Mvodontia
7. Sciuroidea

Actualmente se re-agruparía en 3 grupos ó "clades":

1. Ctenohystrica
2. Gliridae + Sciuroidea
3. "mouse-related clade":
Anomaluomorpha, Castoridae+Geomyoidea
Mvodontia

Huchon, D. et al. Rodent Phylogeny and a Timescale for the Evolution of Glirs: Evidence from an Extensive Taxon Sampling Using Three Nuclear Genes. Society for Molecular Biology and Evolution.2002. 1053: 1065

Figura 117. Los hallazgos moleculares en base a estudio del ADN de los roedores son el prelude de una revisión taxonómica. Adaptado de Huchon D, 2002 ⁽²⁹³⁾.

Los roedores sinantrópicos deben su gran éxito a la extraordinaria adaptación al medio que les caracteriza, sobreviviendo inclusive en áreas que fueron sometidas a detonaciones nucleares de 10.4 megatones ⁽³⁰⁵⁾, como es el caso de pruebas atómicas realizadas en la isla Engebi y en los atolones de Eniwetok (1952) y de las islas Marsahall del Pacífico. Estas ratas se han adaptado a nadar, bucear y a competir contra los peces para conseguir su alimento ⁽³⁰⁶⁾. "En algún momento, durante los primeros días del programa de pruebas atómicas realizadas en la década de los 40's y a principios de los 50's, la rata de los tejados (*Rattus rattus*) se introdujo accidentalmente, en suministros o equipos y rápidamente poblaron la isla. Algunas sobrevivieron a las pruebas, probablemente por estar en los túneles de cables protegidos o en estructuras de concreto y fueron capaces de recoger suficiente comida, sobreviviendo a través del período inicial de la radiación más severa. A más de una década después de las pruebas, las islas se han recuperado notablemente

recubriéndose con densa vegetación crece hasta 7 metros en algunos lugares. No existe daño genético en las poblaciones animales o vegetales actuales. Las ratas son animales sanos, de apariencia normal ⁽³⁰⁵⁾ .

French (1965) estimó que fueron suficientes tan solo 250 ratas para repoblar la isla de Engebi en 3 años (de 1952 a 1953) con 10,000 descendientes, y que de haberse conservado los parámetros de fertilidad solo se hubiesen requerido 63 ratas. ⁽³⁰⁵⁾ .

Con excepción del humano, los mamíferos más exitosos y abundantes en el planeta son los roedores *sinantrópicos*, que tomando ventaja de las rutas comerciales y de transporte desde su ancestral territorio asiático y movilizándose a través de civilizaciones en desarrollo, han poblado todos los continentes ⁽³⁰³⁾ , son cosmopolitas.

Justificación sanitaria para el Manejo Integrado de Roedores.

Existen especies de roedores sinantrópicas y silvestres, cuyos ataques causan severos daños a la salud humana y de los animales domésticos, a la agricultura, de la economía y causan daños materiales, por ello los roedores encabezan la lista de plagas a controlar en un programa de Bioseguridad.

Los roedores son transmisores de enfermedades al ser humano y animales domésticos, porque son hospederos de ectoparásitos, que a su vez albergan y transmiten agentes infecciosos, causales de epidemias, incluso de importancia histórica como la peste bubónica además pueden ser transmisores de enfermedades como la Leptospirosis y Hantaviriosis, al contaminar fuentes de agua, alimentos e instalaciones, respectivamente, con su orina, son acarreadores vectoriales de materiales contaminados (fómites), carroña ya que en su pelo y patas transportan mecánicamente diversos patógenos desde drenajes y fosas de mortandad ⁽³⁰⁹⁾ . Las siguientes enfermedades son de importancia en Salud Pública y Animal (cuadros 40 a, b, c y d).

Enfermedades	Agente patógeno	Humanos	Animales
Bacterianas			
Antrax	<i>Bacillus anthracis</i>	Poco frecuente	Bovinos, porcinos, ovinos, y equinos. Por contacto con cadáveres. Roedores: vectores mecánicos
Diarrea por campilobacterias	<i>Campylobacter jejuni</i>	<i>Rattus norvegicus</i> y <i>Rattus rattus</i> .	Diarreas en animales jóvenes. Roedores.
Fiebre espirilar	<i>Spirillum minus</i>	Moderada de ratas: <i>Rattus norvegicus</i> y <i>Rattus rattus</i> .	
Fiebre estreptobacilar	<i>Streptobacillus moniliformis</i>	Moderada de ratas: <i>Rattus norvegicus</i> y <i>Rattus rattus</i> .	
Leptospirosis	<i>Leptospira spp.</i>	Contaminación de agua y alimento con orina de ratas.	<i>Rattus rattus</i> y <i>Rattus norvegicus</i> sirven de huéspedes portadores. Contaminación de alimento y agua con orina.
Melioidosis	<i>Pseudomonas pseudomallei</i>	Ratas vectores mecánicos. Posibles reservorios.	
Peste bubónica	<i>Yersinia pestis</i>	<i>Rattus rattus</i> reservorio y vector es la pulga <i>Xenopsylla cheopis</i>	
Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>	Contaminación de agua y alimentos	Afecta a aves principalmente
Tifus americano por garrapata	<i>Rickettsia rickettsii</i>	Garrapatas vectores: <i>Dermacentor variabilis</i> , <i>Dermacentor andersoni</i> y <i>Amblyomma americanum</i> . Ectoparásitos de ratas.	
Tifus murino	<i>Rickettsia typhi</i> .	<i>Xenopsylla cheopis</i> , la pulga de la rata, defeca rickettsias mientras se alimenta de sangre y así contamina el lugar de la picadura	

Cuadro 40a. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos (64, 65,307,308,309).

Parasitarias			
Amebiasis	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Rattus norvegicus</i> es el principal roedor involucrado con la transmisión	
Angiostrongiliasis	<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	Las ratas son reservorios. Países asiáticos y Australia.	
Angiostrongiliasis abdominal	<i>Angiostrongylus costaricensis</i>	<i>Rattus rattus</i> , huésped principal. Costa Rica y Cuba	
Ascariasis	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Prevalencia elevada en humanos. Presencia en excremento de <i>Rattus norvegicus</i> .	
Baberosis	<i>Babesia microti</i>	<i>Microtus pennsylvanicus</i> y <i>Peromyscus leucopus</i> hospederos intermediarios, transmisión garrapata <i>Ixodes</i>	
Balantidiasis	<i>Balantidium coli</i>	Ocasional	Bovinos, equinos Rata vector mecánico
Capilariasis hepática	<i>Capillaria hepática</i>	A través de las heces de <i>Rattus rattus</i> y <i>Rattus norvegicus</i>	
Dermatitis por ácaros	<i>Ornithonyssus bacoti</i> , <i>Ornithonyssus bursa</i> , <i>Ornithonyssus sylvarium</i>	A partir de <i>Rattus rattus</i> y <i>Rattus norvegicus</i> muertas, los ácaros buscan hospederos	
Esquistosomiasis	<i>Schistosoma mansoni</i> , <i>Schistosoma japonicum</i> , <i>Schistosoma haematobium</i> , <i>Schistosoma intercalatum</i> , <i>Schistosoma mekongi</i>	Posible huésped temporal <i>Rattus rattus</i> y <i>Rattus norvegicus</i> Humano huésped definitivo.	

Cuadro 40b. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos (64, 65,307,308,309).

Parasitarias			
Himenolepiasis	<i>Hymenolepis nana</i> , <i>Hymenolepis diminuta</i>	Humano es reservorio natural de. Roedores vectores mecánicos contaminan los alimentos con materia fecal humana.	<i>Trypanosoma cruzi</i>
Leishmaniasis cutánea Y visceral	<i>Leishmania spp.</i>	<i>Rattus rattus</i> potencial reservorio y los vectores son insectos de los géneros <i>Phlebotomus</i> y <i>Luzomya</i>	
Toxocariasis	<i>Toxocara cati</i>	Excremento de ratas	
Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	Zoonosis por carne de bovinos infectados o por mal manejo de excretas de gatos infectados por comer roedores	Infección a partir de roedores
Triquinosis	<i>Trichinella spiralis</i>	Al consumir carne mal cocinada de cerdo.	Ratas son reservorio, hay canibalismo entre ratas . Los cerdos pueden depredarlas o éstas acarrear carroña contaminada a las zahurdas.
HONGOS			
Dermatofitosis	<i>Trichophyton mentagrophytes.</i>		Perros y gatos se infectan al cazar roedores, pudiendo retransmitir la enfermedad al hombre.

Cuadro 40c. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos (64, 65, 307, 308, 309).

VIRALES			
Enfermedad de Aujeszky	<i>Herpesvirus</i>		Ratas son vectores mecánicos en la transmisión en granjas de cerdos cercanas.
Coriomeningitis linfocítica	<i>Arenavirus</i>	orina, saliva, y heces de los roedores infectados	
Fiebre equina venezolana	<i>Alfavirus</i>		El ciclo roedor-mosquito mantiene el virus. Género <i>Rattus</i>
Fiebre hemorrágica con síndrome renal (FHSR) y síndrome pulmonar por Hantavirus (SPHV)	<i>Arenavirus</i> "virus Hanta"	excretas y secreciones de <i>Rattus norvegicus</i> y <i>Rattus rattus</i> , <i>Peromyscus maniculatus</i>	
Fiebre Aftosa	<i>Picornaviridae</i>		Ratas y ratones son vectores mecánicos y acarrear fomites.
Meningoencefalitis	<i>Arenavirus</i>	<i>Rattus norvegicus</i> vector mecánico: contaminación de alimentos.	

Cuadro 40d. Enfermedades transmisibles al humano y animales domésticos por los roedores sinantrópicos ^(64, 65, 307, 308, 309).

Los roedores causan severos daños a la agricultura: desde el campo, directamente a cultivos y después de la cosecha, durante el almacenamiento, transporte y proceso de los alimentos, causando mermas y contaminación ^(298, 303), que comprometen la calidad e inocuidad alimentaria. La economía de una explotación, industria e incluso región se deteriora por las mermas directas y pérdidas debidas a la falta de seguridad, inocuidad y calidad de los alimentos, que impiden su óptima comercialización local y de exportación, deteriorando el precio de mercado de las materias primas y productos, causando el cierre de empresas y oportunidades laborales. Con base en lo anterior, es necesario y legalmente obligado establecer el Manejo Integrado de Roedores en el programa de Bioseguridad.

Biología y Hábitos de los Roedores Sinantrópicos.

Generalidades.

Los roedores sinantrópicos de los géneros *Rattus* y *Mus*, presentan un par incisivos superiores que carecen de raíz y tienen esmalte sobre una sola cara, que cubre las capas subyacentes de pulpa y dentina y se caracterizan por tener crecimiento continuo, estos son afilados continuamente mientras roen, manteniendo así la longitud constante de estas piezas y constituyen una herramienta altamente eficaz de corte, sujeción, defensa y principalmente para roer⁽³⁰³⁾.

La dureza de los incisivos de la rata es de 5.5 en la escala de dureza de Mohs para minerales. La dureza del diamante es de 10, pero la del acero es de 4, por lo cual, aunque no es común que las ratas roan metales, si existiera una barrera física de acero entre su comida y madriguera, no sería obstáculo suficiente⁽⁶⁴⁾.

Anatómicamente, en ambas mandíbulas están ausentes los segundos incisivos, caninos y primeros premolares, creando un amplio espacio denominado diastema, entre los incisivos y el resto de los premolares y molares (figura 118). También presentan pliegues de la piel para cerrar la boca formando dos compartimentos evitando que al roer las astillas de madera u otros materiales sean ingeridos. En algunos roedores estos pliegues cutáneos se desarrollan ampliamente a manera de bolsas en las mejillas o abazones, como en las tuzas (Geomyidae)⁽³⁰³⁾.



1-1	0	2-2	3-3
i -----;	c -----;	pm -----;	m ----- = 44
1-1	0	2-2	3-3

Figura 118. Cráneo de Roedor mostrando la disposición anatómica de las piezas dentarias y fórmula dentaria⁽³⁰⁰⁾

Morfología.

Rattus norvegicus es de complexión robusta, de pelaje hirsuto de colores pardos en tonalidades que van del café al rojizo y al gris, con el vientre pálido, gris claro o blanco, aunque pueden existir de manera natural albinos y pintos ^(68,303). Las ratas de éste género utilizadas en laboratorio son el resultado de la selección genética del fenotipo albino.

Rattus rattus, tiene el pelo más suave, con tonalidades del gris al negro en el dorso y con abdomen gris oscuro. Pueden existir en la misma camada, variantes en tonos café hacia el gris ⁽³⁰³⁾.

El peso de la rata noruega se encuentra en un rango de 250 a 485 g, aunque se han capturado especímenes en Goldsboro y Washington, USA, de hasta 620 g y en 1981 Shwartz & Shwartz reportó el espécimen con el mayor peso registrado 850 g ^(64, 68). La rata negra es más ligera sus peso va de 80 a 300 g ⁽³⁰³⁾.

El cráneo de la rata noruega tiene un rango de longitud de 43 a 54 mm. La cabeza denota un perfil masivo y de hocico romo, con orejas pequeñas y redondeadas, ligeramente cubiertas de pelo ojos pequeños pero “saltones”, características diferencial con *Rattus rattus* y *Mus musculus*. La longitud del cráneo de la rata negra es de 38 a 44 mm y el perfil de la cabeza es agudo, las orejas prominentes, sin pelo y los ojos grandes, vivaces, “saltones” ⁽³⁰³⁾.

En la rata noruega la longitud del cuerpo es de 19 a 25 cm, más la cauda o cola que mide de 16 a 20 cm. La cauda es menor a la longitud del cuerpo y esta es una diferencia morfológica para diferenciarla de *Rattus rattus* (rata negra).

La rata negra tiene una dimensión corporal de 17 a 20 cm y la cauda es más larga que el cuerpo, midiendo de 20 a 25 cm, muy delgada, sensación escamosa al tacto, con pelos hirsutos y la base de ésta es más ancha que la parte final, bicolor y anillada. La cauda sirve como elemento de sensorial, de regulación de temperatura y equilibrio ⁽³⁰³⁾.

Las hembras de rata noruega presentan 12 glándulas mamarias: 3 pares pectorales y 3 pares inguinales, ya que se caracterizan por el gran potencial reproductivo, mientras que la rata negra presenta 10 pares, 2 pectorales y 3 inguinales. ⁽³⁰³⁾.

Las ratas son plantígradas, apoyan todo el pie, pero en el caso de *Rattus norvegicus* sus miembros están adaptados para cavar en la tierra sus madrigueras y presentan dedos y cojinetes plantares y palmares suaves, mientras que *Rattus rattus* tiene adaptaciones para trepar en los árboles y edificaciones, sus manos y pies prensiles presentan estructuras laminares que le dan esta característica de buena escalador ⁽³⁰³⁾.

Biología y comportamiento.

Rattus norvegicus es una especie gregaria, en condiciones favorables constituyen amplias colonias de cientos de individuos, que suelen vivir dentro de madrigueras que van desde 5 hasta 20 cm de diámetro en su entrada y de acuerdo con estudios de Calhoun las madrigueras se componen además de túneles de 6.4 a 11 cm, conectados al principal. La profundidad varía, pudiendo estar en un promedio de 90 cm, aunque en ocasiones cavan alrededor de las cimentaciones de 150 a 180 cm ⁽⁶⁴⁾. También se adaptan a vivir entre rocas, cascajo, basureros, chatarra y en el interior de trocos de árboles y aunque es una especie que busca sitios bajos para vivir, no debemos descartar en la inspección algunos sitios altos: algunos controladores de plagas han reportado esta especie adaptadas a vivir en los cuartos de servicio de complejos habitacionales o incluso en partes altas de algunos almacenes de abarroteras con mal sistema de estibas.

Las madrigueras tienen una entrada principal y varios orificios de escape, que cubren o disfrazan con tierra y vegetación que cortan. Acondicionan el nido con materia vegetal seca como paja y otros materiales suaves que acarrear. También construyen cámaras de almacenamiento para alimento donde las crías destetadas iniciarán el consumo de sólidos que la madre les provee y es parte del aprendizaje de las crías ⁽⁶⁴⁾.

Sin embargo, en áreas urbanizadas o donde hay construcciones con drenajes, como las explotaciones pecuarias tecnificadas, se han adaptado a vivir dentro de ellos y

utilizarlos como rutas, consecuentemente incrementa el riesgo introducción de patógenos y contaminantes a las instalaciones.

A pesar de ser gregarias, también se caracterizan por su gran agresividad o comportamiento agonístico, se organizan socialmente en jerarquías de dominancia, presente tanto en hembras como en machos disputándose los mejores hábitats y alimento, los dominados a veces comen solo lo que los dominantes dejan. Las ratas jóvenes menores a 50 días de edad rara vez son atacadas, son casi inmunes a los ataques de adultos, pero los jóvenes que ya alcanzaron los 6 meses de edad pelean entre sí y con otros adultos, se persiguen, se muerden y se golpean con las manos y patas, si hay hembras en celo se exagera la conducta en los machos. Las persecuciones y chillidos se incrementan y es posible observar lesiones mayormente en grupa, patas, cabeza y hombros. En el caso de las hembras, las dominantes someten a hembras más débiles y un disparador de la agresividad es la época de lactancia, pues deber proteger a las crías. Las ratas de menor jerarquía suelen tener un pobre desarrollo y aislarse socialmente ⁽³¹⁰⁾.

La dominancia de un macho sobre otros le garantiza el apareamiento con hembras en celo. Los machos dominantes suelen tener un mayor peso testicular que los subordinados. Los intrusos que llegan a la colonia son agredidos y difícilmente llega a un combate mortal, pues suelen huir ⁽³¹¹⁾.

Esta agresividad dificulta, mas no limita, la coexistencia con *Rattus rattus* y *Mus musculus*, ya que pueden desplazar a estas poblaciones e incluso intrusos de su propia especie.

Marcan su territorio mediante orina, secreciones del área ano-genital que frotan contra las superficies y el marcado de flanco o “flank-marking”, sobre todo entrada de madrigueras, objetos y rutas. Este marcaje es reconocido por los miembros de su colonia ⁽³¹¹⁾.

Sus hábitos nocturnos o crepusculares se deben a que hay menor posibilidad de presencia de depredadores que de día, sin embargo las ratas de baja jeraquía suelen salir de día hambrientas en busca de alimento. Generalmente las ratas duermen de 13

a 15 horas. Dependiendo del hábitat donde se encuentren, por ejemplo actividad muy ruidosa y estresante de noche, las ratas podrían adaptarse a la actividad diurna ⁽³¹¹⁾.

Rattus rattus o rata negra: comportamiento arbóreo, refugios elevados para establecer su nido, de forma esférica y construido con hojarasca y materiales que acarrea ^(64,65), por lo cual en las explotaciones pecuarias es importante planificar las estructuras darán soporte al techo y el mantenimiento de estas estructuras. Es de hábitos nocturnos, al igual que las anteriores son gregarias la organización social está jerarquizada por un macho y dos hembras dominantes ⁽³¹¹⁾.

Órganos de los sentidos y capacidades excepcionales de las ratas.

Tacto: es el principal sentido de las ratas para poder movilizarse en la obscuridad. Las vibrisas, bigotes y pelos de guardia, especializados distribuidos en el resto del pelaje, tienen en su base una compleja red nerviosa que les permiten alto grado de sensibilidad o quimiotaxis. Las ratas se desplazan a lo largo de muros y tuberías, tocando éstos con sus vibrisas y pelos de guardia para reconocer u orientarse en sus rutas de la madriguera a sus sitios de alimentación ^(303,310).

Vista: especializada en visión nocturna con alta sensibilidad a la luz pero poca agudeza visual, son capaces de distinguir movimiento de sombras a 90 m y no ven a color ^(303,310).

Olfato: desarrollado para el reconocimiento de los miembros de su especie, el sexo opuesto, las fuentes de alimento, las crías reconocen la feromona secretada por la madre en heces en la lactancia, reconocimiento de depredadores ^(303,310).

Oído: sumamente desarrollado, dada su actividad nocturna y dentro de madrigueras, con capacidad de percepción de ondas biosónicas, que son sonidos naturales y las alta frecuencia o ultrasónicas. Sin embargo, los equipos ultrasónicos para alejar a las ratas no tienen mayor resultado en estas poblaciones. ^(303,310).

Gusto: la rata noruega es omnívora y la rata negra también aunque es preferentemente frugívora y consumidora de granos. Si hay abundancia de cereales y otras materias succulentas, muy frecuentes en las explotaciones pecuarias, seleccionará este tipo de

alimento sobre otros disponibles de manera natural o sobre los cebos rodenticidas de baja calidad, pues son de baja aceptación y dan un pobre resultado en el control^(65,303,310).

Equilibrio: lo desarrollan desde etapas tempranas y a pesar de sus limitaciones visuales, les permite escalar e incluso salir ilesas de caídas de gran altura, pues suelen caer de pie. La cola de *Rattus rattus* es un auxiliar prensil y del equilibrio⁽³¹⁰⁾.

La ratas pueden nadar, bucear, saltar desde grandes alturas, trepar, pero hay diferencias entre las dos especies *Rattus norvegicus* puede nadar hasta por horas hasta el cansancio, bucear hasta por 30 segundos para conseguir moluscos o incluso peces pequeños en su hábitat natural o como plaga de instalaciones acuícolas, esta facilidad de bucear le ha permitido sobrevivir en drenajes y colonizar instalaciones en las ciudades. No es buena trepadora pero saltar hasta 1 m desde el piso para huir o alcanzar bardas. *Rattus rattus* es excelente escaladora. Cualquier superficie vertical que tenga acabado rústico o los árboles que están muy cerca e instalaciones les facilitan el acceso a los roedores^(64,310).

El cuadro 41 sintetiza las características principales de las tres especies de roedores sinantrópicos. Las diferencias morfológicas más evidentes se ilustran con las figuras 119,120, 121 y 122.

Característica	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
Peso	150 a 600 g	80 a 300 g	10 a 21 g
Tipología	Corpulenta	Delgada	Delgada.
Longitud cuerpo	18-25 cm	16- 21 cm	6-10 cm
Longitud de la cola	16-21 cm	19-25 cm	7-11 cm
Orejas	20 a 23 mm, pequeñas en proporción a la cabeza. Ligeramente cubiertas de pelo	25 a 28 mm, grandes y sin pelo	15 mm o menores, prominentes en relación al cuerpo, sin pelo
Ojos	Pequeños	Grandes y prominentes	Pequeños y vivaces
Nariz	Roma	Puntiaguda	Puntiaguda
Pelo	Café grisáceo dorsal y grisáceo en vientre	Dorso de café grisáceo a negro, ventral de gris a a blanco.	Dorso de café grisáceo a griáceo y ventral de grisáceo a blanco
Cola	Mas corta que el cuerpo,bicolor, con pelo corto. Guesa.	Larga, oscura, sin pelo.	Larga, oscura y desnuda
Patatas	4 dedos en miembros anteriores y 5 dedos en posteriores. Adaptadas para excavar.	4 dedos en miembros anteriores y 5 dedos en posteriores. Adaptadas para escalar.	4 dedos en miembros anteriores y 5 dedos en posteriores.
Heces	Cápsulas con punta redondeada de aproximadamente 2 cm de largo	En forma de huso, 1 cm	Forma de vástago, como grano de arroz, 3 a 6 mm
Movilidad	65 a 110 m desde la madriguera	15 a 100 m desde la madriguera	4 m desde el nido en granjas de pollos, en campo hasta 180 m
Refugio	Madrigueras subterráneas 75 cm de profundidad y hasta 1.20 m de longitud. Con salida principal y de salidas de emergencia. En áreas exteriores de las instalaciones, pero en casetas las madrigueras pueden estar dentro, bajo el suelo y concreto, en red de drenaje	Anidan dentro de instalaciones en la parte superior.	Nidos dentro de instalaciones y entre estibas de almacén.
Hábitos	Nocturnos. Alimentación omnívora y requieren gran cantidad de agua. Canibalismo y depredación. Nadan y bucean, saltan y escalan. No ven colores, miopes. Neofobia. Territoriales.	Nocturnos. Granos, cereales, vegetales. Bajo requerimiento de agua Agiles escaladores. Viven dentro y fuera de instalaciones, parte superior, en árboles.No ven colores, miopes. Neofobia	Nocturnos. Granos y cereales, vegetales. Comen 15 a 20 veces al día. Bajo requerimiento de agua. Escalan, saltan Viven dentro y fuera de instalaciones. No ven colores, miopes. Machos territoriales.

Cuadro 41. Características y hábitos principales de los roedores sinantrópicos^(64,65,68,171,179, 303, 310,311)

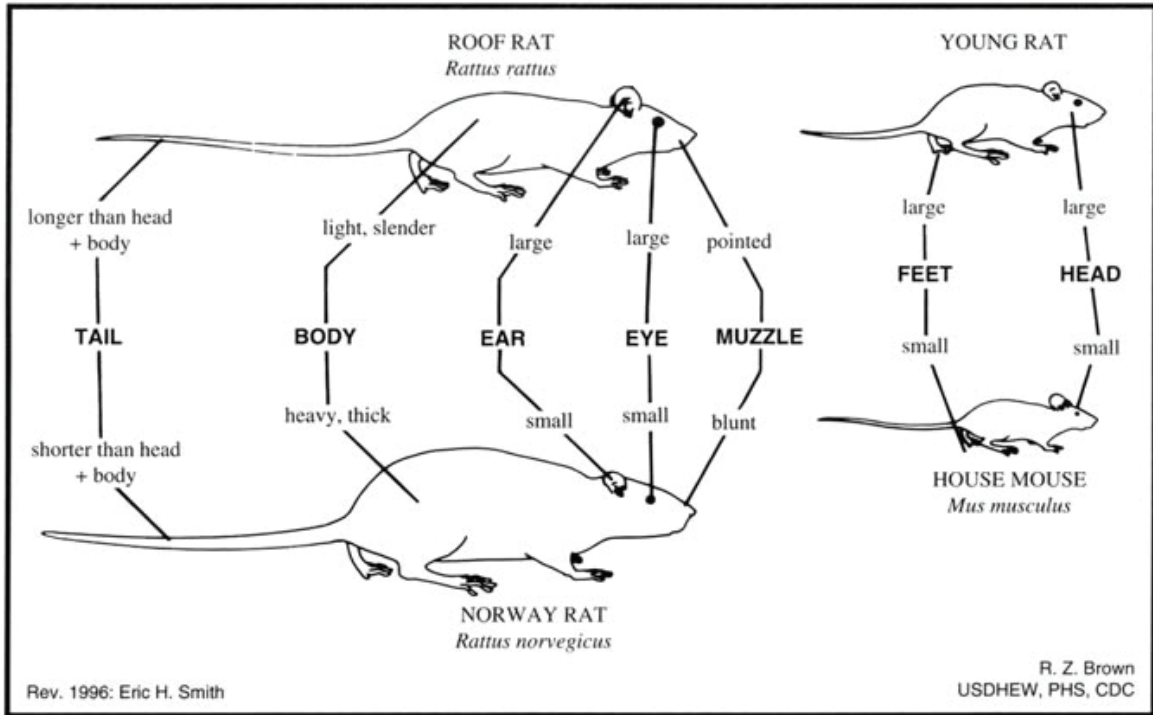


Figura 119. Comparación morfológica de las tres especies de roedores sinantrópico^(64,312).



Figura 120. *Rattus norvegicus* vistas lateral y ventral de hembra y macho⁽³¹³⁾.



Figura 121. *Rattus rattus* ⁽³¹⁴⁾.



Figura 122. *Mus musculus* ⁽³¹⁴⁾.

Es importante conocer aspectos reproductivos de los roedores para establecer correctamente el MIP. El cuadro 42 contiene un resumen de estas características reproductivas de las tres especies de roedores que pueden estar presentes en las unidades de producción pecuaria y es evidente el potencial reproductivo de ellas.

Característica	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
Edad para alcanzar madurez sexual (días)	75	68	42
Período de gestación (días)	22-24	20-22	19-21
Promedio y rango de hembras gestantes	21.40% 10.7 a 34.8%	28.60% 12.9 a 48.8%	35.30% 19.8 a 50.5%
Promedio y rango de embriones por hembra	8.8 7.9 a 9.9	6.2 3.8 a 7.9	5.8 3.9 a 7.4
Camadas por año	4 a 7	4 a 6	8
Incidencia de gestación	4.32	5.42	7.67
Producción de descendientes al año	38	33.6	44.5

Cuadro 42. Características reproductivas de los roedores sinantrópicos ^(65,303)

En Manejo Integrado de roedores básicamente incluye los aspectos siguientes (cuadros 43 y 44), en base a la revisión de diferentes fuentes bibliográficas y experiencia de la autora.

Inspección	Determinar la presencia de roedores e identificación de la especie	Visual, trampas, excretas y daños
	Determinar el índice de población	Trampeo, Captura Marcaje y Liberación, conteo de madrigueras
	Factores de riesgo para que ocurra la infestación	Basura, maleza, desorden, migración, transporte, proveedores.
Regulación	Registros y hojas de seguridad (MSDS)	Autorizaciones de uso y dosis. Precauciones de uso y almacenamiento.
	Normas de calidad	Principio de BPM's (GMP's) y HACCAP. Tipo de auditoría implementada y sus parámetros.
	Residuos	Manejo de los residuos, normatividad local.
Higiene y mantenimiento de instalaciones	Reparaciones estructurales	Limpieza, orden en almacenes, sellado de agujeros, destrucción de madrigueras y nidos.
	Limitar fuentes de alimento, agua y refugio	Manejo de basura, chatarra, estibas, fugas y encharcamientos, maleza perimetral.
	Participación de empleados	Conscientización, cooperación, prácticas de higiene y orden.
	Preventivas: diseño de instalaciones antiroedores	Planeación y materiales adecuados de construcción.
Exclusión	Repelentes	En áreas donde sea permitido el uso de sustancias químicas. Fabricados a base de ajo y especias.
	Barreras mecánicas:	Mallas, guardapolvos, tapas de drenaje antiroedores
Métodos físicos	Captura con trampas	De golpe: muy cruentas y contaminantes, mutilación. Generación de residuos biológicos con exposición de patógenos.
		Adhesivas (goma): muy cruentas y contaminantes, automutilación. Generación de residuos químicos y biológicos con exposición de patógenos.
		Jaulas individuales: requieren mantenimiento y desinfección. Manejo de cadáveres
		Captura múltiple (Multi-catch): requieren mantenimiento y desinfección. Manejo de cadáveres
		Electrónicas: método humanitario de electrocución. Mantenimiento y desinfección. Manejo de cadáveres

Cuadro 43. Aspectos básicos del Manejo Integrado de Roedores (parte 1) ^(52,64, 65,68, 127,128,171,179, 303, 310,311)

Métodos químicos	Rodenticidas Elección de los cebos rodenticidas: tipo de formulación, contengan Bitrex (amargante) para prevenir ingestión accidental por humanos, relación costo tratamiento en base a eficacia y rapidez del control. Calidad probada del alto grado de apetencia por los roedores ("palatability"). Se requiere aplicarlos dentro de cebaderos para el correcto control del consumo de cebo y evitar riesgo de contaminación y consumo accidental por humanos y otras especies no objeto de control. Aplicación dentro de madrigueras, verificar recomendaciones de las etiquetas y regulación. Cebaderos deben ser herméticos, resistentes y desinfectable. Verificar especificaciones de las auditorías de calidad y opciones comerciales. Para ratas colocar puntos de cebado cada 5 a 10 m, para roedores cada 5 m. Verificar requisitos de auditorías de calidad.	Agudos autorizados: no hay antidotos. Verificar toxicidad a especies de producción. Verificar autorización de uso en áreas delicadas de proceso. Restricciones regulatorias para el fosforo de zinc en México, E.E.U.U y UE. Alternativa de rotación para manejo de la resistencia a anticoagulantes. Anticoagulantes de primera generación: requieren altas dosis para alcanzar la acumulación de la dosis letal. Desventajas en control de ratones. Se incrementa el costo tratamiento y se larga la fase de control. Evidencia de resistencia a Warfarina, Coumatetralil y Difacinona en Europa y E.E.U.U. Restricciones normativas para su buen uso y manejo y vigilancia del Impacto a fauna silvestre Anticoagulantes de segunda generación: requieren una sola dosis para alcanzar la dosis letal. Control eficiente de ratas y ratones. La fase de control es mas corta. Evidencia de resistencia a Bromadiolona y Difenacum en Europa. Restricciones normativas para su buen uso y manejo y vigilancia del Impacto a fauna silvestre.	
	Quimiesterilizantes e inhibidores inmúlogicos de la reproducción Una alternativa importante y promisoría considerar para el manejo de la resistencia a anticoagulantes.	Alpha-chlorohydrin (3-chloro-1, 2-propanediol) (EpiBloc). Coumestrol (fase experimental)	
	Control biológico	Cebos con cepas de <i>Salmonella entérica sub especie entérica, serotipo enteritidis 1-7 F-4, monopatógena específica de roedores</i> Cebos a base de celulosa Depredadores	Riesgo de mutación y afectación a roedores silvestres y otras especies, prohibición en Argentina desde 2005. Opción disponible en Cuba pero está combinada con anticoagulante. Uso de cebaderos. Ocasiona falla digestiva. La introducción de depredadores puede causar el desequilibrio del hábitat circundante, puede convertirse en una plaga también y fuente de contaminación. No es un método a considerar en instalaciones pecuarias.
	Control insecticida	Ectoparásitos e insectos carroñeros con formulaciones insecticidas adecuadas y autorizadas. Verificar criterios de la normatividad para la auditoría.	Los roedores hospedan pulgas, chinches, piojos, ácaros que al morir en un control de roedores pueden parasitar temporalmente a humanos y transmitir enfermedades. Algunas especies de moscas, hormigas y cucarachas se alimentan de los cadáveres en descomposición.
Monitoreo	Trampas, excetas y verificación de daños		
	Consumo de cebo	Es importante verificar y cuantificar. Selección, rotación de formulación. Medidas preventivas o correctivas para el manejo de la resistencia a anticoagulantes.	
	Reportes	Gráficas de tendencia, fotos y videos	
Manejo de residuos	Envases	De acuerdo a lo dispuesto por la SEMARNAT y COFEPRIS e indicaciones de las etiquetas	
	Cebos no consumidos y contaminados		
	Materias primas y alimentos dañados y contaminados con orina y heces	Normas de calidad, autoridades sanitarias y COFEPRIS	
	Trampas de golpe no desinfectables y de goma		
	Cadáveres de roedores y de animales de la unidad de producción pecuaria.		

Cuadro 44. Aspectos básicos del Manejo Integrado de Roedores

(parte 2) (52, 64, 65, 68, 127, 128, 171, 172, 179, 199, 200, 303, 310, 311, 316)

La parte fundamental es una buena inspección, para determinar que especie es la presente y cuál es la dimensión del problema para estimar los costos del control y determinar la estrategia a seguir ⁽⁶⁸⁾. Esto es la guerra: conozca a su enemigo y estime cuantos son de infantería, de caballería...

Para estimar la población existen diferentes métodos ^(68, 317):

- A) Harold Gunderson: escala basada en la observación de presencia o no presencia de ratas
- Nunca se observan ratas: 1 a 100 ratas
 - Se observan ratas de vez en cuando por la noche pero no de día: 100 a 500 ratas
 - Muchas ratas de noche y varias de día: 1,000 a 5,000 ratas ⁽⁶⁸⁾.
- B) Infestación alta, media y baja: basada en signos de daños por roeduras y excremento de los roedores:
- Baja: ausencia de signos, libre de ratas o reciente infestación
 - Media: excremento antiguo (pulverizable), roeduras, una o más ratas se observan al encender la luz, la población puede ser de 10 a más ratas por cada roedor observado en la noche.
 - Alta: excremento fresco (pastoso), huellas, roeduras, 3 o más ratas son vistas de noche o de día...significaría más de 10 ratas por cada roedor observado ⁽⁶⁸⁾.
- C) Uso de polvos de rastreo en "tramos de rastreo" ⁽⁶⁸⁾. Evaluar si es autorizado el uso de estos elementos de acuerdo al tipo de auditoría de calidad, puede ser un contaminante potencial por acarreo en áreas de manejo delicado.
- D) Consumo de alimento: mediante cebos no tóxicos o precebado colocados estratégicamente, pesados al inicio y final y dividiendo la diferencia de estas medidas entre el consumo promedio de la especie de roedor ⁽³¹⁷⁾:
- *Rattus norvegicus*: 20 a 40 g de alimento / día y 15 a 30 ml de agua/ día
 - *Rattus rattus*: 15 a 30 g/ día

- *Mus musculus*: 1 a 3 g/ día ⁽⁶⁸⁾.

E) Índice de Lincoln o Captura y Recaptura: el más utilizado: mediante trapeo con trampas tipo Sherman. La fórmula a utilizar es ⁽⁶⁸⁾:

A= individuos capturados inicialmente. Nota: éstos se deben marcar.

B= individuos capturados en total en el segundo muestreo

C=individuos capturados en el segundo muestreo marcados o “recapturados”

$$\frac{A}{N} = \frac{C}{B} \quad \text{dónde } N = \frac{A \times B}{C}$$

F) Método de Petersen: 100 trampas tipo Sherman colocadas en red, equidistantes.

Dos muestreos sin exceder entre ellos 3 días. Se aplica fórmula:

A= individuos capturados inicialmente. Nota: éstos se deben marcar.

D= individuos capturados en total en el segundo muestreo

C=individuos capturados en el segundo muestreo marcados o “recapturados” ⁽⁶⁸⁾.

$$N = \frac{A \times D}{C}$$

dónde B = Número de recapturados en segundo muestreo (C)

Número de capturados en total en segundo muestreo (D)

G) Método de Joule Cameron o eliminación de animales atrapados: 100 trampas Sherman o de golpe (“guillotina”) en hileras equidistantes durante 3 noches. Lo atrapado en 3 noches representa el 90% de la población ⁽⁶⁸⁾.

Los dispositivos de trapeo pueden ser de golpe, adhesivas, electrónicas y Sherman se encuentran ilustrados con las Figuras 123,124 y 125,126. Es importante entender el sentido del trapeo, pues si bien es un método físico de control, en una auditoría de calidad hay riesgos a prevenir como la contaminación con vísceras expuestas por mutilación, fluidos corporales, la trampa misma como fomite, siendo más adecuado el

uso de trampas que no sean cruentas, mutilantes y que permitan su desinfección. La empresa Victor ha desarrollado trampas electrónicas desinfectables para ratas y ratones para una captura y sacrificio inmediato por descarga eléctrica ⁽³¹⁸⁾.

La tendencia global sobre aspectos humanitarios también debe considerarse, la World Society of Protection Anima (WSPA) es promotora del trato humanitario. La Ley de Bienestar Animal 2006 (Inglaterra y Gales) (disponible en http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2006/ukpga_20060045_en.pdf) indica que es un “delito causar sufrimiento innecesario a los animales” se toman los criterios siguientes ⁽³¹⁹⁾:

Si el tratamiento de una persona hacia un animal es un propósito legítimo y el sufrimiento que causa la persona es proporcional a los efectos de la conducta, de acuerdo con cinco puntos, entonces no se ha cometido un delito bajo la Ley de Bienestar Animal:

- (a) Si el sufrimiento hubiera podido evitarse o reducirse razonablemente;
- (b) Si la conducta que causó el sufrimiento estuvo conforme con una promulgación de cualquier ley relevante o de una licencia o código de práctica emitido bajo la promulgación de la ley.
- (c) Si la conducta que causó el sufrimiento fue para un propósito legítimo, como:
 - (i) El objetivo de beneficiar al animal, o
 - (ii) El propósito de proteger a una persona, propiedad o cualquier otro animal;
- (d) Si el sufrimiento fue proporcional a los propósitos de la conducta en cuestión;
- (e) Si la conducta en cuestión estaba en todas las circunstancias de una persona humana y razonablemente competente

Sin embargo, se ha cometido un delito, si:

- Los animales se someten a sufrimiento mental o físico

- El sufrimiento fue innecesario, tal como se define en los cinco puntos enumerados, entre ellos "si la conducta en cuestión estaba en todas las circunstancias que una persona humana y razonablemente competente" ⁽³¹⁹⁾.

Sin embargo en México hay un área de oportunidad para legislar al respecto en materia sanitaria y de protección animal, pues el MIP no implica tener que ser cruel, el MIP implica sobre todo una cultura de prevención y la ética es un punto importante también.

El Derecho Romano, base del Derecho Mexicano y de muchos otros países Latinos, conceptualiza a los animales como objeto, siendo propiedad de las personas o materia del Estado, en cambio el Derecho Anglosajón conceptualiza a los animales como individuos, teniendo derecho a la protección (Comunicación personal: Lic. Josefina Gonzalez-Polo Velasco de Reserva para la Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Doméstica y del Medio Ambiente, A.C., octubre 20 2013). Es importante considerar que las auditorías de calidad son concordantes con legislación y tendencias Europeas y de los E.E.U.U., México está adherido a tratados internacionales, por ende al implementar el MIP en unidades de producción pecuaria e industria alimentaria debería de establecerse, por concordancia este tipo de criterios de prevención de métodos cruentos, pero se afectaría la utilidad que estas trampas reportan a importantes firmas comerciales...

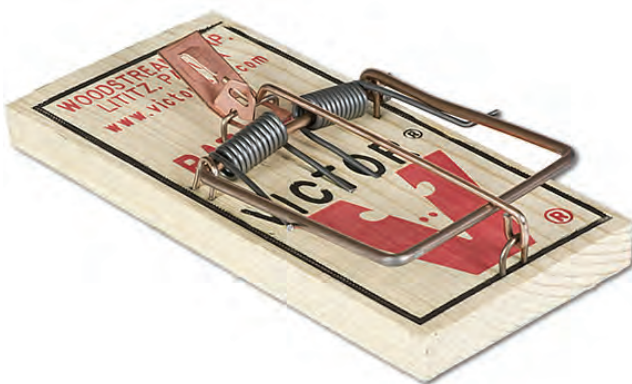


Figura 123. Trampas de golpe. Método de trampeo poco higiénico y no humanitario^(320,321).



Figura 124. Trampas de adhesivas (pegamento). Método de trampeo poco higiénico y no humanitario ^(320, 322).

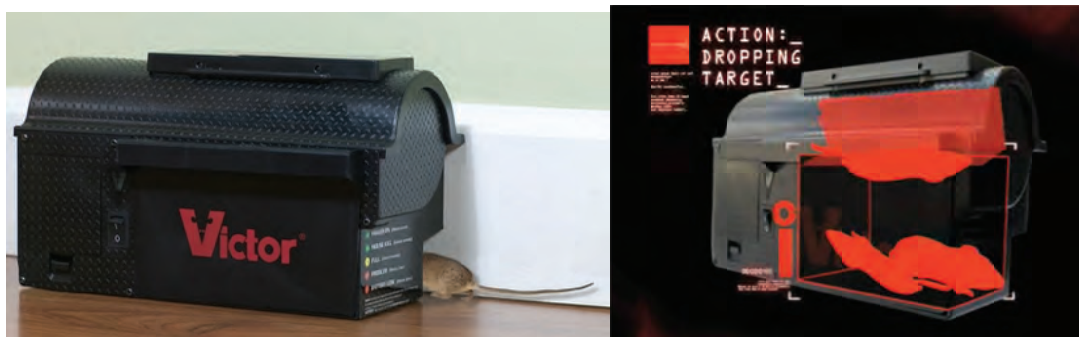


Figura 125. Trampas electrónicas ⁽³¹⁸⁾.

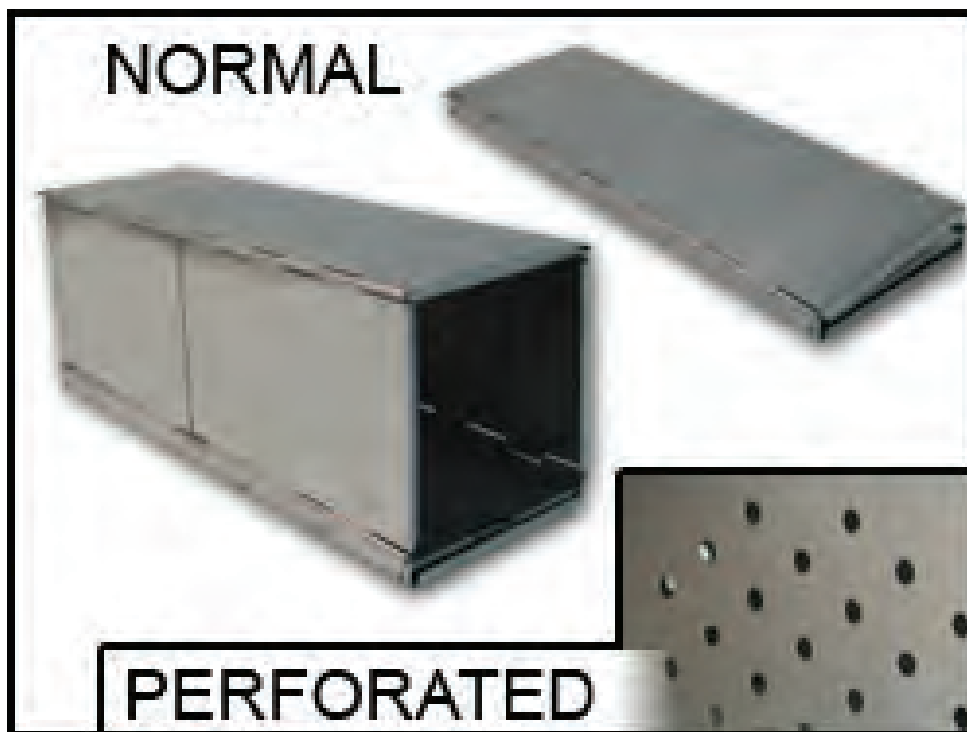


Figura 126. Trampas Sherman, plegables ⁽³²³⁾.

El uso de cebaderos para colocación de cebos rodenticidas y trampas es un elemento de seguridad en el manejo y control de consumo de los cebos. El material, color y forma de cebaderos disponibles en el mercado es muy variable (figuras 127, 128 129), lo importante para una auditoría de calidad es la hermeticidad y posibilidad de limpieza y desinfección de los mismos ^(127,128).

Los cebos rodenticidas citados e ilustrados en el Capítulo III, se dividen en rodenticidas no anticoagulantes cuyos efectos son de tipo agudo (cuadro 18) (figuras 33, 34, 35) y rodenticidas anticoagulantes cuyo efecto es crónico afectando la coagulación y se clasifican a su vez en primera y segunda generación (cuadro 19).



Figura 127. Cebaderos herméticos (fotografías de la autora).



Figura 128. Rata ingresando al cebadero (fotografía de la autora).



Figura 129. Rata consumiendo cebo dentro del cebadero (Fotografía de la autora).

El uso de los rodenticidas debe ser racional, antes de utilizarlos, primero deben evaluarse e implementarse otras medidas del MIP. La toxicidad de los rodenticidas anticoagulantes, está determinada por la dosis letal oral aguda (DL 50 oral aguda) en mg/ kg para cada ingrediente activo (cuadro 45) ⁽¹⁹⁹⁾.

Activo	DL 50 aguda mg/ kg (<i>Rattus norvegicus</i>).
Fumarina	125
Warfarina	10 a 20
Clorfacinona	20
Difacinona	2.3 a 43
Coumatetralil	16
Pindona	10
Bromadiolona	1.1 a 1.8
Difenacoum	1.8
Difetialona	0.56
Flocoumafen	0.25 a 0.56
Brodifacoum	0.22 a 0.27

Cuadro 45. Dosis letal 50 para rodenticidas anticoagulantes ⁽¹⁹⁹⁾.

El monitoreo de la resistencia a los rodenticidas anticoagulantes se realiza con muestras de colas de roedores (figuras 127 y128), identificadas y preservadas en congelación para su revisión en laboratorio bajo la coordinación de protocolos del Rodenticide Resistance Action Committee (RRAC). El Dr. Alan Buckle investigador en la materia (Universidad de Reading y asesor de Syngenta) forma parte de la directiva de este comité (figura 129, 130, 131) ⁽³²⁴⁾. Existe evidencia científica sobre la genética de las poblaciones resistentes a anticoagulantes, sin embargo en México no existe aún un trabajo coordinado para identificar la resistencia a anticoagulantes de las especies sinantrópicas, lo cual implica un área de investigación virgen para México. ^(64,171,199,, 203,204,205).

La resistencia a los anticoagulantes es la mayor pérdida de eficacia en condiciones prácticas cuando el anticoagulante se ha aplicado en forma correcta, la pérdida de la eficacia y eficiencia es debido a la presencia de poblaciones de roedores con una conmensurable reducida sensibilidad heredada a los anticoagulantes” ⁽³²⁴⁾.

Según Wallace y MacSwiney el mecanismo de resistencia en el ratón casero (*Mus musculus*) a Warfarina, se debe a la existencia de un gen dominante ⁽³²⁵⁾. En el caso de la rata noruega (*Rattus norvegicus*), investigaciones de Graves indican que la resistencia a Warfarina está determinada por un solo gen autosomal resistente o monogénico ⁽³²⁶⁾. La resistencia a rodenticidas anticoagulantes, en ratas y ratones, es heredable, traspasándose de generación en generación y no como resultados de la ingestión de pequeñas cantidades de cebo.

Ante el escenario creciente de la expresión de resistencia a anticoagulantes y la presión de grupos ecologistas, normativa de países desarrollados con base a prevenir riesgos de intoxicación primaria y secundaria a anticoagulantes, resulta interesante el explorar alternativas para el manejo de la resistencia y que además son humanitarias, como el uso de los quimioesterilizantes ^(199, 200, 207, 208) para roedores, área virgen de investigación y comercialización en nuestro país, que si bien no son el elemento único del MIP, coadyuvarían a mitigar el impacto ecológico del uso extensivo de rodenticidas y al manejo de la resistencia ^(171,199, 200, 201, 202, 207, 208).

El trampeo y el uso de cebos rodenticidas, como parte del MIP, afectan directamente la dinámica poblacional de los roedores por ser causa de mortalidad y limitar el crecimiento de la población, los quimioesterilizantes la afectan directamente al evitar la natalidad y también evitar el crecimiento poblacional. La dinámica poblacional de una especie, es el estudio de las variaciones del tamaño y la estructura de una población dada en el tiempo y su relación con los factores externos que la determinan ^(327, 328). Esta tiene como elementos principales:

- 1) Factores intrínsecos a la población: natalidad, mortalidad, inmigración, emigración
- 2) Factores extrínsecos: clima, condiciones del hábitat, oferta de alimento, enfermedades, depredadores ⁽³²⁸⁾.

Sin embargo, los factores extrínsecos también pueden ser alterados como parte de las estrategias del MIP si se realiza una planeación adecuada de las instalaciones (antiroedores), se realiza el manejo adecuado de la basura, se mantiene orden y aseo de almacenes, mantenimiento de estructuras, drenajes, tuberías. El éxito del Manejo

Integrado de Roedores es la integración de métodos y el uso racional de los cebos rodenticidas.



Figura 130. Muestreo de cola de rata para monitoreo de la resistencia ⁽³²⁹⁾



Figura 131. Muestreo de colas de rata para monitoreo de la resistencia ⁽³³⁰⁾

RRAC and its objectives

Background

The Rodenticide Resistance Action Committee (RRAC) is a working group within the framework of CropLife International. Participating companies include: Bayer CropScience, BASF, Liphatech S. A., PelGar, Rentokil, Sorex, Syngenta and Zapi. Senior technical specialists, with specific expertise in rodenticides, represent their companies on this committee.

Elections (September 2007)
 Chairman: Stefan Endepols, Bayer CropScience
 Second Chairman: Alan Buckle, Syngenta
 Treasurer & Secretary: Andy Brigham, Rentokil



Figura132. Rodenticide Resistance Action Committee (RRAC): Dr. Alan Buckle ⁽³²⁴⁾.



Figura 133. Dr. Colin Prescott (izquierda) y Dr. Alan Buckle (derecha). Resistencia a anticoagulantes. Universidad de Reading, UK (Fotografía: Pest Magazine) ⁽³³¹⁾.



Figura 134. Reunión técnica sobre Manejo de la resistencia a anticoagulantes con Dr. Alan Buckle. Brasil, Septiembre 2012. De izquierda a derecha: Dr. Alexander Cornish (Syngenta), Dr. Franz Diesseldorf (Syngenta), la autora, Dr. Alan Buckle (Universidad de Reading, UK y RRAC) y Dra. Beatriz Villa (Ex catedrática de la Universidad Nacional Autónoma de México, Investigadora con autorización SENASICA/SAGARPA y asesora de Syngenta). (Fotografía de la autora).

Tema II: Murciélagos.

La problemática del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) en México y alternativas de control.

<i>Siluetas nocturnas</i>	<i>...en las noches,</i>	<i>les contemplo alegre</i>
<i>que surcan el cielo,</i>	<i>al surcar el cielo</i>	<i>y paciente espero</i>
<i>fugaces silentes,</i>	<i>(buscando celosos</i>	<i>que agiten las alas</i>
<i>explorando el viento.</i>	<i>al dañino insecto,</i>	<i>en un giro nuevo,</i>
<i>Las vocales todas</i>	<i>al fruto maduro</i>	<i>suave y elegante,</i>
<i>vuelan en sus vuelos,</i>	<i>aún no disperso,</i>	<i>atrapen, contentos,</i>
<i>diestros, zigzagueantes,</i>	<i>la flor infecunda</i>	<i>todo mi cariño</i>
<i>ágiles, certeros...</i>	<i>que espera sus cuerpos)</i>	<i>¡Murciélagos buenos!</i>

Fragmento de “¡Murciélagos Buenos!” (Noel González Gotera 1978) ⁽³³²⁾.

Origen y clasificación de los murciélagos.

Los murciélagos pertenecen al orden Chiroptera, siendo los quirópteros el segundo orden de mamíferos más abundantes en el mundo. Datan desde hace casi 60 millones de años, con origen en el periodo Eoceno del Terciario ⁽³³³⁾.

Hacia los últimos años, trabajos de diversos investigadores como Teeling han demostrado que el origen monofilético ha resultado significativamente más bajo que el difilético (descendiente de dos líneas ancestrales), sustentando que la rama representativa del suborden Megachiroptera divergió posteriormente a la formación del linaje de *Icaronycteris index* (figura 135), el murciélago más antiguo conocido que proliferó durante el periodo Eoceno, hace 50 a 53 millones de años, proponiendo que los megaquirópteros y microquirópteros evolucionaron a partir de dos diferentes grupos ancestrales de mamíferos no voladores (origen difilético) ⁽³³⁴⁾.

Existen 1,116 especies ⁽³³⁵⁾ que se dividen en dos subórdenes anterioremente clasificados como Microchiroptera y Macrochiroptera, actualmente reclasificados en

Yinpterochiroptera y Yangochiroptera, los cuales se distinguen morfológicamente con base en diferencias en los maxilares.

- Yinpterochiroptera: incluye a la familia Pteropodidae (zorros voladores) constituida por 42 géneros y 186 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del Viejo Mundo y Australia ⁽³³⁶⁾ y también incluye algunas familias de la anterior clasificación Microchiroptera: Rhinolophidae (murciélagos de herradura), Megadermatidae (falsos vampiros), Rhinopomatidae (murciélagos cola de ratón) y Craseonycteridae (murciélagos hocico de cerdo).
- Yangochiroptera: el resto de los Microchiroptera: 16 familias, 42 géneros y 759 especies. En México hay 8 de las 16 familias: Vespertilionidae, Molossidae, Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Natalidae y Thyropteridae ⁽³³⁷⁾.



Figura 135. *Icaronycteris index* (holotype; PU 18150) de Green River Formation, Wyoming ⁽³³⁸⁾.

La contribución del Dr. Bernardo Villa R. (q.e.p.d.), renombrado Mastozoólogo Mexicano, al estudio de los murciélagos en México es prolijo en literatura y colecciones. Para 1964 la colección de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) constaba de 3,564 ejemplares en piel, 3,406 cráneos y 68 esqueletos ⁽³³³⁾, la mayoría por aportación de él (figuras 136 y 137)



Figura 136. Dr. Bernardo Villa y colección de murciélagos. (Fotografía de la autora tomada de un cuadro en casa de la casa de la Dra. Beatriz Villa Cornejo, hija del Mastozoólogo).



Figura 137. Dra. Beatriz Villa Cornejo y la autora con la mascota de la casa “La Zorrita” (*Eilodon helvum*) (Taxidermia).

Los Quirópteros son componente importante de los ecosistemas tropicales por tener diferentes roles en procesos ecológicos complejos. Debido a su abundancia y alto consumo de alimento, los murciélagos actúan como reguladores naturales de poblaciones de invertebrados ⁽³³⁵⁾, polinizadores y dispersores de semillas de especies vegetales económica y ecológicamente importantes ⁽³³⁹⁾.

Con base en la adaptación evolutiva de los murciélagos los hay omnívoros y hasta los sumamente especializados; en general clasifican en: insectívoros (insectos), frugívoros (fruta), ictiófagos (peces), carnívoros (vertebrados), polinívoros (néctar y polen de flores) y hematófagos (sangre) ⁽³⁴⁰⁾.

Los murciélagos hematófagos se alimentan de la sangre de animales de sangre caliente, incluyendo al hombre. Existen referencias de ello, como lo relatado por Francisco de Montejo en 1527, conquistador de Yucatán: “Una gran plaga de murciélagos que atacaron no solamente a las bestias de carga, sino a los hombres mismos, chupándoles la sangre mientras dormían”... o el del naturalista español Don Félix Azara: ...”He pillado muchos idénticos, que difieren de todos en que puestos en

tierra corren con bastante ligereza y en que les gusta lamer la sangre. A veces muerden la cresta y barbas de las gallinas dormidas, chupándoles la sangre, de cuyas resultas mueren, principalmente si se agusanan, como sucede casi siempre. También muerden a los caballos, asnos, mulas y ganado vacuno, por lo común en las ancas, espaldas o cuello, porque allí tiene la facilidad de agarrarse de la crin o cola” ⁽³³³⁾ ...

A los murciélagos hematófagos se les denomina vulgarmente vampiros, siendo este término de origen Europeo, definiendo a los fantasmas chupadores de sangre de la Europa Oriental ⁽³³³⁾. Estos murciélagos han alcanzado un alto grado de especialización en la dieta al alimentarse única y exclusivamente de sangre de otros vertebrados: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Son los únicos murciélagos que pueden caminar, correr de manera cuadrúpeda y pueden emprender el vuelo desde el piso sin necesidad de estar colgados ⁽³⁴⁰⁾.

Existen tres especies de murciélagos hematófagos o “vampiros” de acuerdo a la siguiente jerarquía taxonómica (cuadro 46):

Clasificación de los murciélagos hematófagos.	
Reino	Animalia
Subreino	Vertebrata
Clase	Mammalia
Orden	Chiroptera
Familia	Phyllostomatidae Murciélagos de hoja
Subfamilia	Desmodontidae
Géneros y especies hematófagos	<i>Desmodus rotundus</i> : vampiro común <i>Diaemus youngii</i> : vampiro de las blancas <i>Diphylla ecaudata</i> : vampiro de patas peludas
Subespecies	<i>Desmodus rotundus rotundus</i> <i>Desmodus rotundus muris</i> <i>Diphylla ecaudata ecaudata</i> <i>Diphylla ecaudata centralis</i>

Cuadro 46. Jerarquía taxonómica de los murciélagos hematófagos ^(340, 341).

Vampiro de alas blancas (*Diaemus youngii*): habitat en zonas boscosas cubiertas con vegetación de las selvas alta y mediana perennifolias y subperennifolias, desde México hasta Brasil, por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. En México es muy raro encontrarlo, se distribuye en la Vertiente del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas. Tamaño: aproximadamente 85 mm. Dentición característica con veintidós piezas dentarias, el pelo es de color café-canela con tonalidades rojizas. Nostrilos abiertos con nariz en forma de herradura (figuras 138, 139). Alimentación: sangre de aves y mamíferos^(340,341).

Vampiro de patas peludas (*Diphylla ecaudata*): zonas tropicales con una temperatura mínima anual promedio de 10 °C. Habita desde el sur de Texas hasta Brasil y Perú. En México se encuentra en la Vertiente del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas. Tamaño aproximado de 73 mm. Su dentición presenta veintiséis piezas dentarias. Color café negruzco. Nariz en forma de herradura (figuras 140). Se alimenta de sangre de aves^(340, 341).

Vampiro común (*Desmodus rotundus*): es el murciélago más abundante en México, Centro y Sudamérica. Se distribuye desde el paralelo 27° latitud norte en México hasta el paralelo 33° latitud sur, por lo que se extiende a Sudamérica a lo largo de la costa pacífico de Chile y Atlántico de Uruguay, punta sur de Brasil. En México se le encuentra en los estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, se encuentra por debajo de los 2,000 metros sobre el nivel del mar. Tamaño 90 mm y color café rojizo, generalmente. Presenta 20 piezas dentarias. Nariz en forma de herradura (figuras 141, 142, 143, 144). En miembros anteriores, los dedos pulgares son alargados, con tres cojinetes bien desarrollados para caminar. Viven en pequeñas colonias de 50 a 1,000 individuos y aún dentro de la misma caverna coexisten con otras especies de murciélagos no hematófagos, divididos en nichos. Las poblaciones de *D. rotundus* tienen comportamiento migratorio y se ha determinado que

pueden desplazarse entre 20 a 40 km por año, dependiendo de las condiciones geográficas, pero en estudios con vampiros anillados se ha encontrado que pueden desplazarse en busca de alimento hasta 100 km. Se alimenta de la sangre de reptiles, aves y mamíferos ^(340, 341, 342).



Figura 138. Murciélago hematófago (*Diaemus youngii*) cráneos. (Fotografía: Paraguay Biodiversidad) ⁽³⁴³⁾.



Figura 139. Murciélago hematófago (*Diaemus youngii*) (Fotografía: Gerald Carter) ⁽³⁴⁴⁾.



Figura 140. Murciélago hematófago (*Diphylla ecaudata*)⁽³⁴⁵⁾.



Figura 141. Murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) (Fotografía: Michael & Patricia Fogden/Corbis. - National Geographic)⁽³⁴⁶⁾.



Figura 142. Murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) cráneo. (Fotografía: Paraguay Biodiversidad) ⁽³⁴²⁾.



Figura 143. Murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) adaptación de pulgares (Fotografía: Paraguay Biodiversidad) ⁽³⁴²⁾.



Figura 144. Distribución del murciélago hematófago *Desmodus rotundus* en América (Ilustración de National Geographic) ⁽³⁴⁶⁾.

Las figuras 145 y 146 muestra las principales características de los murciélagos hematófagos ⁽³⁴⁷⁾ y el cuadro 47 las Claves taxonómicas para su identificación ⁽³⁴⁵⁾ :

1. Uropatagio casi ausente, reducido a una banda angosta con borde peludo; pelaje suave y denso, incisivos inferiores pectinados y cubriendo todo el espacio entre los caninos (figura 137).....	<i>Diphylla ecaudata</i>
Uropatagio desarrollado, formando una banda completa uniendo las patas; pelaje corto y fino; espacio central evidente entre los incisivos inferiores	2
2. Pelaje hirsuto, de puntas brillosas; las puntas de las alas negras; pulgares largos (> 15 mm) con dos almohadillas debajo de cada metacarpal; incisivos inferiores bilobados (figuras 138, 140)	<i>Desmodus rotundus</i>
Pelaje sedoso; las puntas de las alas de color blanco, los pulgares gruesos mas no largos y con una sola almohadilla debajo de cada metacarpal (figura 136)	<i>Diaemus youngii</i>

Cuadro 47. Claves taxonómicas. Murciélagos hematófagos ⁽³⁴⁵⁾.



1. Muñeca.
2. Antebrazo.
3. Codo.
4. Labio inferior con abertura en forma de "V".
5. Nariz achatada sin hoja nasal.
6. Dedo pulgar muy desarrollado, mostrando los dos cojinetes.
7. Dedos: 2°, 3°, 4° y 5°.
8. Membrana alar.
9. Membrana interfemorales prácticamente inexistente y sin cola.

Figura 145. Características principales del murciélago hematófago (adaptación de imágenes de Flores-Crespo R.) ⁽³⁴⁷⁾.



Figura 146. *Desmodus rotundus* macho (Fotografía: Arthur Tahara) ⁽³⁴⁸⁾.

Enfermedades transmisibles por murciélagos: Rabia.

Los murciélagos en general pueden padecer enfermedades y pueden actuar como vectores o transmisores de candidiasis, disentería, histoplasmosis, lepra, leptospirosis, 66 diferentes virus (rabia, SARS, Ébola) y bacterias relativas a salmonelosis, tuberculosis, entre otras ⁽³⁴⁰⁾. Sin embargo, la rabia es una de las enfermedades virales de mayor impacto en la Salud Pública y económico.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana para la Salud (OPS), la rabia es una encefalomielitis aguda ⁽³⁴⁹⁾. Es causada por el mismo virus que ocasiona la rabia en perros y otros animales, es una zoonosis infecto-contagiosa de curso agudo y mortal que afecta el sistema nervioso central de los mamíferos ⁽³⁵⁰⁾. Es una enfermedad de reporte obligatorio a nivel nacional por ser una zoonosis y por su importancia económica y social, ya que una persona infectada puede morir si no es vacunada a tiempo. Presenta distribución mundial, debido a la capacidad que tiene de replicarse en todos los mamíferos incluyendo al hombre. Se ha reportado la transmisión a aves de manera silvestre o experimental ⁽³⁵¹⁾.

La rabia se conoce desde hace más de 4,000 años A.C. y fue difundiéndose de la fauna silvestre a la doméstica y así finalmente al hombre. Horacio se refirió a la rabia al mencionar que Sirio, perro de Orión, causaba influencia “maligna” sobre las personas y por ello la “estrella perro” se asociaba con perros rabiosos a través del Mediterráneo Oriental, Egipto y posteriormente Roma. Para los romanos, Aristeo, hijo de Apolo, disminuía los efectos de la rabia, llamada *Lita* o *Lissa* para los griegos, que significa locura o *Rabbas* del sánscrito, “actuar con violencia”. Hacia el año 550 A.C., Aristóteles, en sus escritos, habla acerca de la rabia y la forma de cómo se transmite: por mordedura de animales rabiosos ⁽³⁴⁹⁾.

El virus rábico, tiene forma de bala, con genoma ARN, mide de 130 a 220 nm de largo y de 60 a 80 nm de ancho, pertenece al orden de los Mononegavirales, familia Rhabdoviridae y género Lyssavirus. Tiene dos antígenos principales: uno interno de naturaleza nucleoproteínica, que es grupo -específico, y el otro de superficie que es de

composición glucoprotéica y responsable de los anticuerpos neutralizantes. Los virus relacionados con el virus rábico se diferencian por sus antígenos superficiales o glucoprotéicos mediante las pruebas de neutralización y de protección cruzada (70, 351).

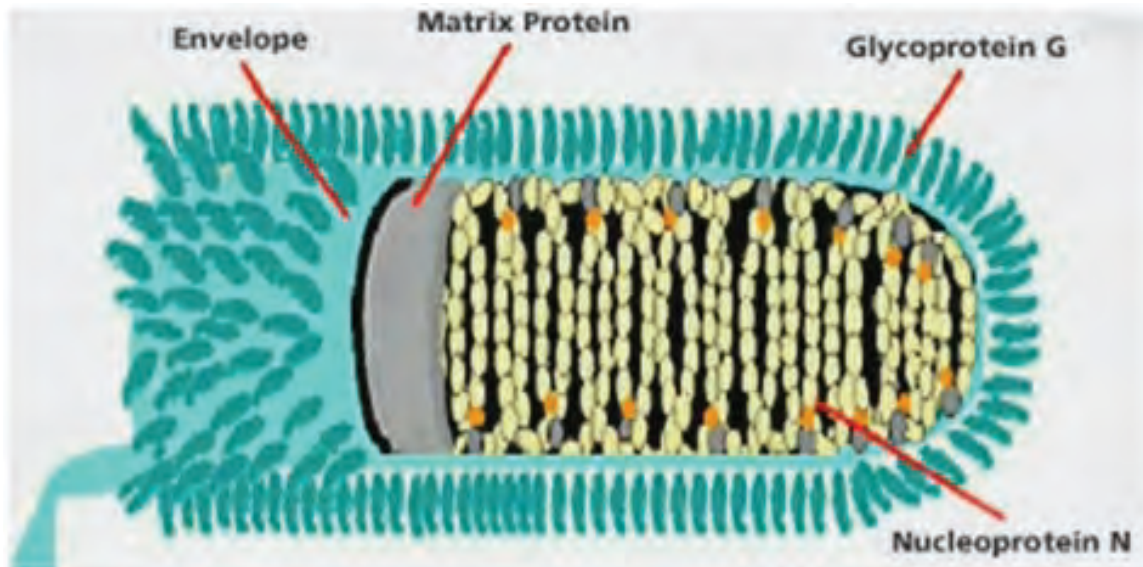


Figura 147. Virus rábico (352).

Investigaciones sobre biología molecular del virus rábico concluyen sobre la existencia de cinco proteínas, siendo la G y la N son las mejor caracterizadas (figura 147). La proteína G es la única que induce formación de anticuerpos neutralizantes del virus que son componentes importantes de la respuesta inmune, y es el objetivo de la formación de células T inmunes y células T citotóxicas. La proteína N es un antígeno principal que induce células T de apoyo, que tienen reacción cruzada entre diferentes virus rábicos relacionados. La proteína ribonucleasa confiere inmunidad protectora y puede tener significancia para inmunización contra cepas de virus heterólogos (349).

Este virus es transmitido por medio de la saliva de animales infectados al hombre y a los animales susceptibles, por mordida de animales infectados, siendo también posible el contagio por contaminación de heridas con saliva que contenga dosis infectante de este virus (350). Las vías de entrada son:

- El mecanismo de acción universalmente aceptado es la inoculación del virus por mordedura, al entrar en contacto la saliva con la dosis infectante suficiente ⁽³⁴⁹⁾.
- Las mucosas por la posibilidad de que un perro infectado antes de mostrar signos clínicos contamine lamiendo áreas de exposición de mucosas. También a partir de herbívoros ⁽³⁴⁹⁾.
- Heridas infringidas por un mal procedimiento de necropsia y manipulación de tejidos contaminados en laboratorio ⁽³⁴⁹⁾.
- Oral: en animales carnívoros que depredan a animales enfermos e ingieren el cerebro.
- Respiratoria: EL CDC establece: "La inhalación del virus de la rabia en aerosoles es también una ruta de exposición potencial, pero si no son empleados de laboratorios, es improbable que la mayoría de las personas encuentren aerosol del virus de la rabia". Se ha sugerido que las personas en cuevas de murciélagos infectados pueden estar expuestas a partículas del virus en aerosol al ingresar sin protección respiratoria ⁽³⁴⁹⁾.
- Entre humanos: por injertos de córnea en humanos ^(349, 353).
- De manera experimental: trasplacentaria en murciélagos ⁽⁷⁰⁾.

Dentro de los virus rábicos "clásicos" existen el "virus calle o campo" y el "virus fijo". La denominación de "virus calle o campo" se refiere al aislado de animales y que no ha sufrido modificaciones en el laboratorio.

El uso de anticuerpos monoclonales en la identificación de cepas del virus rábico y en el diagnóstico de la rabia humana y animal en el mundo, fue determinante para clasificación del grupo Rhabdoviridae, género Lyssavirus (cuadro 48) ⁽³⁴⁹⁾:

Serotipo 1: Challenge Virus Standard CVS o cepa de desafío.	La mayoría de los virus de campo o calle aislados de mamíferos terrestres y murciélagos insectívoros de Norteamérica y murciélagos hematófagos de Latinoamérica; también las cepas fijas de laboratorio.
Serotipo 2: virus Lagobat.	Aislado de una mezcla de cerebros de murciélagos de Nigeria (Lagos-bat1), un murciélago de República Central de África (Lagos-bat2), de un murciélago de Guinea y un gato de Zimbabwe (Lagos-bat3
Serotipo 3: Mokola.	Musarañas de Nigeria y luego de un humano (Mokola 1), musarañas de Camerún (Mokola 2) y la de República Central de África (Mokola 3) , así como de perros de Zimbabwwe (Mokola 5).
Serotipo 4: Duvhenage.	Aislado de humanos en Sudáfrica (Duvenhage1), murciélagos de Sudáfrica (Duvenhage 2) y Zimbabwwe (Duvenhage 3). Aún quedan por tipificar virus rábicos de Europa, Finlandia y Ucrania.

Cuadro 48. Clasificación del virus rábico. Serotipos ^(349,354).

En cuanto a los hospederos, son susceptibles todos los animales de sangre caliente, pero existen diferentes grados de susceptibilidad:

- Bovinos y zorras, coyotes chacales y lobos son extremadamente susceptibles^(70,349,353).
- Hamsters, mapaches, conejos, cuyos: altamente susceptibles ⁽³⁵³⁾.
- Perro, humano y primates no humanos: nivel moderado ^(347,353). No es común la rabia en ovinos, caprinos ni en suinos. Todos estos y equinos presentan un nivel moderado ^(70, 352).

- Los gatos son un huésped incidental, cuando hay un alto nivel de la enfermedad en especies silvestres y domésticas ⁽³⁴⁹⁾.
- Aves, zarigüeyas y mofetas son relativamente refractarias a la infección experimental. Las mofetas requieren 100 veces más dosis infectante que para el zorro ^(70,349).
- Los murciélagos tienen una especialidad biológica única, dada la efectividad como reservorios de la rabia. Existe susceptibilidad de diferentes especies a diferentes cepas virales, pudiendo existir estado de portador asintomático, murciélagos que mueren sin haber presentado signos clínicos de la enfermedad, e incluso la posibilidad de transmisión trasplacentaria o por lactación, al haber evidencia experimental, lo que indicaría la posibilidad de perpetuar la enfermedad en las poblaciones de murciélago aún sin mordedura u otro tipo de transmisión ⁽⁷⁰⁾.

Existen dos ciclos de la rabia en México: el terrestre, en donde el perro es el vector de importancia y el ciclo aéreo en donde el *Demodus rotundus* es el principal vector de la Rabia Paralítica Bovina (RPB) hacia el ganado y de la rabia al humano. Para la RPB el reservorio principal es el murciélago hematófago *Desmodus rotundus*, potencialmente perros.

En el caso de los murciélagos hematófagos el comportamiento de acicalamiento diario individual y entre miembros de la colonia, las peleas entre macho dominante y otros miembros de la colonia y las visitas de miembros de una colonia a otras, perpetúa la transmisión del virus rábico mediante la saliva, sin embargo el medio húmedo y oscuro de las cuevas propicia la transmisión por vía respiratoria mediante aerosoles ⁽³⁴²⁾.

Desmodus rotundus tiene importancia epidemiológica y es responsable de las pérdidas en la ganadería latinoamericana al transmitir Rabia Bovina Paralítica ⁽³⁴⁹⁾, una limitante para el desarrollo ganadero en el trópico y un problema de Salud Pública al atacar también a humanos en zonas marginadas rurales.

Se ha estimado que la mortalidad anual en Latinoamérica es cercana a las 50,000 cabezas de ganado, lo que sumado a las pérdidas indirectas de carne y leche y la devaluación de pieles por mordeduras de vampiros implicaría pérdida anual superior a US\$ 44 millones, pudiendo existir “subnotificación” de casos ⁽⁷⁰⁾. La mortalidad en RPB es 100%. Aguilar Sentién indica aproximadamente 10,000 muertes por RPB en ganado ⁽³⁵⁵⁾.

Existen otros daños de difícil cuantificación como la depreciación hasta en un 50% de su valor comercial de las pieles de los animales dañadas por las múltiples mordeduras de murciélagos, debilitamiento de animales por pérdida de sangre, miasis e infecciones bacterianas asociadas a heridas, baja conversión alimenticia ⁽³⁵⁶⁾. A esto hay que añadir los costos del programa estatal y federal para la promoción de campañas de prevención y control, los productos farmacológicos y costos para el diagnóstico y vigilancia epidemiológica del derriengue o rabia paralítica bovina en México, que comparado con el manejo integrado de murciélagos, es un costo muy alto por no contar con un programa de MIP en las unidades de producción pecuaria. El manejo integrado de murciélagos es un concepto virgen en nuestro país.

Estadísticas sobre la Rabia en Humanos y Rabia Paralítica Bovina

El término “Zoonosis” fue enunciado por Rudolf Virchow en el siglo XIX, para designar el grupo de entidades nosológicas que el hombre adquiere de los animales ⁽³⁵⁶⁾. La importancia de esta zoonosis radica en que sin atención oportuna la mortalidad es del 100%.

Durante el periodo comprendido entre los años 2001 al 2006, la rabia formó parte de las prioridades del Programa Nacional de acción y su objetivo se orientó a interrumpir su transmisión, y por consiguiente, eliminarla como riesgo para la población mexicana⁽³⁵⁷⁾.

El mapa mundial de la rabia, publicado por Global Alliance for Rabies control señala las áreas de mayor riesgo, México es un país clasificado como alto riesgo (figura 148).

Esta fuente, cita que a nivel mundial mueren 70,000 personas por rabia anualmente, la mayoría de estos casos en África y Asia, de los cuales 60 a 70% son niños y adolescentes entre 5 a 15 años ⁽³⁵⁸⁾.

Sin embargo datos oficiales de la OMS para el 2011 cita lo siguiente:

- Hay rabia en más de 150 países y territorios.
- Cada año mueren de rabia más de 55,000 personas en todo el mundo.
- El 40% de las personas mordidas por animales presuntamente rabiosos son menores de 15 años.
- Los perros están en el origen del 99% de las muertes humanas por rabia.
- La limpieza de la herida y la inmunización en las horas siguientes al contacto con un animal presuntamente rabioso pueden evitar la aparición de la enfermedad y la muerte.
- Cada año más de 15 millones de personas reciben profilaxis post-exposición para evitar la enfermedad, y se calcula que esto ahorra 327 000 muertes anuales ⁽³⁵⁹⁾.

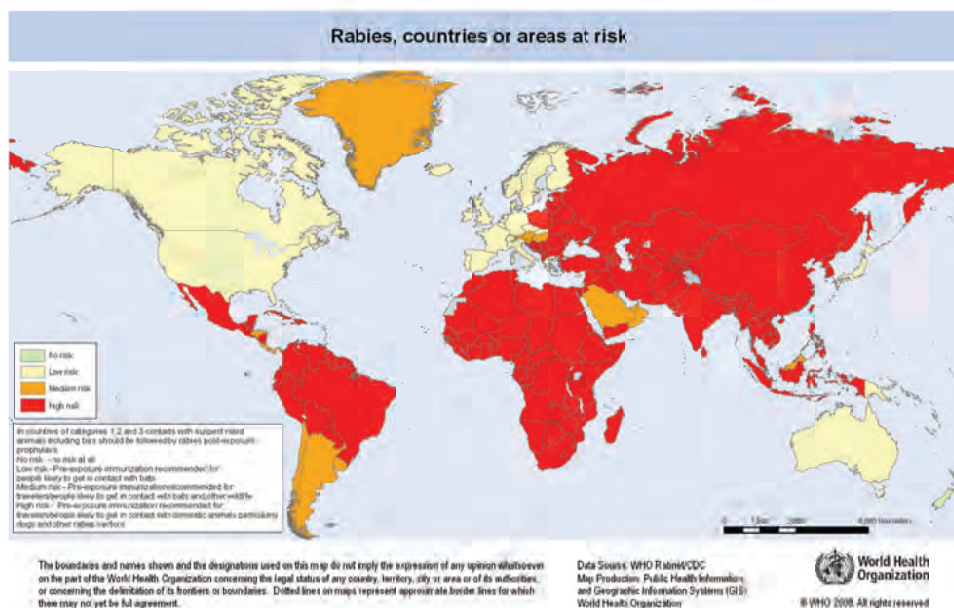


Figura 148. Rabia, países o áreas de riesgo (2008) ⁽³⁶⁰⁾.

El CENAPRECE (antes CENAVECE), a través del SINAVE, reporta en el Boletín Epidemiológico la incidencia de casos acumulados para “accidentes de mordedura” de perro y de otros mamíferos (figura 149), sintetizada el siguiente (cuadro 49), con una tendencia casi estática; sin embargo desde 2012 el Boletín Epidemiológico indica que no hay casos de rabia en humanos ⁽³⁶¹⁾ (figura 150).

Accidentes por mordedura	2010	2011	2012	2013
Perro	99,302	104,361	117,001	103,594
Otros mamíferos	9,291	9,823	10,081	9,212

Cuadro 49. Casos acumulados para accidentes por mordedura de perros y otros mamíferos (CENAPRECE-SINAVE/DGE) ⁽³⁶¹⁾.

Estos accidentes requieren de diferentes niveles de atención médica en base a la gravedad de las lesiones y antecedentes de los mamíferos en cuestión, lo que implica un alto costo a la Federación y Estados, ya que además del manejo hospitalario para las lesiones se suman insumos como la vacuna de células diploides y la inmunoglobulina antirrábica para estos pacientes y las horas/hombre que afectan la economía ⁽³⁵⁹⁾. Un tratamiento con la vacuna de células diploides humanas costaría US\$ 240 por persona y, según otros esquemas, la vacuna y el suero costarían \$1.000. Por consiguiente, los países más pobres se ven obligados a recurrir a otras vacunas con costo medio de la profilaxis post exposición de US\$ 40 en África y US\$ 49 en Asia, donde los ingresos diarios medios son de aproximadamente US\$ 1–2 por persona ⁽³⁵⁹⁾. Sin atención adecuada las consecuencias para son lamentables en país donde aún hay mortalidad por rabia humana (figuras 151 y 152).

CUADRO 12. Casos por entidad federativa de Accidentes hasta la semana epidemiológica 51 del 2013

ENTIDAD FEDERATIVA	Mordeduras por Perno CIE-10 ^o REV. W54				Mordeduras por Otros Mamíferos. CIE-10 ^o REV. W55				Mordeduras por Serpiente CIE-10 ^o REV. X20			
	2013			2012	2013			2012	2013			2012
	Sem.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.		Acum.
		M	F			M	F			M	F	
Agua Calientes	0	574	399	1 331	1	56	46	130	-	0	4	13
Baja California	21	696	525	2 121	-	15	38	75	-	20	5	24
Baja California Sur	11	349	260	989	2	15	11	100	-	12	4	14
Campeche	16	338	328	712	1	28	37	61	1	31	24	77
Coahuila	17	1 534	1 125	3 059	1	62	62	192	-	13	10	22
Colima	6	344	205	680	-	18	28	58	-	33	4	40
Chiapas	15	1 018	794	2 015	-	142	100	215	1	141	77	220
Chihuahua	22	1 442	1 100	3 378	2	49	49	174	-	66	35	96
Distrito Federal	204	6 566	5 136	11 939	12	508	637	1 310	-	53	10	168
Durango	30	1 213	865	2 298	3	85	74	157	-	26	21	37
Guanajuato	68	3 211	2 296	6 242	3	166	155	352	-	52	44	103
Guerrero	23	1 255	1 126	3 326	7	245	187	498	1	136	55	191
Hidalgo	34	1 900	1 701	3 719	3	138	152	316	2	201	61	254
Jalisco	185	3 537	2 356	7 147	4	242	270	626	1	64	29	83
México	181	8 688	7 430	16 515	12	527	654	1 141	1	103	71	206
Michoacán	68	2 576	1 854	4 526	9	234	283	525	1	62	24	94
Morelos	19	678	540	1 325	-	61	55	129	-	19	15	37
Nayarit	10	554	379	1 074	-	71	73	105	-	19	11	54
Nuevo León	22	2 097	1 491	4 801	-	130	144	267	-	22	19	71
Oaxaca	60	2 019	1 997	4 362	7	171	146	342	8	395	164	522
Puebla	64	2 844	2 547	6 725	1	200	221	543	4	186	104	347
Queretaro	23	792	540	1 604	1	64	64	131	-	25	21	47
Quintana Roo	31	690	611	1 684	8	75	67	140	3	71	40	156
San Luis Potosí	62	2 146	1 689	4 487	4	164	136	400	-	250	111	384
Sinaloa	15	925	737	2 183	-	110	108	313	-	39	19	61
Sonora	28	1 846	1 293	3 545	3	122	143	305	-	48	18	79
Tabasco	10	518	406	947	-	39	53	130	-	45	35	197
Tamaulipas	23	1 503	1 348	3 303	2	66	88	206	-	37	43	108
Tlaxcala	16	537	454	923	1	20	21	66	2	49	21	57
Veracruz	56	3 073	2 919	6 444	3	260	341	643	6	289	174	427
Yucatán	47	1 246	1 055	2 286	5	100	144	297	1	52	29	74
Zacatecas	14	733	546	1 311	1	85	57	128	-	62	21	59
TOTAL	1 407	57 442	46 152	117 001	96	4 268	4 644	10 081	32	2 630	1 323	4 322

Figura 149. Casos acumulados: Accidentes por mordedura de perros y de otros mamíferos 2012 y 2013. (Boletín Epidemiológico, CENAPRECE-SINAVE/DGE) ⁽³⁶¹⁾.

CUADRO B. Casos por entidad federativa de *Enfermedades Zoonóticas* hasta la semana epidemiológica 51; *Rabia* y *Fiebre del Oeste del Niño* hasta la 52 del 2013

ENTIDAD FEDERATIVA	Brucelosis CIE-10ª REV. A23			Leptospirosis CIE-10ª REV. A27			Rabia ^A CIE-10ª REV. A92			Fiebre del Oeste del Niño CIE-10ª REV. A92.3			
	2013		2012	2013		2012	2013		2012	2013		2012	
	Sem.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.		Acum.	Acum.		Acum.	Sem.	Acum.
		M	F			M	F		M	F			
Aguascalientes	-	5	1	11	-	1	-	-	-	-	-	-	
Baja California	2	13	65	49	-	-	5	-	-	-	-	-	
Baja California Sur	-	5	6	6	-	-	1	-	-	-	-	-	
Campeche	-	8	22	22	-	1	2	-	-	-	-	-	
Coahuila	-	41	50	85	-	1	1	-	-	-	-	-	
Colima	-	6	8	63	-	-	5	-	-	-	-	-	
Chiapas	-	12	38	40	-	6	4	-	-	-	-	-	
Chihuahua	1	31	28	74	-	-	-	-	-	-	-	-	
Distrito Federal	-	6	11	40	-	-	1	3	-	-	-	-	
Durango	-	30	29	60	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guanajuato	6	166	251	708	-	1	-	-	-	-	-	-	
Guerrero	-	11	27	36	-	4	6	1	-	-	-	-	
Hidalgo	-	6	4	12	-	3	4	25	-	-	-	-	
Jalisco	4	49	115	136	-	3	-	-	-	-	-	-	
México	-	23	64	67	-	2	3	4	-	-	-	-	
Michoacán	2	168	232	224	-	-	-	2	-	-	-	-	
Morelos	-	29	33	72	-	5	12	106	-	-	-	-	
Nayarit	-	1	3	24	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nuevo León	-	23	27	193	-	-	1	-	-	-	-	-	
Oaxaca	2	45	15	67	-	2	2	4	-	-	-	-	
Puebla	1	75	120	281	-	-	1	10	-	-	-	-	
Queretaro	-	6	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	
Quintana Roo	-	6	13	32	-	-	-	-	-	-	-	-	
San Luis Potosí	1	17	31	62	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sinaloa	7	118	229	129	4	48	60	14	-	-	-	-	
Sonora	-	33	106	127	-	3	1	6	-	-	-	-	
Tabasco	-	2	7	12	-	56	85	444	-	-	-	-	
Tamaulipas	2	25	82	115	-	6	8	-	-	-	-	-	
Tlaxcala	3	22	30	97	-	-	-	-	-	-	-	-	
Veracruz	-	9	31	55	-	16	23	41	-	-	-	-	
Yucatán	-	10	7	7	-	4	2	-	-	-	-	-	
Zacatecas	1	44	53	146	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL	32	1 045	1 749	3 063	4	162	216	679					

Figura 150. Casos acumulados: Rabia. 2012 y 2013 (Boletín Epidemiológico, CENAPRECE-SINAVE/DGE) ⁽³⁶¹⁾.



Figura 151. Rabia en humanos. Fase terminal. ⁽³⁶²⁾.



Figura 152. Rabia en niño ⁽³⁶³⁾.

La variante más frecuente del virus rábico encontrado en 1,630 muestras de diversos mamíferos para el periodo de 1998 a 2008 en México reportad por la Secretaría de Salud, es la V-11 murciélago-vampiro, con 943 muestras acumuladas (figura 153) ⁽³⁶⁴⁾.

Las muestras de animales sospechosos deben ser remitidas al laboratorio de referencia para la disección y diagnóstico (figura 154) ⁽³⁶⁵⁾.

VARIANTE	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	%
V-1 (PERRO/ MANGOSTA/ COYOTE)	36	12	27	27	44	39	16	108	58	23	32	422	25.89
V-2 (PERRO SUDAMÉRICA)	0	2	5	3	0	11	12	1	3	2	0	38	2.39
V-3 (MURCIÉLAGO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	7	0.43
V-4 (MURCIÉLAGO TADARIDA BRASILIENSIS)	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	5	0.31
V-5 (VAMPIRO DESMODOUS ROTUNDUS)	0	2	1	2	0	0	3	3	1	0	0	12	0.74
V-7 (ZORRO ARIZONA)	0	2	2	4	5	0	3	4	1	1	5	27	1.66
V-8 (ZORRILLO)	2	4	6	4	6	4	6	20	21	14	20	107	6.56
V-9 (MURCIÉLAGO)	4	2	0	2	0	0	0	3	4	13	7	35	2.15
V-10 (ZORRILLO B.C.)	6	2	2	3	1	2	2	1	0	1	1	21	1.29
V-11 (MURCIÉLAGO VAMPIRO)	3	3	49	21	36	85	119	121	93	167	246	943	57.85
ATÍPICA	1	0	0	0	0	1	0	3	2	1	4	12	0.74
TOTAL	52	29	95	67	92	142	161	265	183	227	317	1,630	100.00

Figura 153. Avance de la Rabia en México: 1998 al 2008. Identificación de variantes del virus rábico en todas las especies por anticuerpos monoclonales a nivel nacional ⁽³⁶⁴⁾.

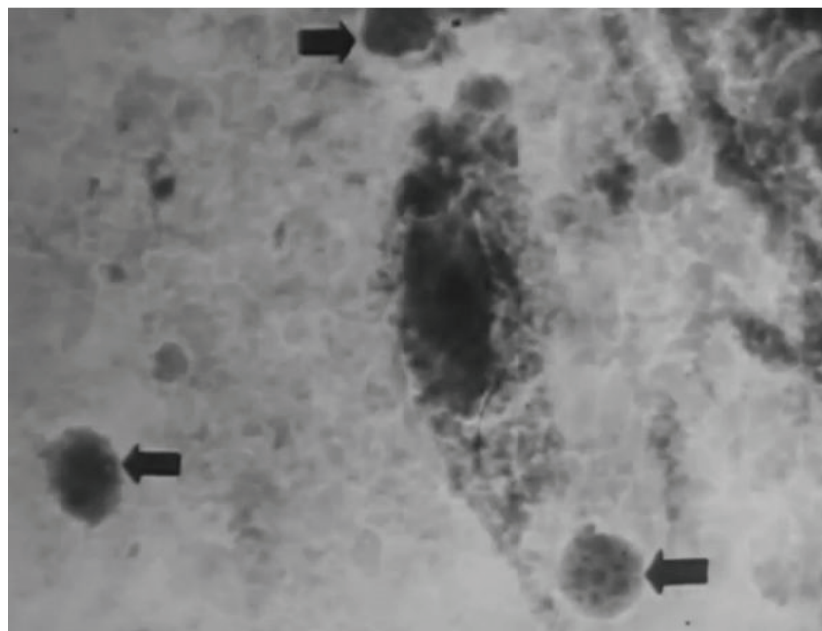


Figura 154. Rabia: Corpúsculos de Negri. (Histología) ⁽³⁶⁵⁾.

En México SAGARPA notifica focos de rabia paralítica bovina en 25 estados. La figura 155 indica los puntos geográficos libres de rabia paralítica bovina y aquellos bajo control al mes de diciembre de 2013 ⁽³⁶⁶⁾.

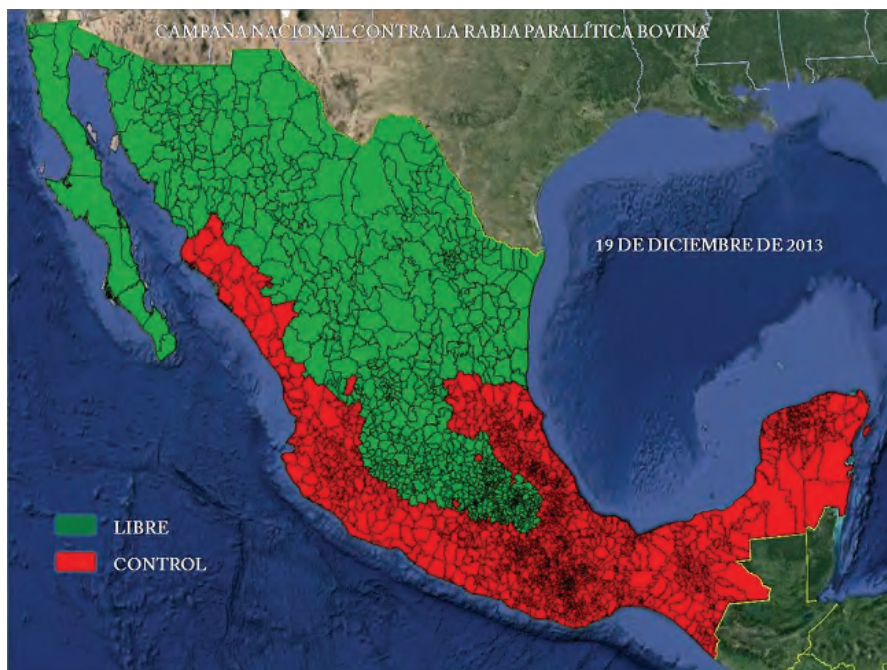


Figura 155. Rabia paralítica bovina: Diciembre 2013 (SAGARPA) ⁽³⁶⁶⁾.

Métodos de Control del murciélago hematófago.

Debido a los hábitos y comportamiento del vampiro numerosos métodos de control se han desarrollado y empleado a partir de 1971 y hasta la fecha, con resultados y efectos secundarios diversos.

Métodos de control físicos.

El empleo de fuentes de luz suficientes para iluminar completamente los corrales ahuyenta a los vampiros, siendo poco efectiva la luz tenue que produzca sitios no iluminados los cuales son utilizados por los vampiros para morder a sus víctimas. Este método tiene un costo variable dependiendo de la fuente energética que se utiliza y su mantenimiento e impacta directamente en los costos de producción ⁽³⁵⁶⁾. Una

alternativa sería el uso de módulos de energía solar, sin embargo el costo inicial por unidad es de aproximadamente \$15,000 pesos, utilizando como referencia las luminarias de uso en vía pública con la limitante de luminancia en suelos rugosos de pastizales o corrales contra los pisos pavimentados (Alternativa Energética, S.A. de C.V., comunicación personal mayo 17 2013); sin embargo, bajo condiciones experimentales los murciélagos pueden alimentarse a cualquier hora del día, pudiendo acostumbrarse a la iluminación artificial ⁽³⁵⁶⁾.

La colocación de malla de alambre a manera de jaula en los corrales es efectiva y útil para evitar el ataque de los vampiros cuando se cuenta con pocas cabezas de ganado e impracticable cuando se cuenta con ganado a libre pastoreo o con numerosas cabezas de ganado ⁽³⁵⁶⁾ y pueden quedar atrapadas especies no objeto de control de importancia para el ecosistema.

Estos métodos solo alivian el problema local y favorecen la migración de las poblaciones de *D. rotundus* a otros sitios donde puedan conseguir alimento fácilmente.

La destrucción de las cuevas con dinamita y fuego así como la aplicación de gases tóxicos como el toxafeno (prohibido actualmente por la COFEPRIS) en su interior, son cuestionables, ya que los sitios en los que habita el *D. rotundus* se encuentran en lugares de difícil acceso, siendo muy poco probable que se localicen todos los nichos ocupados, lo que disminuye su efectividad y además la coexistencia en la misma cueva de otro tipo de murciélagos benéficos y otros animales hace que este tipo de técnicas no sean ecológicamente aceptables ⁽³⁵⁶⁾. El Dr. Bernardo Villa reportó que con la aplicación de estas técnicas en Brazil solo el 40% de los murciélagos muertos eran vampiros.

Se han empleado armas de fuego para el control de este quiróptero siendo poco práctico y peligroso debido a que se tienen que encontrar los refugios, entrar a ellos y dispararles.

La captura con redes de nylon colocadas alrededor de los corrales y en las entradas de las cuevas es una buena alternativa para el control de estos animales, tiene como factores limitantes las horas hombre empleadas en su colocación, el manejo de los

vampiros y se debe tener personal entrenado en la identificación correcta de estos vampiros para no dañar al ecosistema con tratamientos erróneos a especies no blanco⁽³⁴²⁾.

Otros métodos en desarrollo son los equipos de ultrasonido para repeler murciélagos y sustancias odoríferas repelentes a base de compuestos naturales, como Murciela-GO[®] cuya función es irritar el conducto de Stenson causando la pérdida momentánea e inmediata del olfato, lo que causará desorientación y huida del sitio (comunicación personal Juan Yúdico /Eco Suministros S.A. de C.V. noviembre 10 2013). Este producto no causa mortalidad de murciélagos ni de otras especies. (figuras 156 y 157). Se deben seleccionar en función del área a tratar y evaluar la relación costo tratamiento. Las empresas Mexicanas AM ROMA y CIA, S.A. de C.V. y Sistemas Ecológicos para el control de Plagas, S.A. de C.V. son pioneras en este mercado en México y proporcionan asesoría técnica.

La primera estrategia de control de murciélagos en instalaciones es la exclusión, debiendo realizarse el sellado posterior de los sitios de ingreso a las mismas, ya sea con malla metálica o lámina⁽⁶⁴⁾; sin embargo, este tipo de medidas no son aplicables a grandes extensiones y refugios naturales porque se alteraría el hábitat de otras especies de murciélagos benéficos que conviven en el área geográfica.

La naftalina o naftaleno ha sido utilizada como un método repelente pero en refugios pequeños en instalaciones a dosis autorizadas por la USEPA en los Estados Unidos de América de 2.3 kg/ 60 m³, pero muy difícil de aplicación en cuevas^(64,367).



Figura 156. Repelente para murciélagos Murciela-GO® (Cortesía de Juan Yúdico/ Eco Suministros, S.A. de C.V.)

INGREDIENTES ACTIVOS:	% PESO
OLEUM MENTHAO PIPERITA	10.00
CARMINATIVA	10.00
INGREDIENTES INERTES Y DILUYENTES	80.00
TOTAL	100%

BENEFICIOS:

- * APLICACION RAPIDA Y EFECTIVA, MEDIANTE NEBULIZACION Y/O ROCIADO.
- * PUEDE SER USADO EN INTERIOR Y EXTERIOR.
- * ELIMINA TAMBIEN LOS OLORES MOLESTOS QUE CAUSAN SUS HECES Y ORINES.
- * ELIMINARA LOS CHIRRIDOS Y ARANAZOS QUE SE ESCUCHEN EN LOS LUGARES INTERIORES DE LAS CASAS, HABITACIONES, DUCTOS, ETC.
- * SE ELIMINARA PLAGA PORTADORA DE LA RABIA Y LA HISTOPLASMOSIS (MICOSIS SISTEMATICA CARACTERIZADA POR LESIONES QUE AFECTAN A CARNIVOROS, EQUINOS Y HUMANOS).
- * NO TIENEN NINGUN EFECTO NEGATIVO SOBRE LOS INSECTOS BENEFICOS.

PARA UNA MAYOR EFECTIVIDAD DE MUERCIELA - GO EVITE LA ENTRADA DE LOS MUERCIELAGOS EN LOS ATICOS, CHIMENEAS, DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO U OTROS ESPACIOS CON EL FIN DE ANIDARSE YA QUE SU HABITAD, SON LOS LUGARES QUIETOS Y OSCUROS. SELLE TODAS LAS ENTRADAS Y HUECOS POSIBLES EJEMPLO: TECHOS DE DOS AGUAS.

NO APLICAR MUERCIELA - GO EN MUEBLES, SUPERFICIES RECIENTE PINTADAS O TERMINADAS FINOS SIN REALIZAR PRUEBAS PREVIAMENTE.

MURCIELA - GO ES UN REPELENTE LIQUIDO TOTALMENTE BIODEGRADABLE, SEGURO Y EFICAZ CONTRA LOS MURCIELAGOS DISEÑADO CON INGREDIENTES 100% NATURALES, NO TOXICOS.

MURCIELA - GO CONTIENE 220 GRAMOS DE INGREDIENTE ACTIVO POR LITRO.

ES UN REPELENTE EFECTIVO PARA MURCIELAGOS, CONCENTRADO, DISEÑADO Y FABRICADO PARA EL CONTROL DE LOS MUERCIELAGOS.

GUARDESE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS PROVEE 100% DE PROTECCION INMEDIATA, NO CONTIENE SOLVENTES PERJUDICIALES PARA LA SALUD DE LOS MURCIELAGOS, LOS HUMANOS, MASCOTAS, ETC. YA QUE UNICAMENTE LOS ALEJA DE SUS NIDOS.

Ecosuministros

Distribuido Por:
Eco suministros S.A. de C.V.

Leandro Valle 201 A Col.
Centro
Celaya, Gto. C.P. 38000

Tels.
(461) 613 9816 Bajío
(33) 363 09408 Norte
(999) 308 2816 Occidente

NO TOXICO

Figura 157. Repelente para murciélagos a base de repelentes naturales. (Cortesía de Juan Yúdico/ Eco Suministros, S.A. de C.V.)

Métodos de control químicos.

Se han desarrollado básicamente tres métodos de control empleando sustancias químicas y todos ellos están basados en el comportamiento del vampiro.

La aplicación de pomadas de estricnina sobre las heridas del ganado se desarrollo en Trinidad en 1936, siendo un producto sumamente toxico para el vampiro, el ganado y los operadores y potencial intoxicación a otras formas de vida silvestre no objeto de control. La estricnina o arsénico, utilizados a dosis de 45 a 60 mg/ ml en mezcla con miel o vaselina eran tan tóxicas para los murciélagos como para el personal operativo. A dosis de 5 a 10 mg el riesgo de toxicidad con signos convulsivos en humanos y a 20 mg, letal. También estos cebos constituían un riesgo de consumos accidental por el ganado ⁽³⁵⁶⁾.

Posteriormente se substituyeron estos activos por anticoagulantes de primera generación como clorfacinona, difacinona y la warfarina o como principio activo a estas pomadas o como polvos de contacto ^(64, 356, 368).

El uso de las pomadas tóxicas tuvo como fundamento el comportamiento de los murciélagos hematófagos: establecimiento colonia en un territorio con nicho compacto, acicalamiento individual y de congéneres, el retorno a alimentarse al día siguiente animales del mismo hato mordidos con anterioridad. Los murciélagos ungidos con la pomada pueden contaminar a por lo menos 20 congéneres mas por el contacto intimo entre ellos y el acicalamiento, produciéndoles la muerte en una semana como promedio ^(347,356).

El exitoso control de poblaciones de murciélago hematófago a niveles superiores del 95% con pomada a base de clorfacinona fue referido por Linhart y Flores Crespo ⁽³⁶⁹⁾.

La dosis letal oral aguda (DL50) para los anticoagulantes que refiere la literatura, utilizados en el control del murciélago hematófago, expresada en mg de ingrediente activo por kg de peso corporal se refieren en el cuadro 50.

Ingrediente activo	DL50: mg/ kg
Clorfacinona	3.06
Difenadiona	0.91
Warfarina	0.91

Cuadro 50. DL50 oral aguda de tres anticoagulantes utilizados en el control del murciélago hematófago ⁽³⁵⁶⁾.

Se han descrito tres métodos de aplicación de anticoagulantes para el control de murciélagos hematófagos:

1.- Aplicación tópica: técnica descrita en 1972, consistente en la captura con redes de nylon japonesas ATX alrededor de los corrales del ganado de algunos murciélagos para ungirlos con la pomada tóxica. Inicialmente fue denominada Vampirip I a base de clorfacinona, posteriormente por razones económicas se substituyó por difenadiona llamando se difenadion tópico. Finalmente se formuló Vampirip II a base de warfarina ⁽³⁵⁶⁾ (figuras 158 y 159).

2.-Aplicación de pomadas en los nichos ha dado buenos resultados hasta un 90% de control cuando los refugios son accesibles, teniendo el inconveniente de la difícil localización de los refugios. El inconveniente cuando hay varias especies involucradas, es el disturbio que se ocasiona y la ocasional migración de los murciélagos, dispersando el problema ⁽³⁵⁶⁾.

3.- Aplicación en las heridas del ganado atacado por los murciélagos:

Vampirip II a base de warfarina, a dosis de 1 ml de producto sobre el área de la herida en el animal por tres días consecutivos. La desventaja es la manipulación de los animales heridos en sistemas de producción de tipo extensivo y máxime cuando no se cuentan con las facilidades en los ranchos como corrales dividivos y mangas, cuando los animales no son mansos, el personal no es suficiente o no está capacitado (figuras 158 y 159).

4.- Administración sistémica al ganado: inicialmente Thompson y sus colaboradores desarrollaron la técnica con difenadiona por vía intraruminal mientras que en México se desarrolló la técnica con Vampirinip III a base de warfarina por vía intramuscular. La desventaja es que el hato debería tratarse en un día y dadas las extensiones de los ranchos y la cantidad de cabezas de ganado se requiere de gran coordinación y personal entrenado ⁽³⁵⁶⁾. La concentración de estos compuestos desciende en 3 a 4 días por lo que implica volver a aplicar y el incremento de costos operativos, también se debe considerar el manejo cuarentenario antes de enviar los animales al rastro (figuras 160 y 161).

5.- Administración intramuscular conjunta de la vacuna antirrábica y warfarina a dosis de 5 mg / kg de peso vivo a bovinos, sin que interfieran los componentes con ambas respuestas ⁽³⁶⁸⁾

Es importante considerar el estado regulatorio de los anticoagulantes en México y países a los cuales se exporta carne de bovino, como Estados Unidos.

Lipha Tech, Inc., el fabricante de la marca Rozol, polvo de rastreo a base de clorfacinona, canceló desde diciembre 16 de 1991 voluntariamente su registro para el Control de los Murciélagos, por lo cual la USEPA no tiene autorizado un anticoagulante para control de murciélagos ⁽³⁶⁷⁾.

En México la COFEPRIS en el portal de internet para el registro de plaguicidas en línea, preserva la autorización para el producto VAMPIRINIP PLUS a base de warfarina, el fabricante es la Productora Nacional de Biológicos Nacionales y la autorización sanitaria es RSCO-PEC-RODE-0505-304-358-0.400 con vigencia indeterminada y categoría toxicológica IV ⁽⁸⁵⁾; lo cual presume que este fabricante no ha cumplido aún con los procesos establecidos en el Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos, publicado el 28 de diciembre del 2004 en el DOF ni con el Artículo 376 de la LGS ^(53,88) y la etiqueta comercial estaría en contradicción normativa con la nueva norma de

etiquetado que regula los plaguicidas dado que su registro no coincide con los lineamientos de las categorías toxicológicas vigentes.

La COFEPRIS, en concordancia con el tratado NAFTA, ha modificado la regulación de los anticoagulantes tomando como referencia el acta “Final Risk Mitigation Decision for Ten Rodenticides “ emitida por la US Environmental Protection Agency en octubre del 2011 ⁽³⁷⁰⁾ que prevé el uso racional de los anticoagulantes para evitar no solo riesgos a la población humana, también a las especies no objeto de control. Es por ello que la actual norma de etiquetado de plaguicidas condiciona a los fabricantes a colocar leyendas alusivas al riesgo que implican éstos a medio ambiente y no autorizará productos que no cumplan con los lineamientos actuales ⁽⁸⁸⁾.

Algunos estudios sobre la farmacocinética de warfarina en bovinos indica que la excreción fundamentalmente es a través de la orina y secundariamente en las heces. La concentración de Warfarina en leche, nunca fue mayor de 1 ppm (parte por millón). La presencia de muy reducidas cantidades de residuos de warfarina en órganos y tejidos de los bovinos a los 5 y 16 días posteriores demuestran que no existe ningún problema para humanos o animales al consumir leche o carne de los bovinos tratados ^(356, 371).

La NOM-067-ZOO-2007, “Campaña nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas”, indica lo siguiente en relación a los vampiricidas:

11. Productos vampiricidas

11.1. Los productos vampiricidas que se utilicen en la Campaña deben ser los elaborados con sustancias anticoagulantes. Sus vehículos, dosificación, así como el mismo vampiricida deben contar con el registro oficial de la Secretaría. Su aplicación se realizará conforme a la vía de administración y dosis indicada por el laboratorio fabricante.

11.2. Para el control de poblaciones de murciélagos hematófagos, no deben utilizarse productos vampiricidas o sustancias que no cuenten con el registro oficial de la Secretaría ⁽³⁷²⁾.



Figura 158. Ungüento vampiricida (PAIPEME, A.C.) para control del murciélago hematófago ⁽³⁷¹⁾.



Figura 159. Ungüento vampiricida aplicación tópica en murciélago y heridas en bovino ⁽³⁷³⁾.



Figura 160. Warfarina inyectable (PAIPEME, A.C.) para control del murciélago hematófago ⁽³⁷¹⁾.



Figura 161. Aplicación intramuscular de warfarina para control del murciélago hematófago ⁽³⁷¹⁾.

Es importante considerar que los murciélagos intoxicados por anticoagulantes, mueren camino a sus refugios o dentro de ellos y que al estar moribundos son presa de otros carnívoros o carroñeros, propiciando intoxicación primaria o secundaria a fauna silvestre no objeto de control o incluso, si estos depredadores situacionales no alcanzan la DL 50% oral del anticoagulante, tendrían la posibilidad de ingerir tejidos infectados con el virus rábico procedentes de murciélagos agónicos o muertos que de manera natural no tendrían acceso ⁽³⁶⁹⁾.

El uso de quimioesterilizantes a nivel experimental presenta resultados muy interesantes en cuanto a la intervención del ciclo reproductivo del *D. rotundus*. Las investigaciones del Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis basadas en la experiencia preliminar del Dr. Alvaro Aguilar Setién con dosis de 3 mg de coumestrol por vampiro vía oral, son una propuesta de control específico sin alterar otras poblaciones benéficas y que puestas en práctica, modificarían progresivamente la dinámica poblacional de este reservorio, coadyuvando al control de la RPB ^(208,374).

Es importante contar con alternativas viables para el control del murciélago hematófago, considerando que tan solo para el 2013 el presupuesto para la Campaña

para la prevención y Control de la Rabia y Especies Ganaderas fue de 3.16 millones de dólares ⁽³⁷⁵⁾ (figura 162).

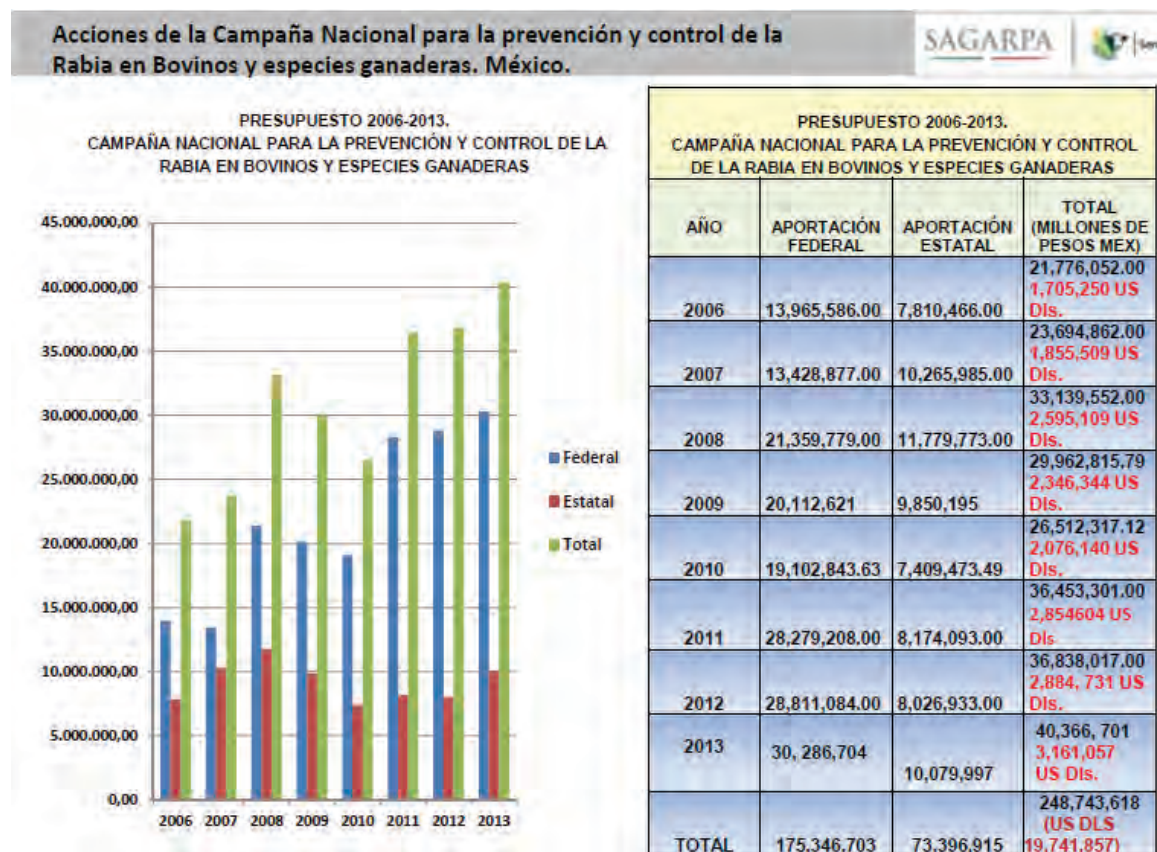


Figura 162. Presupuesto 2013 para la Campaña para la prevención y Control de la Rabia y Especies Ganaderas (SAGARPA) ⁽³⁷⁵⁾.

Las acciones y estrategias de la Campaña para la Prevención y control de la Rabia Bovina son:

- Difusión y Promoción de la Campaña.
- Capacitación.
- Vacunación de poblaciones animales susceptibles.
- **Control de poblaciones de murciélagos hematófagos.**

- Diagnóstico de laboratorio.
- Vigilancia epidemiológica en la zona endémica y regiones donde se reportan casos de rabia transmitida por murciélagos vampiros.
- Integración de Comités interinstitucionales ⁽³⁷⁵⁾.

La vacunación antirrábica para la prevención de la RPB es una de las medidas más importantes en la prevención. Los precios por dosis y los costos anuales de inmunización en bovinos se sintetizan en la figura 163. Los datos fueron obtenidos por encuesta telefónica realizada por la autora con cada fabricante en 2012.

LABORATORIO	BIOLOGICO	REGISTRO SAGARPA	TIPO DE VIRUS	CEPA	TITULO	PRESENTACION	PRECIO PUBLICO	PRECIO PUBLICO DOSIS	COSTO ANUAL BOVINO	
									Adultos	Crías
ADLER LATINOAMERICA	01 ADVAC DERRIENGUE	B-7097-015	Virus activo modificado cultivo de tejido	V-319 Acatlán	1 X 10 ^{2.5} DLR50 /mL	15 dosis	\$ 193.00	\$ 12.87	\$ 12.87	\$ 25.73
						11 dosis	\$ 162.00	\$ 14.73	\$ 14.73	\$ 29.45
BAYER	BAYOVAC DERRIENGUE	B-0615-051	Virus activo modificado alto pasaje :157 pases embrión de pollo y PK2A	SAD	nd	10 dosis	\$ 150.00	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 30.00
BIO-ZOO	VACUNA CONTRA DERRIENGUE	B-0104-092	Virus activo modificado	SAD	nd	15 dosis	\$ 195.00	\$ 13.00	\$ 13.00	\$ 26.00
						11 dosis	\$ 158.00	\$ 14.36	\$ 14.36	\$ 28.73
BOEHRINGER	CEPA ROXANE	B-0171-045	Virus activo modificado	ROXANE	nd	10 dosis	\$ 151.00	\$ 15.10	\$ 15.10	\$ 30.20
CHINOIN	CEBU-RAB	B-0695-029	Virus activo modificado	V-319 Acatlán	nd	10 dosis	\$ 154.50	\$ 15.45	\$ 15.45	\$ 30.90
LABORATORIOS SANFER	DERRISAN	B-0286-003	Virus activo modificado alto pasaje:85 pases PK	CEPA ERA	1 X 10 ^{2.5} DLR50 /0.03 ml	10 dosis	\$ 167.00	\$ 16.70	\$ 16.70	\$ 33.40
LABORATORIOS TORNEL	DERRIEFINE	B-1069-001	Virus activo modificado	V-319 Acatlán	nd	11 dosis	\$ 148.00	\$ 13.45	\$ 13.45	\$ 26.91
MERIAL	ALURABIFFA	Q-3596-017	Virus inactivado Cultivo de tejidos NIL-3	CEPA PASTEUR PV II PM	nd	10 dosis	\$ 159.00	\$ 15.90	\$ 15.90	\$ 31.80
NORVET	DERIGAN NRV	B- 7827-012	Virus inactivado	CEPA PASTEUR PV	nd	11 dosis	\$ 120.00	\$ 10.91	\$ 10.91	\$ 21.82
PRONAVIVE	MAQUILA DE BIOLOGICOS		Virus inactivado	CEPA PASTEUR PV	nd					
			Virus activo modificado	V-319 Acatlán	nd	nd				
VIRBAC DE MEXICO	RABIGEN-GE	B-0042-026	Virus inactivado	Cepa Pasteur VP 12	2 U.I.	1 dosis	\$ 32.50	\$ 32.50	\$ 32.50	\$ 65.00

Figura 163. Precios de vacunas para el control de RPB en México y costos de la inmunización anual en bovinos (2012).

Tema III Cánidos (Canidae) domésticos en situación de abandono.

Los perros han acompañado la evolución del hombre existiendo evidencia de ello en fósiles y pinturas rupestres. Algunos autores citan la asociación para la cacería desde el periodo Pleistoceno, hace 50,000 años en Europa con base en las pinturas rupestres y con base a fósiles hace 40 a 50,000 años en Australia. Para el caso del continente Americano hay evidencias mas recientes que datan de hace casi 10,000 años ^(376, 377).

El American Kennel Club registra 239 razas ⁽³⁷⁸⁾, sin embargo existe gran variedad genética debido al cruzamiento entre las diferentes razas e incluso la hibridización con otros cánidos.

El origen filogenético del perro doméstico continúa en investigación, actualmente no bastan las evidencias morfológicas para su clasificación. Si bien, en la actualidad, casi todos los investigadores aceptan que el perro habría derivado de la domesticación de *Canis lupus* (lobo gris) el estudio con base realizado por Vilá y sus colaboradores (1997) se analizó y comparó el ADN mitocondrial de distintas poblaciones de perros (N = 67) y de lobos (N = 162) procedentes de Europa, Asia y América del Norte. A través de este trabajo se confirmó la estrecha afinidad genética que existe entre los perros y los lobos grises (euroasiáticos), siendo tan sólo del 2 % la diferencia estimada entre ambas especies. Asimismo, el análisis filogenético efectuado a partir de las secuencias de ADN mitocondrial permitió reconocer cuatro grupos o clados (I a IV), hecho que indicaría que los lobos fueron domesticados en distintas regiones y/o momentos. Es muy probable que luego de su domesticación se hayan producido diversos episodios de cruzamiento o procesos de hibridización entre perros y lobos ⁽³⁷⁷⁾

Algunas fuentes citan como perro doméstico *Canis familiaris* mientras que otras específicamente *Canis lupus familiaris*, por tratarse una subespecie del lobo, existiendo otras subespecies como *Canis lupus dingo*, *C. lupus chanco*, *C. lupus arabs*. El cuadro 51 contiene la jerarquía taxonómica para estas subespecies citadas relacionadas con perros domésticos ^(250, 377).

Reino	Animal
Subreino	Bilateria
Infrareino	Deuterostomia
División (Phylum)	Chordata
Subdivisión (Subplyhlum)	Vertebrata
Infradivisión (Infraphylum)	Gnathostomata
Superclase	Tetrapoda
Clase	Mammalia
Subclase	Theria
Infraclase	Eutheria
Orden	Carnivora
Suborden	Caniformia
Familia	Canidae
Género	<i>Canis</i>
Especie	<i>Canis lupus</i> Linnaeus -lobos
Subespecies	<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758 – perro doméstico <i>Canis lupus dingo</i> Meyer, 1793 – perros Dingo de Australia <i>Canis lupus arabs</i> Pocock, 1934 <i>Canis lupus chanco</i> Gray 1863: Lhasa apso, Pekines y Shit Tzu

Cuadro 51. Jerarquía taxonómica del perro doméstico ⁽²⁵⁰⁾.

Para otros autores, *Canis lupus lycaon* daría origen a *Canis familiaris palustris*, del cual derivarían razas como: Akita-Inu, Alaskan malamute, Chow-chow, Pomerania, Samoyedo y Siberian Husky y a partir de *Canis lupus arabs* derivan cuatro tipos primitivos de perros ^(376, 379):

- *Canis familiaris metris-optimae*: Pastor Alemán, Viejo Pastor Inglés, Rough collie y Shetland sheepdog .
- *Canis familiaris leineri*: Afgano
- *Canis familiaris intermedius*: Basset hound, Beagle, Dálmata, Golden retriever, Irish red setter, Labrador retriever, Pointer.

- *Canis familiaris inostranzewi*: Great Danés, Newfoundland, Rottweiler y San Bernardo ⁽³⁷⁹⁾.

Las evidencias antropológicas y paleontológicas indican una asociación comensal estrecha y benéfica durante la evolución de la humanidad dadas las diversas funciones zootécnicas de las diferentes razas caninas, incluyendo a los mestizajes entre estas...desde los perros de compañía, de trabajo, pastoreo, de guardia y protección...hasta funciones muy específicas como los perros de rescate utilizados en desastres como el terremoto de 1985 en la Ciudad de México y los perros guía para ciegos, los que coadyuvan en la rehabilitación de parálisis cerebral en niños y delincuentes en prisiones ⁽³⁷⁵⁾.

¿En qué momento los perros, amigos del humano pasaron de ser asociación evolutiva a fauna nociva?

La Iglesia Católica contribuyó históricamente a esta disociación: a la caída del Imperio Romano en Occidente en 476 y en Oriente en 1453, el perro fue despreciado y satanizado, se les asoció con los perros del diablo y presuntamente con la Tribu de cinocéfalos, personas con cabeza de perro, que supuestamente existieron en el norte de África, referido por Herodoto y que eran adoradores de Hécate, diosa asociada con la magia. Otra referencia es el Consejo de Macon, celebrado en 585 en Francia, prohibiéndosele a los sacerdotes tener perros dado que eran ruidosos, lascivos y sus mordidas eran venenosas...este desprecio por el perro permeó hacia los feligreses, los perros quedaron condenados a vagar, comer basura y cadáveres; sin embargo la cacería como actividad de nobles acaudalados revirtió el proceso, convirtiendo la crianza de perros para la cacería en un negocio lucrativo incluso para la iglesia, como el caso de los monjes de San Huberto ⁽³⁷⁵⁾.

Para el caso de México, las culturas precolombinas tenían una fuerte asociación zootécnica e incluso religiosa con el perro Xoloitzcuntli ⁽³⁷⁵⁾, aunque nada afortunada para los perros, ya que históricamente las evidencias y relatos indican actos de suma crueldad hacia ellos y sacrificios religiosos.

Los perros son sumamente prolíficos y poseen características reproductivas muy particulares. Tienen la capacidad de reproducirse todo el año, con ciertas tendencias hacia finales de primavera e inicio del verano ⁽³⁸⁰⁾. En 6 años una perra y sus crías, tienen la capacidad, a través de su descendencia, de producir 67,000 nuevos cachorros^(207,381), pero la dinámica poblacional limita esta cifra, difícilmente una perra y sus crías viven los 6 años en condición de calle.

La población canina puede, potencialmente, crecer en 10 años un 85% comparado con el 23.5% de crecimiento en la población humana ⁽³⁸¹⁾.

La sociedad en países en subdesarrollo ha contribuido a exacerbar esta situación debido a que no hay una reproducción controlada de las mascotas y adicionalmente abandonan a los perros en el campo y vía pública de ciudades. Criaderos con registro y mayormente clandestinos que al encontrar un lucro interesante comercializan sin escrúpulos cachorros como si fuesen objetos o juguetes (comunicación personal: Lic. Josefina González Polo V. / Vicepresidenta Fundación Haghenbeck y de la Lama I.A.P. y presidenta de Reserva para a Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Domestica y Del Medio Ambiente, A.C. y redes sociales Facebook de diversos protectores de animales). Algunos de estos criaderos y comercializadoras han sido sancionadas y clausuradas por las autoridades como el caso de algunos criaderos de perros clandestinos bajo condiciones insalubres y algunas tiendas “+Kota” (Mascota) por cuestiones imputables a fallas en el Bienestar animal, tan solo en 2013 fueron clausuradas tiendas “+Kota”: 7 en la Delegación Tlapan del Distrito Federal y 3 en Jalisco (figura 164) y otros operativos de la Brigada de Protección Animal del Distrito Federal ⁽³⁸²⁾ (Figuras 165 y 166)

Las razones por las cuales fracaza la relación hombre-perro son diversas originando el abandono y/o extravío de perros ⁽³⁸³⁾:

- Tamaño de la propiedad: espacio
- Edad del perro: dificultad de entrenamiento de cachorros
- Conducta agresiva
- Extravío

- Necesidades de aseo: mientras mas grande es la raza la cantidad de heces es mayor
- Ladrado excesivo
- Costo de la alimentación

En países como México, la cultura sobre la tenencia de las mascotas es muy baja aunado a un pobre conocimiento sobre la etología de los perros, lo que deriva en este fracaso de la relación hombre-perro ⁽³⁸³⁾, pese los esfuerzos individuales de las diferentes asociaciones de protección animal y los muy politizados y atomizados avances regulatorios estatales y federales.

La problemática relativa a los perros como fauna nociva al encontrarse en condición de abandono o también llamada “situación de calle”, denominándolos despectivamente perros callejeros, radica en que se relacionan potencialmente con 65 enfermedades zoonóticas como la Rabia en su ciclo terrestre, Leptospirosis, Anquilostomiasis, larva migrans, Eriquiasis, Brucelosis, Cestodiasis, Salmonelosis, entre otras ⁽³⁸¹⁾ y las lesiones derivadas por agresión ^(207,383). En lo que compete a la salud animal también se asocian a la transmisión de enfermedades a los hatos, un ejemplo relevante: Rabia, en su ciclo terrestre.

Las enfermedades zoonóticas son un complejo, son la resultante de un proceso en el que convergen diversos factores, relacionados con las variables epidemiológicas, espacio y población, desde el punto de vista económico, social y cultural ⁽³⁸⁴⁾.

En relación a la importancia sanitaria, el control de los perros en situación de abandono desde el punto de vista de regulación considera diferentes opciones y criterios, que no necesariamente coinciden con todos los sectores de la población, pues si bien los diferentes actores coinciden en la necesidad de frenar la sobrepoblación canina y sus consecuencias sanitarias, el como se implementa es cuestionable éticamente.

Tan solo en Mérida, Yucatán se sacrifican 2,000 perros al año ⁽³⁸¹⁾, mientras que diariamente son sacrificados en promedio 15,000 perros al mes tan solo en el área metropolitana del Valle de México en condiciones de suma crueldad desde el momento de la violenta captura en las calles (figuras 167 y 168) hasta su sacrificio con

descargas eléctricas ⁽³⁸⁵⁾, bajo pobre supervisión por parte de las asociaciones protectoras, porque simplemente no se les permiten supervisar.

67 asociaciones protectoras en el país pugnan por el cierre de los antirrábicos en donde se realiza esta matanza indiscriminada de perros y gatos ⁽³⁸⁵⁾, que si bien pudiese haber un sustento regulatorio con base a la protección de la Salud Pública, el como se realiza el sacrificio, constituye una violación a regulaciones internacionales en materia de Bienestar Animal.

Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal que entró en vigor el 1° de febrero del 2013 es categórica en relación al sacrificio de los animales, pero aún existen enormes áreas de oportunidad para las autoridades competentes en la entidad para la vigilancia y aplicación de la ley, sobre todo sancionar los actos de crueldad y el abandono de las mascotas:

Artículo 50.- El sacrificio de animales deberá ser humanitario conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas y, en su caso, las normas ambientales.

En los casos de perros y gatos, previo a efectuar el sacrificio, deberá suministrarse tranquilizantes a los animales, a efecto de aminorar el sufrimiento, angustia o estrés ⁽³⁸⁵⁾.

Artículo 51.- El sacrificio humanitario de un animal no destinado al consumo humano sólo podrá realizarse en razón del sufrimiento que le cause un accidente, enfermedad, incapacidad física o trastornos seniles que comprometan su bienestar animal, con excepción de los animales sacrificados con fines de investigación científica, así como de aquellos animales que se constituyan en amenaza para la salud, la economía, o los que por exceso de su especie signifiquen un peligro grave para la sociedad ⁽³⁸⁶⁾.

Artículo 54.- Nadie puede sacrificar a un animal por envenenamiento, asfixia, estrangulamiento, golpes, ácidos corrosivos, estricnina, warfarina, cianuro, arsénico u otras sustancias o procedimientos que causen dolor innecesario o prolonguen la agonía, ni sacrificarlos con tubos, palos, varas con puntas de acero, látigos, instrumentos punzocortantes u objetos que produzcan traumatismos, con excepción de

los programas de salud pública que utilizan sustancias para controlar plagas y evitar la transmisión de enfermedades. En todo caso se estará a lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas que se refieren al sacrificio humanitario de animales ⁽³⁸⁶⁾.

La COFEPRIS no ha autorizado ningún producto plaguicida comercial para el control químico de los perros o gatos, es decir que no existe una formulación intoxicante autorizada para perros o gatos en su base de datos. Para el caso de la legislación en el Distrito Federal además implica, de acuerdo al Artículo 54, un delito el envenenar perros y gatos por particulares.

Las diferentes asociaciones protectoras se encuentran en una situación crítica para poder realizar las funciones que les competen dentro de sus estatutos, ya que subsisten a base de donativos de particulares y empresas. Algunas se encuentran debidamente constituídas ante notario público, registradas ante el Sistema de Administración Tributaria (SAT) bajo el concepto de “donatarias autorizadas” para recibir donativos y pueden expedir recibo deducible de impuestos por las donaciones y otras son solo particulares en el concepto de agremiadas que no están aún registradas ante el SAT, pero que cumplen también la función social contribuyendo a disminuir la población de animales en situación de abandono, realizando campañas de vacunación y de esterilización. Los recursos siempre son limitados, al no ser asociaciones lucrativas no son sostenibles, pero si fuesen lucrativas no tendrían la opción de deducibilidad para sus donantes por parte del SAT (comunicación personal: Lic. Josefina González Polo V. / Vicepresidenta Fundación Haghenbeck y de la Lama I.A.P. y presidenta de Reserva para a Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Domestica y Del Medio Ambiente, A.C.).

En la página de Internet de la Fundación Haghenbeck y de la Lama I.A.P. ⁽³⁸⁷⁾ se sintetiza el marco normativo para su operación como asociación protectora en México, un salto cuántico considerando los antecedentes de hace unas décadas, cuando personajes relevantes como Don Antonio Haghenbeck y de la Lama (q.e.p.d.), la cantante de ópera Luz Nardi (q.e.p.d.) y otras personas, incluso del medio artístico y periodístico y otras, tan del pueblo como la autora, que con férreas voluntades hacemos desde nuestras trincheras, con una profunda consciencia sanitaria y en pro

de la vida, acciones encaminadas a promover la cultura de la protección animal, la conscientización sobre la esterilización de perros y gatos, la vacunación antirrábica y desparasitación, el litigio contra los actos de crueldad hacia los animales y la promoción de adopciones.

Las autoridades sanitarias estatales y federales también están involucradas, dada su competencia, en materia de control de las poblaciones de perros y gatos y la vacunación antirrábica. Durante los últimos años se ha incrementado tanto al esterilización de perros y gatos como la vacunación antirrábica.

La Secretaría de Salud reporta a nivel Federal los siguientes avances sobre la rabia (CENAVE 2008) (figuras 169 y 170):

- 1) La presentación de casos de rabia humana fue eliminada hace 3 años, no se reportan casos desde 2006 y la presentación de casos de rabia canina aún persiste focalizada en Chiapas, Hidalgo, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Yucatán.
- 2) El porcentaje de tratamientos antirrábicos iniciados tiene valores que van de 39.9% en 1990 a 25.79% en el 2008.
- 3) La rabia canina se ha reducido a cifras históricas mediante campañas masivas de vacunación antirrábica para perros y gatos con un acumulado de 245,524,284 dosis en el periodo 1990 a 2008, acumulando en promedio por año 12,922,330 dosis aplicadas.
- 4) La variante más frecuente del virus rábico encontrado en 1630 muestras de diversos mamíferos para el 2008 es la V-11 murciélago-vampiro: 943 muestras (figura 153).
- 5) Se ha incrementado la esterilización y sacrificio de perros y gatos, sumando para este periodo 965,698 esterilizaciones y el sacrificio de 5,136,000 perros y gatos ⁽²⁶⁴⁾.

A nivel Distrito Federal, si bien cada delegación puede dentro de su competencia promover las campañas de esterilización, se destaca la Delegación Miguel Hidalgo por su iniciativa y operación sobre el “seguro para mascotas” con un costo anual de 200

pesos incluye la esterilización del animal (figura 170), vacunación, atención médica y chip de identificación aunado a una campaña permanente de esterilización en la demarcación.

Nuevas tecnologías enfocadas al control de poblaciones de perros y gatos, amigables con el medio ambiente y aceptables social y sanitariamente, son interesantes a explorar.

Estudios realizados por el Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis y el Dr. José Alvaro Aguilar Setién con coumestrol en perros, revelan alternativas viables para la esterilización permanente sin intervención quirúrgica de perros y modificación de la conducta reproductiva ⁽²⁰⁷⁾, lo cual implica de manera directa una posibilidad de reducción de costos para una campaña de esterilización masiva al no tener que involucrar insumos quirúrgicos y además de evitar los riesgos posquirúrgicos que se presentan en algunas campañas de bajo perfil.

El coumestrol es un fitoestrógeno que induce alteraciones en el aparato reproductor de los machos al unirse a los receptores estrogénicos alfa y beta, en donde actúa de manera dosis-dependiente como agonista o antagonista. Estos receptores también existen en las estructuras del sistema nervioso que regulan el comportamiento sexual, como la región preóptica, núcleo ventromedial, la amígdala y el bulbo olfatorio. En el estudio fue administrada la dosis de 300 µg/kg por vía oral a perros machos y a las 4 semanas postratamiento se observaron alteraciones en la conducta de exploración olfatoria de las secreciones vaginales de perras en estro y efectos oligopérmico y teratospérmico ⁽²⁰⁷⁾.

Si bien lo anterior es muy alentador para el Manejo Integrado de cánidos, aún hay enormes áreas de oportunidad en la investigación sobre la dinámica poblacional de los cánidos y la evaluación en campo de este tipo de alternativas. Un gran reto para todos los actores involucrados: investigadores, instituciones, autoridades, asociaciones protectoras y la sociedad misma. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) implica la integración de diversos métodos, mayormente preventivos, antes de llegar a la

eliminación física o química de la plaga, en este caso los perros merecen la misma consideración y criterio integral que se utiliza en el MIP de otros organismos.

El control de las poblaciones de perros en situación de abandono además de tener un impacto directo en la Salud Pública, tiene un efecto socio-cultural, ya que la crueldad hacia los animales refleja un status anómalo del tejido social, si una persona es capaz de maltratar a un animal potencialmente esta conducta violenta y criminal puede impactar a la sociedad, incluso llegando al homicidio.

No todas las personas que maltratan animales son violentas con las personas pero sí que aquellas que cometen delitos violentos contra las personas suelen tener en su historial antecedentes de maltrato animal, especialmente aquellas con ciertos rasgos antisociales de la personalidad como falta de empatía o altos niveles de psicopatía. Esta relación entre violencia a animales y persona ha sido estudiada durante años por el FBI, encontrando que numerosos asesinos en serie fueron primero violentos y crueles con animales ⁽³⁸⁹⁾.

En contaparte, el comportamiento consciente de una sociedad sobre las mascotas y actos humanitarios (figura 171) denotan una evolución social, cabe citar lo siguiente:

“El modo de valorar el grado de educación de un pueblo y de un hombre es la forma como tratan los animales” (Thomas Edison).

“La protección de los animales forman parte esencial de la moral y de la cultura de los pueblos civilizados” (Benito Juárez) ⁽³⁸⁷⁾.



Figura 164. Criaderos y tiendas +Kota: hacinamiento y estrés de perros ⁽³⁸²⁾.



Figura 165. Criadero clandestino. Operativo de la Brigada de Protección Animal para impedir la comerciaización abajo del puente Perisur en el Distrito Federal ⁽³⁸⁸⁾.



Figura 166. Brigada de Protección Animal del Distrito Federal ⁽³⁸⁸⁾.



Figura 167. Camioneta del antirábico con perros capturados (Delegación Xochimilco). (Fotografía de la autora).



Figura 168. Captura de perros con trampero (Fotografía de la autora).

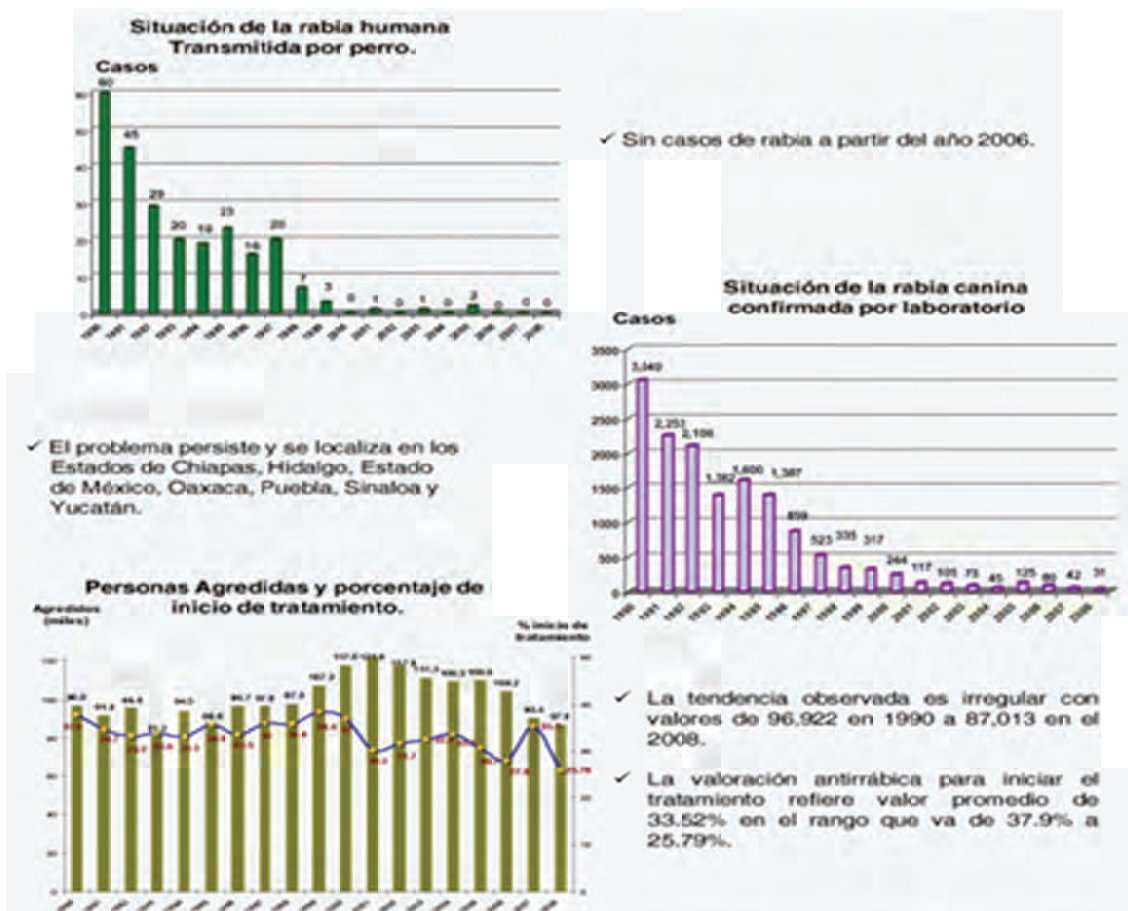


Figura 169. Avances de la Rabia en México: 1990 a 2008 ⁽²⁶⁴⁾.



Figura 170. Avance de la Rabia en México: vacunación canina y felina 1990 al 2008⁽²⁶⁴⁾.



Figura 171. PETA promueve la esterilización de mascotas⁽³⁹⁰⁾.



Figura 172. Trato humanitario a perros rescatados de situación de abandono ⁽³⁹¹⁾.

Conclusiones.

El control de la fauna nociva en las unidades de producción pecuaria es una actividad que rebasa la simple aplicación de plaguicidas, ya que está ampliamente regulada en nuestro país por las diferentes entidades gubernamentales, como la Secretaría de Salud a través de la COFEPRIS por el riesgo a la Salud Pública en materia de intoxicaciones, contaminación de alimentos y áreas delicadas de la industria de alimentos; por la SEMARNAT, por el riesgo e impacto a los ecosistemas por contaminación y por SAGARPA relativo a la Bioseguridad en el ámbito pecuario y en materia de inocuidad y calidad de los alimentos de origen animal y vegetal, incluyendo la eliminación de vectores y transmisores de enfermedades a los hatos y previendo la contaminación con el uso de los plaguicidas en dosis que comprometan los Límites Máximos de Residuos (LMR's) autorizados.

La interacción de otras dependencias, además de las citadas, tiene como principio el que los plaguicidas son sustancias tóxicas y su integración en los programas de MIP requiere una vigilancia coordinada y estrecha por parte de los diversos actores nacionales. Al encontrarse nuestro país partícipe de múltiples tratados internacionales, la vigilancia por parte de organismos mundiales, dada la globalización del comercio de los productos de origen animal, es de gran trascendencia comercial, bajo la premisa de garantizar al consumidor final un alimento inócuo, con la calidad nutricional y transaccional que se requiere, ya que todo proceso, incluido el MIP es auditable bajo esquemas de auditoría de calidad y no basta con controlar la plaga, la responsabilidad dentro de un esquema de calidad implica no contaminar el proceso productivo y productos durante la implementación del MIP, siendo lo relevante la estrategia de prevención de las plagas.

El MIP o control de fauna nociva, debe realizarse con bases científicas, ya que la evolución de los organismos plaga y el entorno mutable a consecuencia del cambio climático y la devastación del ambiente que el humano ha realizado, presentan un caleidoscopio de retos para el éxito de los programas de MIP que se implementen, ya sea en las unidades de producción pecuaria, en la industria de alimentos o en una campaña de Salud Pública contra el mosquito *Aedes aegypti*, vector del Dengue.

Si bien existe una gran cantidad de argumentos sanitarios para implementar el MIP, es importante recordar que el éxito del MIP es la prevención y que si se incluye el uso de plaguicidas, éstos deberán siempre utilizarse de manera racional y solo si fueran indispensables, considerando que las moléculas plaguicidas finalmente implican residuos, que en un uso indiscriminado e irracional contaminan al planeta, nuestras fuentes de agua, aire y el suelo, a nuestra fauna, flora y a nuestras familias.

Importante romper paradigmas desarrollando áreas de oportunidad para el Médico Veterinario y Zootecnista, dentro de líneas de investigación aplicativas para el control de plagas, en la búsqueda de soluciones amigables con el medio ambiente como el uso del control biológico, la integración plaguicidas con muy baja persistencia y baja toxicidad para vertebrados y cada vez más cerca del la utopía del “magic bullet” , el control especie- específico de una plaga, pudiendo ser una expectativa el manejo reproductivo de las especies plaga, como el caso de los quimioesterilizantes en mamíferos y la radiación esterilizante utilizada en campañas del gusano barrenador y la mosca de la fruta o la genética aplicada a poblaciones plaga... quizá un día dejemos de matar plagas, que finalmente son vidas... para solo enfocarnos a prevenir riesgos, respetando el medio ambiente y sin demeritar la producción, la inocuidad y la calidad de alimentos para una población humana que demanda velozmente la solución al hambre mundial.

***“El alma es la misma en todas las criaturas,
aunque el cuerpo de cada uno es diferente”...***

Hipócrates.

Juramento Hipocrático

“Consciente de la obligación que acepto como profesional, en este momento solemne, juro que emplearé mis conocimientos y habilidades en beneficio de la sociedad, a través de la protección y cuidado de la salud de los animales, procurando siempre su bienestar y salvaguardando la Salud Pública y la seguridad e inocuidad alimentarias.

Me esforzare en incrementar dentro, de lo posible la producción animal y conservar los recursos naturales, evitando el deterioro ecológico.

Cumpliré con la legislación y los reglamentos y las normas que nos rigen.

Transmitiré con generosidad mis experiencias y conocimientos a los miembros de esta profesión y a sus aspirantes.

Acepto la obligación de mejorar continuamente mis conocimientos y competencias profesionales

Guardaré gratitud y a mi Facultad y a mi Universidad.

Me conduciré con honradez, dignidad y prudencia observando siempre los principios éticos a fin de llevar con honor el título de Médico Veterinario y Zootecnista.”

Bibliografía.

1. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Statistical Yearbook 2010 (sitio en Internet). Human Welfare: Number of undernourished and proportion in total population. 2010. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-welfare/es/>
2. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Statistical Yearbook 2012. (sitio en Internet). La subnutrición en el mundo en 2012. La subnutrición en el mundo. Mejoras de los datos y la metodología. (Versión en Español). 2013. (Citada 2013 Marzo 1). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s02.pdf>
3. Food and Agriculture Organization of United Nations FAO Statistical Yearbook 2013. (sitio en Internet). Hunger dimensions. 2013. (Citada 2013 Agosto 2). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e02.pdf>
4. Food and Agriculture Organization of United Nations [base de datos en Internet]. Hambre. Estadísticas del Hambre. 2013. (Citada 2013 Marzo10). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/hunger/hunger-home/es/>
5. Componente de Coordinación Regional - Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica (sitio en Internet). Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. 2010. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/conceptos%20pdf.pdf>
6. Food and Agriculture Organization of United Nations. (sitio en Internet). The State of Food Insecurity in the World. 2011. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/publications/sofi>
7. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO (sitio en Internet). El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo. 2011. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/publications/sofi/es/>

8. Food and Agriculture Organization of United Nations. (sitio en Internet). Centro de Prensa: 2050: un tercio más de bocas que alimentar. 2009. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35571/icode/>
9. Food and Agriculture Organization of United Nations (sitio en Internet). FAO Food and nutrition technical report series 1. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 17-24 October 2001. 2004:40. (Citada 2012 Abril 15) Disponible en: URL: <http://www.fao.org/docrep/007/y5686e/y5686e00.htm>
10. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Statistical Yearbook 2010 (sitio en Internet): Production. 2011. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-production/es/>
11. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Statistical Yearbook 2012 (sitio en Internet). FAOSTAT. (Citada 2012 Abril 15) Disponible en: URL <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
12. Food and Agriculture Organization of United Nations (sitio en Internet). FAOSTAT. Producción. México. 2013. (Citada 2013 Marzo 1). Disponible en: URL: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>
13. Food and Agriculture Organization of United Nations. (sitio en Internet). FAO Anuario 2010. Estadísticas de pesca y acuicultura. 2010. (Citada 2013 Marzo1). Disponible en: URL:ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2010/booklet/ba0058t.pdf
14. Pymex. Portal de Pymes, Emprendedores y Exportadores. (sitio en Internet). México: Producción porcina amenazada. 2009. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.pymex.pe/noticias/mundo/1621-mexico-produccion-porcina-amenazada.html>
15. INFORURAL. Fortaleciendo la porcicultura nacional (sitio en Internet).2009. (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: <http://www.inforural.com.mx/IMG/pdf/PresentacionCerdoSAGARPA.pdf>

16. DEC MEXICO. Crece el Sector ganadero mexicano (sitio en Internet). 2010. (Citada 2012 Marzo 2). Disponible en: URL: <http://www.decmexico.com/noticias/noticias-mexico/item/362-crece-el-sector-ganadero-mexicano.html>
17. Abeledo MA, Alfonso P. Influenza A H1N1/2009 Pandémica en cerdos y otras especies animales. Rev. Salud Anim. (publicación periódica en línea). 2010; 32 (2):69-77 (Citada 2011 Junio 12). Disponible en: URL: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infeciosas/porcinas/22-H1N1.pdf
18. Koblenz GD. From biodefence to biosecurity: the Obama administration's strategy for countering biological threats. International Affairs. Blackwell Publishing Ltd. (publicación periódica en línea). 2012 (88) 1: 131-148. (Citada 2013 Febrero 12). Disponible en: URL: http://journals.ohiolink.edu/ejc/search.cgi?q=id:09248579/v36inone_s1/s66_iibab&page_size=&mlt=y
19. Larson RL. Epidemiology and disease control in everyday beef practice. Theriogenology. 2008; 70 (3): 565-568
20. Ricaurte-Galindo SL. Bioseguridad en granjas avícolas. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Comunidad Virtual Veterinaria.org®. Veterinaria Organización S.L. España. (publicación periódica en línea). 2005; VI (2). (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>
21. Axtell RC. Poultry Integrated Pest Management: Status and Future Integrated Pest Management Reviews. 1999 (4)1: 53-73.
22. The White House Office of the Press Secretary. Statement by the President on Global Health Initiative (sitio en Internet). 5 May 2009. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Statement-by-the-President-on-Global-Health-Initiative/
23. One Health Commission. One Health – World Health Through Collaboration. Rationale (sitio en Internet). 2011. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: <http://www.onehealthcommission.org/rationale.html>

24. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO), and World Organization for Animal Health (OIE), Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases. Suiza. 200; 23
25. Nordmann BD. Issues in biosecurity and biosafety. International Journal of Antimicrobial Agents. 2010; (36)1: 66-69
26. Hegngi FH. Overview of biosecurity and avian influenza. CDC/NIOSH/OSHA/USDA/INDUSTRY AI Symposium. 2004, Noviembre 3. USDA, APHIS, Veterinary Services (sitio en Internet) 2004. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: http://www.cdc.gov/flu/pp/biosecurity_on_farm_11_2004.pdf
27. Morrilla-González A, Velasco-Jiménez MA. Métodos para implementar la política del buen vecino en las granjas porcinas. Acontecer porcino. 2007; XVII (87): 11-22
28. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (sitio en Internet). Censos agropecuarios: Así hicimos el VIII Censo agrícola, ganadero y forestal 2007. 2007:21-23 (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx
29. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Acuerdo por el que se amplía en el territorio nacional el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal, con objeto de diagnosticar, prevenir, controlar y erradicar la fiebre porcina clásica. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Diciembre 18 1997. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: <http://dof.gob.mx/index.php?year=1997&month=12&day=18>
30. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). NOM-005-ZOO-1993 Campaña Nacional contra la Salmonelosis Aviar. Diario oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Septiembre 1º 1994. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=499>
31. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (sitio en Internet). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-

ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Influenza Aviar. Diario Oficial de la Federación (DOF). Enero 30 2006. (Citada 2011 Junio 1). Disponible en: URL: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=507>

32. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) y Organización Mundial de la Sanidad Animal. Guía de Buenas Prácticas Ganaderas. Italia. 2010

33. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Acuerdo por el que se da a conocer la campaña y las medidas zoonosológicas que deberán aplicarse para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de la Influenza Aviar Notificable, en las zonas del territorio de los Estados Unidos Mexicanos en las que se encuentre presente esa enfermedad. 7 Junio 2011. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Junio 21 2011. (Citada 2012 Diciembre 27). Disponible en: URL: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5197236&fecha=21/06/2011

34. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. México. 2ª edición. 2008.

35. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Manual de Buenas Prácticas de Producción en la Engorda de Ganado Bovino en Confinamiento. México. 2004

36. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Autorización sanitaria. (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/AS/Paginas/Autorizacion-Sanitaria.aspx>

37. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Bioseguridad en granjas avícolas (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://www.google.com.mx/URL?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=4&ved=OCEYQFjAD&URL=http%3A%2F%2Fwww.senasica.gob>

38. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2010, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector. Diario Oficial de la Federación (DOF). Marzo 18 2011.
39. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. 22ª edición. España (sitio en Internet). 2011. (Citada 2011 Enero 8). Disponible en: URL: <http://buscon.rae.es/drae/>
40. Secretaría de Salud. Ley General de Salud. Artículo 278. Fracción I. Plaguicida. Cámara De Diputados Del H. Congreso de La Unión. Última reforma. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en Internte). Abril 24 2013. (Citada 2013 Mayo 20). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142.pdf>
41. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA1-1993, Plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial. Etiquetado. Diario Oficial de la Federación (DOF). Agosto 22 1995.
42. American Institute of Backing International (AIB International), (sitio en Internet). Las Normas Consolidadas de AIB International para Inspección. Instalaciones de Manufactura de Materiales de Empaque en Contacto Directo con Alimentos. 2011. (Citada 2012 Septiembre 30). Disponible en: URL: <https://americalatina.aibonline.org/Standards/Food Contact Pkg SPN HB Web.pdf>
43. Radcliffe E. Integrated Pest Management Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies (sitio en Internet). Cambridge University Press, UK. 2009. (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://www.ewidgetsonline.com/dxreader/Reader.aspx?token=fwC%2fCQZYRvYI4iOf88mJcA%3d%3d&rand=266581387&buyNowLink=http%3a%2f%2fwww.cam>
44. The National Science Foundation Center for Integrated Pest Management (CIPM). CIPM History. (sitio en Internet). 2006. (Updated: 2006 Diciembre 3) (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://cipm.ncsu.edu/history.cfm>

45. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia Tech: Virginia IPM. Origin of the term, IPM (sitio en Internet). 2011. (Updated: 2005 Diciembre 19). (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: http://www.vaipm.org/the_ipm_concept.php#Origin
46. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). AGP - Integrated Pest Management. FAO definition (sitio en Internet). 2011. (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/ipm/en/>
47. Bajwa WI, Kogan M. Compendium of IPM Definitions (CID), (sitio en Internet). What is IPM and how is it defined in the Worldwide Literature? Integrated Plant Protection Center (IPPC) Oregon State University, Corvallis. 2002; 998:1-2 (Citada 2012 Septiembre 30). Disponible en: URL: <http://www.ipmnet.org/ipmdefinitions/index.pdf>
48. Organización Mundial de la Salud (WHO). Vector Control for Malaria and Other Mosquito-borne Diseases, WHO Technical Report Series 857, World Health Organization, Geneva. 1995
49. Mörner J, Bos R, Fredrix M. Reducing and Eliminating the use of Persistent Organic Pesticides (sitio en Internet). Guidance on alternative strategies for sustainable pest and vector management. Chapter 2. Approaches of choice -Integrated Pest Management (IPM) and Integrated Vector Management (IVM). Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). 2002. (Citada 2012 Mayo 2). Disponible en: URL: http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Pesticides/POPred_E.pdf
50. USDA. Regional IPM Centers. National Road Map for Integrated Pest Management. 2004 Mayo 17 (sitio en Internet).2004 at National Site for the Information System www.ipmcenter.gov (Updated 2011). (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://www.ipmcenters.org/index.cfm> y <http://www.ipmcenters.org/ipmroadmap.pdf>
51. U.S. Environmental Protection Agency. Principios del Manejo Integrado de Plagas (sitio en Internet). 2011. (updated: 2011 16 de Febrero] (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/ipm-sp.html>

52. Granovsky T. Granovsky Associates, Inc.(sitio en Internet). 2011 (Citada 2011 Abril 20). Disponible en: URL: <http://www.granovsky.com/IPM-Puzzle.html>
53. Secretaría de Salud. Ley General de Salud. Reforma a la Ley General de Salud. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión (sitio en Internet). Diario Oficial de la Federación (DOF) Enero 25 2013. (Citada 2013 Abril 2). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142.pdf>
54. Secretaría de Salud. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). NOM-256-SSA1-2012, Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Diciembre 12 2012. (Citada 2013 Abril 1). Disponible en: URL: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286029&fecha=29/01/2013
55. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Solicitud de Licencia (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Abril 1). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/TyS/Paginas/Tramites%20y%20Servicios%20por%20tipo/Licencia/Licencia.aspx>
56. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SENASICA. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de productos alimenticios para consumo animal. México. 2012.
57. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. Reglamento Interior del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (sitio en Internet). (Citada 2013 Abril 5). Disponible en: URL: http://www.google.com.mx/URL?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=5&ved=0CFMQFjAE&URL=http%3A%2F%2F207.248.177.30%2Fmir%2Fuploadtests%2F26775.131.59.1.Reglamento%2520Interior%2520SENASICA.docx&ei=6V9iUcLiCsffqAGkwIG4BQ&usg=AFQjCNHzuRRQMgK IMtj3oK2plkx5k8zUg&sig2=aw_paRNA54tOk2ff8tjr0g

58. Portal da Prefeitura da Cidade de São Paulo. Control de Zoonosis. Animais Sinantrópicos (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Abril 7). Disponible en: URL: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/controle_de_zoonoses/animais_sinantropicos/index.php?p=4378
59. Universidad de Puerto Rico. Pesante-Armstrong, D G. Capítulo II. Epidemiología de Enfermedades Originadas por Vectores (sitio en Internet). 2006. (Citada 2012 Abril 3). Disponible en: URL: <http://academic.uprm.edu/dpesante/0000/capitulo-2.PDF>
60. Canese A. Manual de microbiología y parasitología médica. Paraguay. 5ª. Edición.1983
61. Uribarren-Berrueta T. Artrópodos. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM (sitio en Internet). 2012 (Citada 2012 Abril 3). Disponible en: URL: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/artropodos.html>
62. Uribarren-Berrueta T. Entomobiosis o Amebiasis. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM (sitio en Internet). 2012. (Citada 2012 Abril 3). Disponible en: URL: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/entamobeosis.html#>
63. Organización Panamericana para la Salud. Epidemiología y control de la Leishmaniasis en las Américas, por país o territorio. Cuaderno Técnico. 44. USA. 1996; 16
64. Mallis A. Handbook of pest control. 7a.edición. Cleveland: Franzak & Foster Co.USA. 1990.
65. Meehan AP. Rats and Mice their biology and control. Rentokill limited. UK. 1994.
66. Jackson WB. Evaluation of Rodents Depredations to Crop and Stored Products. Proceeding FAO/WHO/EPPO Conference on Rodents of Agriculture and public Health Concern. Genova, Italia. 15 al 18 de Junio 1976. EPPO Bulletin. 1977; 5

67. Berry J. Oklahoma Cooperative Extension Service. Rodent Control in the Poultry House. Division of Agricultural Sciences And Natural Resources. Oklahoma State University. USA. 2007.
68. Said-Velasco A, Nava-Nava R. Ratas y ratones domésticos. Métodos y alternativas para su control. México: LIMUSA. 1988
69. Corrigan R. The Significance of commensal rodents. Annual Rodent Control Issue. Pest Control Technology. USA. Agosto 1995; 44
70. Acha PN, Szyfres B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Volumen II: clamidiosis, rickettsiosis y virosis. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica y Técnica No. 580. 3ª edición Washington, D.C., USA. 2003.
71. Gutiérrez-Castillo AC, Paasch-Martínez LH, Calderón-Apodaca NL. Salmonelosis y Campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de Mayor expansión en el mundo. Vet. Méx (publicación periódica en línea). 2008; 39 (1): 81:90 (Citada 2012 Abril 3). Disponible en: URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000100007&lng=es&nrm=iso
72. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC Estimates of Foodborne Illness in the United States (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Mayo 2). Disponible en: URL: <http://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates.html>
73. CNN México. Cable News Network. Prevén en EU nuevos casos de salmonelosis por ingesta de huevos (sitio en Internet). 2010. (Citada 2011 Diciembre 15). Disponible en: URL: <http://mexico.cnn.com/salud/2010/08/24/preven-en-eu-nuevos-casos-de-salmonelosis-por-ingesta-de-huevos>
74. CNN México. Cable News Network. En Estados Unidos retiran 500 millones de huevos del mercado por salmonela (sitio en Internet). 2011. (Citada 2011 Diciembre 15). Disponible en: URL: <http://mexico.cnn.com/mundo/2010/08/21/en-estados-unidos-retiran-500-millones-de-huevos-del-mercado-por-salmonela>

75. Biotec consultores. Boletín Digital sobre Manejo Integrado de Plagas en la Industria Avícola (sitio en Internet). 2010. (Citada 2011 Diciembre 15). Disponible en: <http://biotecconsultores.blogspot.mx/>
76. International Food Safety Authorities Network (INFOSAN) Red Internacional de Autoridades de Inocuidad de los alimentos. (sitio en Internet). Nota de información INFOSAN 3/2005–Salmonella. 13 de Abril de 2005. Unión Europea. Resistencia antimicrobiana a Salmonella. (Citada 2012 Febrero 2). Disponible en: URL: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_03_Salmonella_Apr05_sp.pdf
77. United States Department of Agriculture. Economic Research Service (sitio en Internet). Foodborne Illness Cost Calculator: *Salmonella*. 2012 (Citada 2012 Febrero 2). Disponible en: URL: http://www.ers.usda.gov/data/foodborneillness/salm_Intro.asp
78. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CENAVECE). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Boletín epidemiológico (publicación periódica en línea). Vigilancia Epidemiológica Semana 1, 2013. Casos Acumulados 2012. 2013. (Citada 2013 Abril 2). Disponible en: URL: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2013.html>
79. Quiceno, J, Bastidas, X, Rojas, D, Bayona, M. Mosca doméstica portadora de patógenos U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 13. Colombia (publicación periódica en línea). 2010; (2): 23-29 (Citada 2012 Abril 1). Disponible en: URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a04.pdf>
80. Mussaret Z, López- Macías C, Calva E. Estudios mexicanos sobre *Salmonella*: epidemiología, vacunas y biología molecular. Rev Latinoam Microbiol. 2006; 48 (2): 121-125
81. Meslin F X. 1st International Conference on Emerging Zoonoses. Jerusalem, Israel. Global aspects of emerging and potential zoonoses: a WHO perspective. Emerg Infect Dis. 1997; 3 (2): 223–228

82. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).. (sitio en Internet). 2013. Marco Legal. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/AS/Paginas/Registros%20Sanitarios/Registro%20Sanitario%20de%20Plaguicidas%20y%20Nutrientes%20Vegetales/MarcoLegal.aspx>

83. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de ecología. ¿Qué autoridades tienen competencia en el control de plaguicidas en México? (sitio en Internet). 2007. (Citada 2013 Enero 9). Disponible en: URL: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/folletos/97/97.html>

84. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS),(sitio en Internet). Historia. 2013. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/layouts/mobile/mblwiki.aspx?URL=%2FSitePages%2FMovil%2FHistoria%5FMovil%2Easpx>

85. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet).Consulta de registros sanitarios de plaguicidas y nutrientes vegetales. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>

86. Secretaría de Salud: Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Acuerdo por el que se da a conocer el Instructivo para el procedimiento uniforme e integral al que se sujetarán las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Desarrollo Urbano y Ecología y de Salud, en la resolución de solicitudes de registro para el otorgamiento de autorizaciones en sus modalidades de licencias, permisos y registros para plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas. Diario Oficial de la Federación (DOF). Diciembre 7 1988.

87. Colegio de posgraduados (sitio en Internet). Curso para la autorización de terceros especialistas en verificación de empresas de plaguicidas. Regulación de plaguicidas agrícolas en México. (Citada 2013 Junio 15). Disponible en: URL: <http://www.cm.colpos.mx/moodle/course/view.php?id=14>

88. Secretaría de Salud. Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Diciembre 28 2004. (Citada 2012 Septiembre 30). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n109.pdf>

89. Secretaría de Salud. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). NOM-232-SSA1-2009, Plaguicidas: que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Abril 13 2004. (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5139018&fecha=13/04/2010

90. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC) (sitio en Internet). 2013. (Actualmente denominada: Protección de Cultivos,Ciencia y Tecnología A.C. – PROCCYT). NOM-232-SSA1-2009 (Citada 2013 Enero 7). Disponible en: URL: <http://www.amifac.org.mx/NOM-232.html>

91. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión (sitio en Internet), Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Febrero 5 1917. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación (DOF). Octubre 8 2013. (Citada 2013 Octubre 15). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>

92. Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. Enero 18 1988. Última reforma Diario Oficial de la Federación (DOF) Diciembre 28 2004.

93. Secretaría de Salud. NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Marzo 1 2010. (Citada 2013 Enero 3). Disponible en: URL: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5133449&fecha=01/03/2010

94. Secretaría de Salud. NOM-256-SSA1-2012, Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas. Diario Oficial de la Federación (DOF)(publicación periódica en línea). Enero 29 2013. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286029&fecha=29/01/2013
95. Secretaría de Gobernación (sitio en Internet). Orden Jurídico Nacional. Subsecretaría de asuntos jurídicos y derechos humanos. Secretaría de Salud. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/PE/administracion/pe_A15.php
96. Secretaría de Salud. NOM-032-SSA2-2010, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector. Diario Oficial de la Federación (DOF). Diciembre 8 2011.
97. Secretaría de Salud. NOM-033-SSA2-2011, Para la vigilancia, prevención y control de la intoxicación por picadura de alacrán. Diario Oficial de la Federación (DOF). Junio 1 2011.
98. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Al Ambiente. Enero 28 1988. Última reforma publicada. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión (sitio en Internet).Diario Oficial de la Federación (DOF) [online]. Junio 7 2013. (Citada 2013 Agosto 3). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>
99. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (sitio en Internet).Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación (DOF). Noviembre 30 2006. (Citada 2013 Febrero 20). Disponible en: URL: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/DO2748.pdf>

100. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [NOM-052-SEMARNAT-2005, Que Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.](#) Diario Oficial de la Federación (DOF). Junio 23 2006.

101. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ley Federal de Sanidad Animal. Julio 25 2007. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Junio 7 2012. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: <http://dof.gob.mx/index.php?year=2012&month=06&day=07>

102. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ley Federal de Sanidad Vegetal. Enero 5 1994. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Noviembre 16 2011. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/117.pdf>

103. Montelongo-Buenavista, I. La regulación jurídica de los plaguicidas en México. Revista Alegatos (publicación periódica en línea). Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. México. 1995; 31. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/inicio.php>

104. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Ley Federal del Trabajo. Abril 1 1970. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión (sitio en Internet). Última reforma Diario Oficial de la Federación (DOF). Noviembre 30 2012. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125.pdf>

105. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (sitio en Internet). Marco Jurídico. Normas Oficiales Mexicanas. 2013. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/marco_juridico/noms.html

106. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. [NOM-003-STPS-1999, Actividades agrícolas-Use de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condiciones de seguridad e higiene.](#) Diario Oficial de la Federación (DOF). Diciembre 28 1999.

107. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Diario Oficial de la Federación (DOF). Febrero 2 1999.

108. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Diario Oficial de la Federación (DOF). Marzo 13 2000.

109. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación (DOF). Diciembre 9 2008.

110. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo. Enero 21 1997. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. (sitio en Internet). Aclaración Diario Oficial de la Federación (DOF). Enero 28 1997. (Citada 2013 Abril 2). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/27.pdf>

111. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. Diciembre 22 1993. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. Diario Oficial de la Federación (DOF) (sitio en Internet). Última reforma. Mayo 21 2013. (Citada 2013 Octubre 15). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/27.pdf>

112. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (sitio en Internet). Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Abril 7 1993. Última reforma Diario Oficial de la Federación (DOF). Noviembre 28 2006. (Citada 2013 Abril 10). Disponible en: URL: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/migrated/content_uploads/7_Reglamento_para_el_Transporte_Terrestre_de_Materiales_y_Residuos_Peligrosos.pdf

113. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (sitio en Internet). Ley Aduanera. Diciembre 15 1995. (Citada 2013 Enero 3). Disponible en: <http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/leyes/la.html>

114. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión (sitio en Internet). Ley de Comercio Exterior. Julio 27. 1993. Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma. Diciembre 21 2006. (2013 Abril 10). Disponible en: URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/28.pdf>

115. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet). Dirección Ejecutiva de Autorización de Productos y Establecimientos. Manual de Criterios. Manual Criterios para la autorización de licencias sanitarias para servicios de urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas”. (Citada 2013 Octubre 2). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/AS/Paginas/Establecimientos%20y%20productos%20biologicos/LicenciaSanitaria.aspx>

116. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet). Autorización sanitaria. Establecimientos y productos biológicos. Licencia sanitaria. “Guía recomendada para presentar la solicitud de licencia sanitaria de servicios urbanos de fumigación, desinfección y control de plagas” [online]. 2013. (Citada 2013 Octubre 2). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/AS/Paginas/Establecimientos%20y%20productos%20biologicos/LicenciaSanitaria.aspx>

117. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet). Autorización sanitaria. Solicitud de licencia [online]. 2013. (Citada 2013 Octubre 31). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/TyS/Paginas/Tramites%20y%20Servicios%20por%20tipo/Licencia/Licencia.aspx>

118. Secretaría de Salud. Acuerdo por el que se dan a conocer los trámites y servicios, así como los formatos que aplica la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, inscritos en el Registro Federal

de Trámites y Servicios de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria. Diario Oficial de la Federación (DOF) (publicación periódica en línea). Enero 28 2011. Disponible en: URL: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5095210

119. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet). Autorización sanitaria. Nuevos formatos. Avisos. 2013. (Citada 2013 Octubre 31). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/TyS/Paginas/Formatos.aspx>

120. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Pollo de Engorda. 1ª Edición. México. 2009.

121. Secretaría de Educación Pública. Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Julio 20). Disponible en: URL: <http://www.conocer.gob.mx/index.php/estandaresdecompetencia>

122. Agencia Catalana de Seguretat Alimentaria. Cataluña (sitio en Internet): Guía para el diseño y la aplicación de planes de prerrequisitos. 2013. (Citada 2013 Julio 20). Disponible en: URL: http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1312/dn1312/pub_prerrequisitos.pdf

123. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Manual de prerrequisitos y guía HACCP para el procesamiento de la miel de las abejas. Honduras. 2010.

125. Codex Alimentarius (sitio en Internet). Normas internacionales de los alimentos. Principios generales de higiene de los alimentos. CAC/RCP 1-1969. 2003. 2013. (Citada 2013 Julio 20). Disponible en: URL: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/es/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP>

125. Palomino-Quispe, L.P. INTECI Instituto de Profesionales Empresariales (sitio en Internet). 2010. (Citada 2012 Diciembre 3). Disponible en: URL: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/pre-requisitos-sistema-haccp/pre-requisitos-sistema-haccp.pdf>
126. Odar, R. La Página de la Industria Alimentaria (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://industrias-alimentarias.blogspot.mx/2010/04/certificaciones-para-empresas-de.html>
127. American Institute of Baking (AIB). Las Normas Consolidadas de AIB International para Inspección. Instalaciones de lácteos. AIB International. E.E.U.U. 2011.
128. British Retail Consortium (BRC). BRC Best Practice Guideline: Pest Control: Issue 2. Reino Unido (UK). 2008.
129. Safe Quality Food Institute (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://www.sqfi.com/standards/sqf-code/>
131. Safe Quality Food Institute. Código SQF. Código de aseguramiento del proveedor basado en HACCP para la industria alimentaria. 7ª edición. EE.U.U. 2011.
131. Danish Agriculture & Food Council. Global Red Meat Standard. 4ª edición, version 4.1. Dinamarca. 2011.
132. Global Food Safety Initiative. GFSI Guidance Document. 6ª edición Issue 3 Version 6.3. Francia. Octubre 2013.
133. International Organization for Standardization (ISO), (sitio en Internet). ISO 9001:2008 Quality management systems – Requirements. 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486
135. International Organization for Standardization (ISO), (sitio en Internet). ISO 22000:2005 Food Safety Management Systems. 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://www.iso.org/iso/news.htm?refid=Ref1056>

135. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria A.C. (AMIFAC) Plan de manejo de envases vacíos de agroquímicos y afines (PLAMEVAA). Versión 2. México. Julio 2007.
136. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Diario Oficial de la Federación (DOF) Octubre 8 2006.
137. Amocalli, A.C. Campo Limpio. (sitio en Internet). Legislación . 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://campolimpio.org.mx/legislacion.php>
138. Amocalli, A.C. Campo Limpio (sitio en Internet). Triple lavado 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://www.campolimpio.org.mx/tripleLavado.php>
139. Amocalli, A.C. Campo Limpio (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://campolimpio.org.mx/index.php>
140. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Envases de agroquímicos se reciclan y se convierten en productos ecológicos para el campo (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 15). Disponible en: URL: <http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/colima/boletines/Paginas/2012B059.aspx>
141. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC), (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Enero 15). Disponible en: URL: <http://www.amifac.org.mx/>
142. Stephenson GA, Solomon KR. Pesticides and the Environment. Department of Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canadá. 1993.
143. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC). Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. México.1985.
144. Albert-Palacios LA. Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. Introducción a la toxicología ambiental. Plaguicidas. Antecedentes históricos. ECO/OPS. México. 1997. 359:382

145. Lagunes-Tejeda A. Notas del Curso de Toxicología y Manejo de Insecticidas. Colegio de Posgraduados. Chapingo: México.1991
146. Krieger RI. Handbook of pesticides toxicology. Principles. Volumen 1. 2ª. Edición.USA.2001
147. Tomlin C., Copping LG, Kidd H. The pesticide manual: a world compendium. 15a. edición. British Crop Protection Council. Reino Unido. 2009.
148. Yu, SM. Toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Press. E.E. U.U. 2008
149. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), (sitio en Internet). Autorización sanitaria. Catálogo de plaguicidas [online]. 2013. (Citada 2013 Octubre 2). Disponible en: URL: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>
150. Corey GO, Henao SH., Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas. Serie Vigilancia 11. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS.OMS. 1991.
151. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (sitio en Internet). Canadá. DDT already eliminated in North America as world prepares to sign POPs Treaty. (Citada 2001 Noviembre 2). Disponible en: URL: http://www.cec.org/storage/40/3238_ddtbackground-e_en.pdf
152. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (sitio en Internet). Sala de prensa. Com. 378/11. Impulsa SEMARNAT la disminución del uso de bromuro de metilo. (Citada 11 Agosto 24). Disponible en: URL: http://dsiaplicaciones.semarnat.gob.mx/sdp2009/index.php?option=com_content&view=article&id=3878:com-37811-impulsa-semarnat-la-disminucion-del-uso-de-bromuro-de-metilo&catid=50:comunicados&Itemid=110

153. Quiroz J, Ríos M. Banco Interamericano de Desarrollo. Fortalecimiento de la gestión ambiental para el cumplimiento de acuerdos multilaterales ambientales (AMUMAs) Chile. 2007:17

154. Regulations. Official Journal of the European Union. 24/ 11/ 2009 (sitio en Internet). (Citada 2012 Enero 5). Disponible en: URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:E:N:PDF>

155. UE Database pesticides. Directorate General for Health & Consumers (sitio en Internet). 2008. (Citada 2012 Enero 5). Disponible en: URL: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm

156. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización mundial de la Salud. Qué es el Codex. Secretaría del CODEX (sitio en Internet). 2006. (Citada 2012 Enero 5). Disponible en: URL: <http://www.codexalimentarius.org/about-codex/que-es-el-codex/es/>

157. United States Environmental Protection Agency (USEPA), (sitio en Internet). About pesticides. Types of pesticides. 2012. (Citada 2012 Noviembre 15). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/pesticides/about/types.htm#chemical>

158. Cuttler P, Schmutters H. Natural pesticides from Neem seed and other plants. J. Ethnopharmacology. 1999; (333):11-19

159. Bowers WS. Phytochemical contributions to pest management. Amer.Chem.Soc. in Lumseden R, Vaughn J. Pest Management: Biologically based technologies. Beltsville Symposium XVIII, Agric. Res. Service. U.S. Dep. Agric. Maryland. 1993: 252.257

160. Montesinos-Valdés M, Flores-López H, Hernández-Abreu J, De Zayas-Izaguirre E. Insecticidas botánicos como alternativas para el manejo de plagas en sistemas agroforestales. O.B. ACTAF, Estación Experimental Forestal Camagüey. Agricultura

Orgánica. Cuba (publicación periódica en línea). 2010: 24-26 (Citada 2011 Noviembre 2). Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202009-1/13-insecticidas.pdf

161. Silva G, Lagunes A, Rodríguez JC, Rodríguez D. Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Cosa Rica. CATIE.2002 (66): 4-12

162. United States Environmental Protection Agency (USEPA) (sitio en Internet). Plaguicidas: Salud y Seguridad. Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. Capítulo 7. Insecticidas de origen biológico. 5ª edición. 2012 [online] (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/contents.htm>

163. Esparza-Díaz G. et al. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. Agrociencia (publicación periódica en línea). 2010; 44 (7): 821-833. (Citada 2012 Noviembre 2). Disponible en: URL: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n7/v44n7a8.pdf>)

164. Arnason, JT, Philogène, BJR, Morand, P. Insecticides of Plant Origin. Capítulo 1. In: Jacobson, M. Botanical pesticides: past, present, future. American Chemical Society. E.E.U.U. 1989 (387)

165. Frost & Sullivan. European Biopesticide Market (sitio en Internet). 2001. (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.frost.com/srch/catalog-search.do?queryText=biopesticides>

166. Law JH, Regnier FE. Pheromones. Annual Rev. Biochem. 1971 (40):553-548

167. Karlson P, Lüscher M. Pheromones a new term for a class of biologically active substances. Nature. 1959 (183):155-156

168. Whittaker R.H. The biochemical ecology of higher plants. In Chemical Ecology. Sondheimer E., Simeone J.B. Academic Press. New York.1970: 43-70
169. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Diagnóstico y tratamiento de los envenenamientos por plaguicidas. 3ª edición. USA.1982.
170. Ware GW, Whitacre DM. The Pesticide Book. MeisterPro Information Resources. Una división de Meister Media Worldwide.6ª edición. USA. 2004
171. Mallis A. Handbook of pest control. 9a.edición. GIA Media Incorporated. USA. 2004.
172. United States Environmental Protection Agency (USEPA), (sitio en Internet). Plaguicidas: Salud y Seguridad. Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. Capítulo 17.Rodenticidas. 5ª edición. 2012. (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/opp00001/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch17.pdf>
173. López -Segura N, et al. Envenenamiento por talio en una adolescente. Med Clin (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Enero 10). Disponible en: URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2013.04.002m>
174. Gupta, RC. Non-anticoagulant rodenticides. Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles; Academic Press: New York, NY, 200: 557-559
175. Coats J.R., Insecticide Mode of Action. Academic Press, Inc. UK 1983.
176. Barioglio CF. Diccionario de la ciencias agropecuarias. Encuentro grupo Editor. Argentina. 2006: 141

177. Parada R. Toxicología Clínica Veterinaria. Rodenticidas (sitio en Internet). 3ª. Edición. 2009. (Citada 2013 Agosto 3) Disponible en: URL: <http://www.ropana.cl/toxivet/rodenticidas.htm#Fosfuro>
178. Gálvez D.J., Sánchez A.E. Cromatografía en capa delgada como una aproximación didáctica del análisis de medicina a base de coumarinas. Cartel. Facultad de Educación. Programa de Licenciatura en Ciencia Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Tolima. Colombia. 2012 (sitio en Internet). (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://es.scribd.com/dc/56019874/Poster-Coumarinas>
179. Benneth GW, Owens JM, Corrigan RM. Guía científica de Truman para operaciones de Manejo Integrado de Plagas. 7ª edición. Universidad de Purdue. North Coast Media. USA. 2012
180. RECONNECTA (sitio en Internet). Adiós al plaguicida endosulfán en México. 2013. (Citada 2013 Agosto 3) Disponible en: URL: <http://www.reconecta.com/adios-al-plaguicida-endosulfan-en-mexico/>
181. Organización Panamericana de la Salud (PAHO). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS) (sitio en Internet). Curso de autoinstrucción en diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones .agudas causadas por plaguicidas. Unidad II. Plaguicidas de tipo organofosforados y carbamatos. 2005. (Citada 2012 Mayo 30). Disponible en: URL: <http://bvs.per.paho.org/tutorial2/e/unidad2/index.html>
182. Simon YJ. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC press Taylor & Francis Group. USA. 2008:25-29
183. Lagunes-Tejeda A., Rodriguez-Maciel JC, Mota-Sánchez D. Combate Químico de Plagas Agrícolas en México. Colegio de Posgraduados-Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario-SARH. México. 1994
184. Diotaiuti L et al. Excito-repellency effect of deltamethrin on triatomines under laboratory conditions. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 2000; 33 (3): 247-252.

185. Wood E, Licastro SA, Casabé N, Sivori J, Zerba E. Evaluation of the flushing out activity of pyrethroids on *Triatoma infestans*. *Insect Science and Its Application*. 1993; 14:651-655
186. Halos L, Baneth G, Beugnet F, Bowman AS, Chomel B, Farkas R, Franc M, Guillot J, Inokuma H, Kaufman R, Jongejan F, Joachim A, Otranto D, Pfister K, Pollmeier M, Sainz A, Wall R. Defining the concept of 'tick repellency' in veterinary medicine. *Parasitology*. 2012; 139 (4):419-423.
187. Hunt DA, Treacy MF. Pyrrole insecticide: a new class of agriculturally important insecticides functioning as uncouplers of oxidative phosphorylation. In: Ishaaya I, Degheele D (Editors). *Insecticides with Novel Modes of Action*. New York: Springer. USA. 1998:138-51
188. Rand GM. Fate and effects of the insecticide-miticide chlorfenapyr in outdoor aquatic microcosms. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2004; 58 (1):50-60.
189. Wexler P. *Encyclopedia of Toxicology, Neonicotinoids* (sitio en Internet). Second Edition. Academic Press. 2a. edición. 2005. (citada 2012 Noviembre 18) Disponible en: URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012369400000675X>
190. Tomizawa M. Chapter Two - Chemical Biology of the Nicotinic Insecticide Receptor. In Cohen E. *Advances in Insect Physiology*. 2013; 44: 63-99
191. Fernández NE, Pujol EE, Maher ES. *Los plaguicidas aquí y ahora. Escritura en ciencias*. 1a edición. Ministerio de Educación de la Nación. Argentina 2012.
192. Matsumura F. Studies on the action mechanism of benzoylurea insecticides to inhibit the process of chitin synthesis in insects: A review on the status of research activities in the past, the present and the future prospects. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. Special Issue: Insecticidal Action. 2010; 97 (2):133–139

193. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), (sitio en Internet). International Moa Working Group. IRAC MoA Classification Scheme. Abril 2011. Versión 7.2 (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/MoA-classification.pdf>
194. United States Environmental Protection Agency (USEPA) (sitio en Internet). Plaguicidas: Salud y Seguridad. Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. Capítulo 16. Fumigantes. 5ª edición. 2012. (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/oppead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch16.pdf>
195. Peterson ME. Topics in Companion Animal Medicine. Bromethaline. 2013; 28 (1): 21–23
196. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Reregistration Eligibility Decision (RED). Rodenticide Cluster. EPA-738-R-98-007. Julio 1998.
197. Laboratorios Virbac México S.A. de C.V. Rat Hunter Block y Pellet (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 30). Disponible en: URL: <http://www.virbac.mx/index.php/productostotales/productosindustrial/bioseguridadindustrial/65-rat-hunter-block>
198. Mencías-Rodríguez E, Meyero-Franco LM. Manual de toxicología básica. Ediciones Díaz Santos. España. 2000.
199. Buckle A.P., Smith R.H. Rodent Pests and Their Control. CAB international. UK. 1994.
200. Gametrics Limited. Epibloc (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Febrero 16). Disponible en: URL: <http://www.epibloc.com/index.htm>

201. Gametrics Limited. Epibloc Rodentic. Symposim Rongeurs.Roussel Uclaf. Division Scientifique. Departament Agroveterinaria. 24-25 Junio1985
202. Ericsson RJ. Alpha-chlorohydrin (EPIBLOC): A toxicant-sterilant as an alternative in rodent control. In: Proc. Tenth Vert. Pest. Conf. Ed. R.E. March. Univ. Calif., Davis. 1982: 6-9
203. Buckle AP. Resistance to the first and second generation anticoagulant rodenticides -a new perspective. Proceedings Vertebrate Pest Conference, 1994; 16: 138-144
204. Buckle AP. The Current status of anticoagulant resistance in rodents, resistance monitoring and management strategies. Forum for Sustainable Management of Disease Vectors. Beijing 21-23 April 2006.
205. Prescott CV, Buckle AP, Hussain I, Endepols S. A standardised BCR resistance test for all anticoagulant rodenticides. International Journal of Pest Management. 2007; 53: 265-272
206. Carter I, Burn A. Problems with rodenticides: the threat to red kites and other wildlife. British Wildlife 2000; 11: 18-25
207. Pérez-Rivero JJ, Martínez-Maya JJ, Pérez-Martínez M, Aguilar-Setién A, Serrano H. Efecto del coumestrol sobre la producción espermática y la conducta de exploración olfatoria de perros estimulados con moco vaginal estral. Vet. Méx (publicación periódica en línea). 2009; 40 (1): 9-16. (Citado 2013 Nov 20); Disponible en: URL. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922009000100002&lng=es.

208. Pérez-Rivero JJ, Serrano H., De Paz O, Villa-Godoy A, De Buen N, Aguilar-Setién A, Reproductive Control of Vampire Bat (*Desmodus rotundus*): An Environmentally Friendly Alternative. Proc. 21st Vertebr. Pest Conf. (R. M. Timm and W. P. Gorenzel, Eds.) Published at Univ. of Calif., Davis. 2004. Pp. 279-280.

210. Instituto Nacional de Ecología. (sitio en Internet). Características físico- químicas de los plaguicidas y su transporte en el ambiente. 2004. (Citada 2012 Mayo 30). Disponible en: URL: http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/descargas/caracteristicas_fyq_plaguicidas.pdf

211. Comité de acción contra la resistencia a insecticidas-España (IRAC), (sitio en Internet). Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. Folleto de clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. Versión actualizada en Enero 2012 basada en la versión 7.1 de IRAC Internacional. España. 2012. (Citada 2013 Enero 30). Disponible en: URL: www.irac-online.org/countries/irac-spain/

212. Agrícola Nacional S.A.C. (ANASAC), (sitio en Internet). Plaguicidas. 2010.(Citada 2012 Febrero 1). Disponible en: URL: http://www.anasac.cl/PESTCONTROLPRO/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20100614122009&hdd_nom_archivo=PLAGUICIDAS.pdf.

213. Universidad de Sevilla (sitio en Internet). Open Course Ware de la Universidad de Sevilla. Sanidad Vegetal / Tema 17. Generalidades de plaguicidas. 2007. (Citada 2012 Febrero 1). Disponible en: URL: http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/tema_17/page_04.htm

214. Crop Life International. Technical Monograph n°2, 6th Edition. Revised May 2008. Catalogue of pesticide formulation types and international coding system. Suiza. 2008

215. Comité Regional de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE), (sitio en Internet). Estándar Regional en Protección Fitosanitaria. Sección VI - Productos Fitosanitarios. 6.7. Tipos de formulaciones para el registro de productos fitosanitarios V. 1.2.3 (Citada 2012 Febrero 1). Disponible en: URL: http://www.cosave.org/sites/default/files/erpfs/st60700v010203_esp.html
216. UF Entomology Undergrad (sitio en Internet). Video. (Citada 2013 Agosto 3). Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/user/UFEntomology/videos>
217. United States Environmental Protection Agency (USEPA), (sitio en Internet). Personal Protective Equipment. (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/oem/content/hazsubs/equip.htm>
218. Syngenta Agro, S.A. de C.V. (sitio en Internet). Manejo Seguro. ¿Cómo entra un plaguicida en el cuerpo humano? 2013. (Citada 2012 Mayo 13). Disponible en: URL: <http://www.syngenta.com.mx/como-entra-un-plaguicida-en-el-cuerpo-humano.aspx>
219. MARVIC seguridad industrial (sitio en Internet). Catálogo de productos equipo de respiración autónomo SCBA. 2013. (Citada 2013 Septiembre 4). Disponible en: URL: <http://marvic.mx/>
220. Dragër Global (sitio en Internet). Trajes de Protección Química Dräger. 2012. (Citada 2013 Septiembre 4). Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/user/draeger>
221. Occupational Safety and Health Administration (OSHA), (sitio en Internet). Respirator Types. (Citada 2013 Septiembre 4). Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=wf64hl7WYJ8>
222. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Asociación de Bananeros de Colombia (AUGURA) Guía. Uso seguro de Insumos agrícolas plaguicidas e insumos agrícolas. Colombia. 2009

223. Facultad de Medicina Universidad de Buenos Aires (sitio en Internet). Facultad de Medicina Virtual. Salón de los grandes toxicólogos. Paracelso. 2011. (Citada 2013 Septiembre 4). Disponible en: URL: <http://www.fmv-uba.org.ar/comunidad/toxicologia/venenos/paracelso.htm>
224. Paz-Roman MP, Pomares-Millán H. Plaguicidas. Estadísticas Antología (publicación periódica en línea). 2011: 161-164. (Citada 2013 Septiembre 4). Disponible en: URL: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spivst/2012/plaguicidas>
225. Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología. Boletín Epidemiológico 2012 (publicación periódica en línea). (Citada 2013 Agosto 16). Disponible en: URL: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2013.html>
226. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC) Informe Anual 2012. México. 2012.
227. Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC), (sitio en Internet). Botiquín SINTOX. 2013. (Citada 2013 Agosto 16). Disponible en: URL: <http://www.amifac.org.mx/botiquines.html>
228. Reigart R., Roberts J. Recognition and management of pesticide poisonings. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (sitio en Internet). 1999. (Citada 2013 Julio 29). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/pesticides/safety/healthcare>
229. Guía para el tratamiento médico de emergencia en caso de intoxicaciones por agroquímicos. Servicio de Información Toxicológica (SINTOX). Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria, A.C. (AMIFAC). México. 2013.
230. Peña L, Zuluaga A F. Protocolos de manejo del paciente intoxicado. Universidad de Antioquia y colaboración Syngenta. Colombia. 2012.
231. Manejo de intoxicaciones por plaguicidas. Bayer CropScience. Bayer de México, S.A. de C.V. México. 2006

232. World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES). Equipment for vector control Specification guidelines. WHO/HTM/NTD/WHOPES/2010.9. Edición revisada. Italia. 2010.
233. Bayer AG. Animal Health Division. Public Health. Alemania. 1998 (14)
234. Agrotécnica Ragro S.A. de C.V. (sitio en Internet). Línea urbana. Equipos y espolvoreadores. 2013. (Citada 2013 Noviembre 14). Disponible en: URL: <http://www.ragro.com.mx/lgpo.asp?start=1&idgrupo=13&cmd=reset>
235. B&G Equipment Company, (sitio en Internet). VersaFoamer 4000.2008. (Citada 2013 Noviembre 14). Disponible en: URL: http://www.bgequip.com/HTML/pest_controlPCO_equipt/pestcontrol_versafoamer4000.html
236. TeeJet Technologies. (sitio en Internet). Catálogo 51. 2013. (Citada 2013 Noviembre 14). Disponible en: URL: http://www.teejet.com/media/427774/028-035_cat51_spanish.pdf
237. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). Guía de nebulización (rociado espacial) para la aplicación de Insecticidas a volumen ultra bajo (ULV) con equipo pesado. México. 2013
238. Comisión México-Americana para la erradicación del gusano barrenador del ganado (sitio en Internet). Manual de identificación de gusano barrenador del ganado *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) Díptera: Calliphoridae y su diferenciación de otras especies causantes de miasis. México. 2008. (Citado 3 Octubre 2012). Disponible en: URL: <http://www.flsart.org/screwworm/Annex/Annex%201%20Clave%20de%20Identificaci%C3%B3n.pdf>
239. Bayer, S.A. Informaciones Veterinarias. (sitio en Internet). Bayer vs. las moscas. Colombia. 2006. (Citado 6 de Junio 2011). Disponible en: URL: <http://www.sanidadanimal.bayerandina.com/documentos/BayerVsLasMoscas.pdf>

240. Benavides-Ortiz E, Torijano- Forero P, Ortiz- Bedoya R. Diseño y uso de trampas con adherente para el control de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* en la Sabana de Bogotá, Colombia. rev. cien. anim. 2010; 3: 55-67
241. Wieman GA, Campbell JB, Deshazer JA, Berry IL. Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) and heat stress on weight gain and feed efficiency of feeder cattle. J. Econ. Entomol. (publicación periódica en línea) 1992; 85 (5) (Citado 6 de Junio 2011). Disponible en: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1401484>
242. Taylor DB, Moon RD, Mark DR. Economic impact of stable flies (Diptera: Muscidae) on dairy and beef cattle production. J Med Entomol. (publicación periódica en línea). 2012;49(1):198-209. (Citado 6 de Junio 2012). Disponible en: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1401484>
243. Todd DH. The biting fly *Stomoxys calcitrans* (L.) in dairy herds in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research. 1964 (7)1:60-79
244. Centers for Disease Control and Prevention and U.S. Department of Housing and Urban Development. Healthy housing reference manual. Atlanta: US Department of Health and Human Services. 2006.
245. Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología / SINAVE. Boletín Epidemiológico 2013 (publicación periódica en línea) (Citado 3 de Marzo 2013). Disponible en: URL: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2013.html>
246. Molina-López J. Infecciones por *Shigella spp.* Departamento de Microbiología y Parasitología .Facultad de Medicina. UNAM. Recursos en Microbiología y Parasitología. México (sitio en Internet). 2013. (Citado 3 de Marzo 2013). Disponible en: URL: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/shigella.html>
247. Hald B, Skovgård H, Bang DD, Pedersen K, Dybdahl J, Jespersen JB, et al. Flies and *Campylobacter* infection of broiler flocks. Emerg Infect Dis (publicación periódica en línea). 2004. (Citado 25 Noviembre 2012). Disponible en: URL: <http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/10/8/04-0129.htm>

248. Zárate –Ramos JJ. Empleo de microorganismos entomopatógenos para el control biológico de mosca doméstica (*Musca domestica*). Tesis de grado Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. México.1997.
249. Manrique-Saide PC, Delfín-González H. Importancia de las moscas como vectores potenciales de enfermedades diarreicas en humanos. Rev Biomed 1997(8):163-170.
250. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). USA (sitio en Internet). 2013. (Citado 25 de Mayo 2013). Disponible en: URL: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=150251
251. Ochipinti GM., Soto- Vivas A, González J. Protocolo de cría de *Musca domestica* en laboratorio.Boletín de Malariología y Salud Ambienta. 2009; XLIX (2).
252. Generalitat de Catalunya. Departament d´ Agricultura, Alimentació y Acció Rural (sitio en Internet). Control de las moscas en los establos. Producció Agraria Ecológica. 2011;10. (Citado 3 de Marzo 2013). Disponible en: URL: http://www20.gencat.cat/docs/DAR/AL_Alimentacio/AL01_PAE/08_Publicacions_materi_al_referencia/Fitxers_estatics/PAE_Fitxa10_ESP.pdf
253. Harwood R.F., James M.T. Entomología Veterinaria y Médica. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México. 1987.
254. Zorezenon FJ, Junior JJ. Manual Ilustrado de Pragas Urbanas e Outros Animais Sinantrópicos. Instituto Biológico.Brasil. 2006.
255. Hedges S, Moreland D. Field guide for the management of structure-infesting flies. Pest Control Tecnology. G.I.E. Inc. USA. 1998.

256. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (sitio en Internet). Concluye con éxito la campaña en contra del Gusano Barrenador del Ganado. Comunicado de prensa 21 de Mayo 2013 (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2013B301.aspx>
257. Higley L. Muscid Fly Images. Department of Entomology. University of Nebraska–Lincoln (sitio en Internet). 2013. (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://entomology.unl.edu/images/muscidflies/>
258. Kalisch J. Muscid Fly Images. Department of Entomology. University of Nebraska–Lincoln. USA. (sitio en Internet). 2013. (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://entomology.unl.edu/images/muscidflies/>
259. Arod, S.A. de C.V. (sitio en Internet). 2013. Arod. Linea Black. (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://www.aron.com.mx/>
260. Koehler PG, Bayer BE, Branscome D. Cockroaches and Their Management. Department of Entomolgy and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. USA. 1994. Revised: July 2011 (sitio en Internet). 2011. (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://edis.ifas.ufl.edu/ig082>
261. Valles S, Koehler PG, Castner J. German cockroach. Department of Entomolgy and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. USA.1996. (sitio en Internet). Revised: August 2008. (Citado 30 de Septiembre 2013). Disponible en: URL: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/german.htm>
262. Department of Entomology. University of Nebraska–Lincoln (sitio en Internet). 2013. Cockroaches images. (Citado 15 de Octubre 2013). Disponible en: URL: <http://entomology.unl.edu/images/cockroaches/>

263. Juárez-Figueroa RH. Control del escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus* con *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Tesis de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 2007.
264. Gillett-Kaufman JL. Featured Creatures. University of Florida (sitio en Internet). 2006. (citado 5 Septiembre 2013). Disponible en: URL: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/livestock/poultry/lesser_mealworm.htm
265. Dell'Orto Trivelli H, Arias Velázquez CJ. Insectos que dañan granos productos almacenados Serie: Tecnología Poscosecha 4. Chile. FAO.1985
266. Rezende SR, Curvello FA, Fraga ME, Reis RCS, Castilho AMC, Agostinho TS. Control of the *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) with Entomopathogenic Fungi. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Brasil. 2009; 11(2): 121-127
267. Urquiza-Bravo O. Presencia de *Salmonella* en productos avícolas. Los Avicultores y su Entorno. B.M. Editores. México. 2013; 92
268. Rodríguez-Molina C, Navarro-Ocaña A, Cortés CR. Panorama General de la Colibacilosis Aviar en los Altos Jalisco. Prueba de ello, es la organización y participación de la Asociación de Veterinarios Especialistas en Ciencias Avícolas de Occidente (AVECAO). México. Agosto 2013.
269. Van den Berg TP. La enfermedad Infecciosa Aguda de la Bolsa: Una Revisión. Avian Pathol. 2000; 29: 175-193.
270. Rovid AS. Enfermedad de Newcastle. CFSPH Technical Disease Fact Sheets. Centro para la Inocuidad Alimentaria y Salud Pública (Center for Food Security and Public Health). Iowa State University (sitio en Internet). 2010. (Citado 20 Enero 2013). Disponible en: URL: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/enfermedad_de_newcastle.pdf

271. Cauchy L, Coudert F. Enfermedad de Marek. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 1986; 5 (4):1037-1048.
272. Gharaibeh S.M., Avian Leukosis Virus Subgroup J in Chickens: Tissue Tropism and Effects of Antibody on Infection and Viral Mutation. Disertación para Doctorado. University of Georgia. 2001
273. Schroeckenstein DC, Meier-Davis S, Graziano FM, Falomo A, Bush RK. Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (lesser mealworm). Journal of Allergy and Clinical Immunology.1988; 82 (6): 1081-1088
274. Domínguez I. *Alphitobius diaperinus*. Un problema bajo control o bajo los comederos. Enfoque práctico de campo. Elanco Valquímica, S.A. España. 2012.
275. Elanco Animal Health. Darkling beetle impact and control. USA. 2012:1-8
276. The University of Georgia Cooperative Extension Service. Poultry Housing Tips Darkling Beetles...Costs and Control. College of Agricultural and Environmental Science. USA. 2005;17 (12)
277. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (sitio en Internet). División de Biblioteca. Material bibliográfico. Colombia. 2013 (Citado 20 Enero 2013). Disponible en: URL: <http://www.ufpso.edu.co/biblioteca/general.html>
278. Iowa State University (sitio en Internet). California Animal Health and Food Safety Laboratory System. Archivo de imágenes: Enfermedad de Newcastle. Centro para la Inocuidad Alimentaria y Salud Pública (Center for Food Security and Public Health). 2013 (Citado 20 Enero 2013). Disponible en: URL: <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/disease-images.php?name=newcastle-disease&lang=es>
279. Bartelt RJ, Zilkowski BW, Cossé AA, Steelman CD, Singh N. Male-Produced Aggregation Pheromone of the Lesser Mealworm Beetle, *Alphitobius diaperinus*. Journal of Chemical Ecology. 2009; 35 (4): 422-434

- 280 Salin C, Delettre Y R, Cannavacciuolo M, Vernon P. Spatial distribution of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) in the soil of a poultry house along a breeding cycle. *European Journal of Soil Biology*.2000; 36 (2): 107-115
281. Sarto i Moteys V. Ensayo de control de *Alphitobius diaperinus* en granjas avícolas. Universidad Autónoma de Barcelona. España (sitio en Internet). 2012 Presentación pdf. (Citado 20 Enero 2013). Disponible en: URL: <http://www2.avicultura.com/docsav/09-20120508-Victor-Sarto-i-Monteys-Ensayo-de-control-de-Alphitobius-diaperinus-en-granjas-avicolas.pdf>
282. Mustač S, Rozman V, Škvorc V. Laboratory evaluation of efficacy of several formulations to control the lesser mealworm - *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) *Veterinarski Arhiv*. 2013; 83 (5): 563-570
283. Secretaría de Salud. Manual de Vigilancia Epidemiológica de Intoxicación por Picadura de Alacrán. México. 1999.
284. Alagón A, Carrillo C, Chávez-Haro A, De la Mora-Zerpa C, Larralde C, Lamas N, Martín E, Osnaya-Romero N, Pérez Y, Possani L, Romero-Zamora L. Práctica Médica Efectiva. Alacranismo (T63.2 X22) Una herramienta indispensable para el médico del primer nivel de atención. CENIDS. Instituto Nacional de Salud Pública. México. 2005;5(1)
285. Martín-Frías E. Alacranismo en México y Alacranismo regional. Asociación Nacional de Controladores de Plagas Urbanas, A.C. (ANCPUAC) México (sitio en Internet). 2013. (Citado 2 Octubre 2013). Disponible en: URL:http://www.ancpuac.org/ancpuac/index.php?view=article&id=49%3Aalacranismo-en-mexico-y-alacranismo-regional&option=com_content&Itemid=63
286. Beutelspacher-Baigts CR. Catálogo de los alacranes de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1ª edición. México. 2000

287. Martín-Frías E, De la Jara-Alcocer F, Ambriz-Barajas MT. Ensayos de laboratorio del insecticida Bendiocarb (Ficam® W 76%) contra alcranes peligrosos del género *Centruroides* (Escorpiones, Buthidae). XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Aguascalientes, Aguascalientes 23 a 26 de Mayo. México. 1999:493
288. Martín-Frías E, De la Jara-Alcocer F, Ambriz-Barajas MT, Losoya-Solis A, Castañón A M. Evaluación de Bendiocarb (Ficam W) y Lindano para su empleo en programas de control de alcranes. 2° Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Medicina Tropical. Memorias de la Sociedad Mexicana de Medicina Tropical. Monterrey, Nuevo León. México. 28-31 Mayo 2002: 34, 51
289. World Health Organization (WHO). Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance. (WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/2006.1) 6a. edición. Italia. 2006
290. Instituto Bioclon y Laboratorio Silanes. (sitio en Internet). Red nacional de centros regionales de referencia para el control y tratamiento de las intoxicaciones por animales ponzoñosos (Redtox). Alacranes. 2013. (Citado 2 Octubre 2013). Disponible en: URL: <http://www.redtox.org/rt3/servlet/CtrlInteriorEsp?g=7>
291. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. 22ª edición. España (sitio en Internet). 2001. (Citada 2011 Enero 8). Disponible en: URL: http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=roedor
292. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. 22ª edición. (sitio en Internet). 2001. (Citada 2011 Enero 8). Disponible en: URL: http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=taxonomía
293. Huchon D, Madsen O, Mark J J, Sibbald B, Ament K, Stanhope M J *et al.* Rodent Phylogeny and a Timescale for the Evolution of Glires: Evidence from an Extensive Taxon Sampling Using Three Nuclear Genes. *Mol. Biol. Evol.* 2002; 19(7):1053–1065

294. Janec̃ka J, Miller W, Pringle TH, Wiens F, Zitzmann A, Helgen KM, Springer M S, Murphy WJ. Molecular and Genomic Data Identify the Closest Living Relative of Primates. *Science*. 2007; 318: 792-794
295. Cladística. www.etimologiasdechile.net Chile (sitio en Internet). 2012 (Citada 2011 Julio 12). Disponible en: URL: <http://etimologias.dechile.net/?cladistica>
296. Archibald JD, Averianov AO, Ekdale EG. Late Cretaceous relatives of rabbits, rodents, and other extant eutherian mammals. *Nature* (publicación periódica en línea). 2001; 414(6859):62-65. (Citada 2011 Abril 24). Disponible en: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11689942>
297. Springer MS, Murphy WJ, Eizirik E, O'Brien SJ. Placental mammal diversification and the Cretaceous-Tertiary boundary. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003; 100(3):1056-1061.
298. Sánchez NF. *Roedores y Lagomorfos*. 1ª ed. México: Colegio de Ingenieros Agrónomos de México. México. 1981.
299. Dieusaert T. El cráter de la muerte. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Revista ¿Cómo ves?. México (sitio en Internet). 2013. (Citada 2011 Julio 12). Disponible en: URL: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/34/el-crater-de-la-muerte>
300. Skulls Unlimited International Inc. & The Skeleton Crew (sitio en Internet). USA. 2012. Skulls. Rodentia, Lagomorfa. (Citada 2011 Julio 12). Disponible en: URL: http://www.skullsunlimited.com/record_order.php?id=12
301. Pinheiro G, Rodrigues- Cassino P C. Ocorrência e Distribuição de Calliphoridae (Díptera, Oestroidea) em um Fragmento de Mata Atlântica Secundária no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. *Revista de Biología e Ciências da Terra*. 2006; 6(1):152-164

302. Guellar F. El templo de las ratas. www.mundoescuela.com. [Video en Internet] (Citada 2013 Agosto 22). Disponible en: URL: <http://www.youtube.com/watch?v=XTicoaZsBh4>
303. Brooks JE, Rowe FP. Commensal rodent control. World Health Organization. Génova. Italia.1987
304. The the BayScience Foundation. www.ZipcodeZoo.com. (sitio en Internet). USA. 2010. (Citada 2010 Octubre 16). Disponible en: URL: http://zipcodezoo.com/Key/Animalia/Rodentia_Order.asp
305. Jackson BW. Survival of Rats at Eniwetok Atoll. Pacific Science. 1969. 23 (3): 265-275. (sitio en Internet). (Citada 2010 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://hdl.handle.net/10125/3382>
306. Jackson BW. Rats, bombs and paradise-the story at Eniwetok. Vertebrate Pest Conference Proceedings collection. University of Nebraska-Lincoln. Proceedings of the 3rd Vertebrate Pest Conference. March1967 (sitio en Internet).USA. 1967:45-46 (Citada 2010 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://digitalcommons.unl.edu/vpc3/11>
307. Bayer CropScience Chile. (sitio en Internet). Mecanismos de transmisión de enfermedades presente en los roedores. 2011(Citada 2011 Enero 8). Disponible en: URL: <http://www.environmental.bayercropscience.cl/rattus.asp#006>
308. Flores-Castro R. Epizootiología de la Salmonelosis en bovinos, porcinos y aves. Ciencia Veterinaria. 1981; 3:147-174
309. Picco N. Los roedores como transmisores de enfermedades zoonóticas. Universidad Nacional de Río Cuarto (sitio en Internet). 2003. (Citada 2013 Agosto 2013). Disponible en: URL: http://newweb.www.paho.org/Spanish/PED/te_rdes.htm
310. United States Department of Agriculture. Rodents. USA. 1998.
311. Landete-Castillejos T, Del Cerro-Barja A. La rata de alacntarilla: *Rattus norvegicus*, ecología y comportamiento. Ciencia y Técnica. España. 1988; 2

312. Brown, R. Z. Biological factors in domestic rodent control. Public Health Service, US Dep. Health, Educ. Welfare. 1969; 773
313. Chaval Y. /INRA-CBGP en Community Ecology of Rodents and their Pathogens in South-East Asia. *Rattus norvegicus*. L'Agence nationale de la recherche. Francia (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Agosto 2013). Disponible en: URL: <http://www.ceropath.org/rdbsea/species>
314. Andera M. Fotografías no. 17938b y 17941b. *Rattus rattus*. www.NaturePhoto-CZ.com (sitio en Internet). Banco de fotos. 2013. (Citada 2013 Octubre 28). Disponible en: URL: http://www.naturephoto-cz.com/rattus-rattus-photo_lat-17941.html
315. Andera M. Fotografías no. 14888b. *Mus musculus*. www.NaturePhoto-CZ.com (sitio en Internet). Banco de fotos. 2013. (Citada 2013 Octubre 28). Disponible en: URL: <http://www.naturephoto-cz.com/house-mouse-photo-14888.html>
316. V'diáfana F, Espino R, Moníero G. Bornoíe J G, Diaz M y Alonso N. Efectividad del rodenticida biorat en ambientes pecuários y urbano. N. Rev. Pat. Trop. 1995; 24 (1): 11-19
317. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ecología y lucha contra los roedores de importancia sanitaria. Serie de informes técnicos No. 553. Suiza. 1974.
318. Trampas electrónicas. www.victorpest.com. México (sitio en Internet). 2011 (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://victorpest.com.mx/index.php?/Electronicas>
319. World Society of Protection Anima (WSPA). Legislación de protección animal (sitio en Internet). Presentación en pdf. 2011. (Citada 2013 Octubre 28) Disponible en URL: http://www.wspa-latinoamerica.org/Images/M%C3%B3dulo%2032%20Organizaciones%20de%20Bienes%20Animal_tcm24-20799.pdf

320. Trampa de madera. www.victorpest.com.mx. México (sitio en Internet). 2011. (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://victorpest.com.mx/index.php?/Madera/ver-todos-productos.html>
321. Nutriaich. Imágen tomada del video de captura de ratones [video en Internet]. 2010. (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://youtu.be/EgOXTQI5gy0>
322. Johnkrista. Imágen tomada del video de captura de rata. [video en Internet]. 2010. (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://youtu.be/1Th3RqUDKS4>
323. Sherman Traps, Inc.USA (sitio en Internet). 2010 (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: http://www.shermantraps.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=2&category_id=1&option=com_virtuemart&Itemid=53
324. Rodenticide Resistance Action Committee (RRAC) (sitio en Internet). Croplife International. 2007. (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://www.rrac.info/disclaimer/>
325. MacSwiney JF, Wallace ME. Genetics of warfarin-resistance in house mice of three separate localities. J. Hyg. Camb. 1978; 80: 69-79
326. Smith RH, Greaves JH. Resistance to anticoagulant rodenticides: the problem and its management. Proc 4th Int Work Conf. Stored-Product Protection. Israel. Editores: Donahaye E and Navarro S. 1986: 302-315
327. Margalef R. Ecología. En: Williams de Castro M; Valle DF; Tamashiro R; Cossios D & Medina F. Clases de edades y patrones de estacionalidad reproductiva en roedores de la localidad de Tambo, provincia de Canta. Ecología. 1998; 1 (1):102-106.
328. Fundación Mundo Sano. Manual de control de roedores en municipios. Módulo II. Crecimiento de las poblaciones de roedores. Serie Enfermedades Transmisibles. 2005. [serial online]. 2011. (Citada 2013 Octubre 28) Disponible en: URL: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/roedores/modulo1-3.pdf>

329. Higiene Ambiental Consulting S.L. (sitio en Internet). España. Mapa de resistencia a los rodenticidas anticoagulantes en Reino Unido. Presentación en pdf. 2013. (Citada 2013 Octubre 28) Disponible en: URL: <http://www.higieneambiental.com/control-de-plagas/mapa-de-resistencia-a-los-rodenticidas-anticoagulantes-en-reino-unido>
330. National Geographic y NOVA. Rat attack. Premiers on NOVA. [Video en Internet] 2009- (Citada 2011 Octubre 16). Disponible en: URL: <http://youtu.be/63QOBq08Fzk>
331. Pest Magazine. New type of rodenticide resistance found in Kent. Foxhill Publishing Limited. UK. 2010
332. Saldaña-Vázquez R A. Comparación de la diversidad de murciélagos Filostómidos en fragmentos de bosque Mesófilo de montaña y cafetales de sombra, del centro de Veracruz. Tesis de grado Maestro en Ciencias en Ecología y manejo de recursos naturales. Instituto Nacional de Ecología, A.C. México. 2008.
333. Villa R B. Los Murciélagos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional autónoma de México. México. 1996.
334. Torres-Flores J W, Guevara- Chumacero L M. Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. Depto. de Biología, División de CBS. UAM-I. ContactoS. 2010. 77: 5–9
335. Simmons NB. Orden Chiroptera. In: Mammal Species of the World: a taxonomica and geographic reference. Eds: Wilson E, Reeder D M. John Hopkins University Press. USA. 3th edition. 2005. 1.
336. Kunz T H, Pierson E D. Bats of the World: an introduction. In: Norwak R W, Walker´s Bats of the World. John Hopkins University Press. USA. 1994
337. Villa RB, Cervantes FA. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 2003.

338. Simmons NB, Geisler JH. Phylogenetic relationships of *Icaronycteris*, *Archaeonycteris*, *Hassianycteris*, and *Paleochiropteryx* to extant bat lineages, with comments on the evolution of echolocation and foraging strategies in microchiroptera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1998; 235, 1–182.
339. Flores-Saldaña MG. Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biósfera y tierra comunitaria de origen Pilón Lajas, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*. 2008.15 (2): 309-322
340. González- Christen A. De vampiros a vampiros. *Foresta Veracruzana*. 2003; 5 (1): 53-58
341. Villa RB. Biología de los murciélagos hematófagos. *Ciencia Veterinaria*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional autónoma de México. 1976; 1:85-99
342. Lord RD. Guía sobre estrategia ecológica para controlar la rabia bovina. *Ciencia Veterinaria*. FMVZ. México.1981; 3:83-84
343. Paraguay Biodiversidad (sitio en Internet). 2012. (Citada 2013 Noviembre 18) Disponible en: URL: <http://www.pybio.org/index.php?s=Desmodus>
344. Gerald C. 2006. Winged vampire bat ("*Diaemus youngii*"). Wikipedia Foundation Inc. [online]. 2013. (Citada 2013 Noviembre 18) Disponible en: URL: http://en.wikipedia.org/wiki/White-winged_vampire_bat
345. Quintana N H, Pacheco T V. Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 2007; 24(1): 81-88
346. National Geographic Society. National Geographic (sitio en Internet). 2013. Common Vampire Bat. *Desmodus rotundus*. (Citada 2013 Noviembre 18) Disponible en: URL: <http://animals.nationalgeographic.com/animals/mammals/common-vampire-bat/#close-modal>
347. Flores-Crespo R, Labrandero-Iñigo E. Características más importantes para diferenciar a los murciélagos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 2001.

348. Tahara A. Murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*). Naturalista. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) [base de datos en Internet]. 2014. (Citada 2013 Diciembre 3) Disponible en: URL: <http://conabio.inaturalist.org/taxa/41168-Desmodus-rotundus>

349. Vargas-García R, Cárdenas-Lara R. Epidemiología de la Rabia: situación actual. Ciencia Veterinaria. FMVZ. México (publicación periódica en línea). 1996; 7:332 (Citada 2011 Diciembre 17) Disponible en: URL: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol7/CVv7c12.pdf>

350. Acosta RMR, Hernández ME, Flores GHF; Gayosso VA, Alonso MRA. Evaluación de la respuesta inmune en bovinos contra el antígeno Gg recombinante del virus de la rabia expresado en baculovirus. XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. México (sitio en Internet). 2011. (Citada: 2011 Diciembre 17) Disponible en: URL: http://reunionesnacionales.org.mx/2011/docs/memoria_pecuaria.pdf

351. Flores-Crespo R. La Rabia en las diferentes especies, sus transmisores y su control. INIFAP-SAGAR, 1ª edición, México. IICA/ OPS.1998

352. Día mundial contra la Rabia. www.worldrabiesday.org - 2011 - Alianza para el Control de la Rabia (sitio en Internet). México. 2011. (Citada 2012 Enero 3) Disponible en: URL: <http://www.youtube.com/watch?v=s6bZrA-tcrw&feature=youtu.be>

353. WHO Expert Committee on Rabies. Sixth Report. OMS. Ginebra, Suiza. 1973. Technical Report Series No. 523: 12

354. WHO Expert Consultation on Rabies. First Report. OMS. Ginebra, Suiza. 2005. Technical Report Series No. 931: 18-19

355. Aguilar-Setién A, Tesoro-Cruz E, Salas-Rojas M, Alonso-Morales R, Blanco-Favela F. Las vacunas génicas (ADN): ¿Pueden sustituir a las convencionales para el control de la rabia? Bioquímica. 2008; 33 (4): 147-154

356. Flores-Crespo R. La rabia, los murciélagos y el control de los hematófagos. Ciencia Veterinaria. México. FMVZ (sitio en Internet). México. 1978 (2): 38-70. (Citada 2013 Diciembre 3) Disponible en: URL: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c2.pdf>
357. Secretaría de Salud. CENAPRECE. Programa de acción específico 2007-2012. Rabia y otras zoonosis 1ª. Edición. México. 2008
358. Global Alliance for Rabies Control. 12 rabies facts (sitio en Internet). 2011. (Citada 2012 Julio 8) Disponible en: URL: <http://www.rabiescontrol.net/about-rabies/what-is-rabies.html>
359. OMS. Rabia Nota descriptiva N° 99. Septiembre de 2011 (sitio en Internet). 2012. (Citada 2012 Enero 3) Disponible en: URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs099/es/index.html>
360. World Health Organization. Rabies. Essential rabies maps (sitio en Internet). 2013. [Citada 2013 Noviembre 11] Disponible en: URL: http://www.who.int/rabies/rabies_maps/en/index.html
361. Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE): CENAVECE. Boletín epidemiológico [base de datos en Internet] México. 2014. (Citada 2014 Enero 5) Disponible en: URL: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/indice-2013.html>
362. Clem J. Rabies in a human patient [video en Internet] 2011. (Citada 2013 diciembre 3) Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EZbrNN9KeUI>
363. Rakesh Kalsiya. Dies in AP, India For Lack Of Anti-Rabies Vaccine [video en Internet] 2011. (Citada 2013 Diciembre 3) Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9AF8c1WwzSI>

364. Secretaría de Salud. Centro nacional de Vigilancia Epidemiológica (CENAVE). Memoria Día Mundial de la Rabia 28 de Septiembre 2008: Avances de la Rabia (sitio en Internet). México. 2012. (Citada 2012 Enero 3) Disponible en: URL: <http://www.cenave.gob.mx/zoonosis/interactivo/avancesnacional.html>
365. Quitney J. "First Open the Dog's Skull...": "Laboratory Diagnosis of Rabies" circa 1955 Public Health Service [video en Internet] 2011. (Citada 2013 Diciembre 3) Disponible en: URL: <http://www.youtube.com/watch?v=8J8qEvCBz5w>
366. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), (sitio en Internet). Rabia en bovinos y especies ganaderas. Situación actual. (Citada 2014 Enero 5) Disponible en: URL: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4407>
367. Internet Center for Wildlife Damage Management. Bats (sitio en Internet). 2005. (Citada 2013 Diciembre 3) Disponible en: URL: <http://icwdm.org/handbook/mammals/bats.asp>
368. WHO Expert Committee on Rabies. Seven Report. OMS. Ginebra, Suiza. Technical Report Series No. 709: 1984: 62-66
369. Linhart SB, Flores-Crespo R, Mitchell CC. Control de murciélagos vampiros por medio de un anticoagulante. Boletín de la OPS. Reprinted from English edition of the OPS.1972; VI (2): 31-38
370. United States Environmental Protection Agency. Final Risk Mitigation Decision for Ten Rodenticides (sitio en Internet). USA. Octubre 2011. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/rodenticides/finalriskdecision.htm>
371. Labrandero-Iñigo E. Control de vampiros. Ungüento vampiricida. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación pecuaria en México, A.C. (PAIEPEME). (sitio en Internet). (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.controldevampiros.com.mx/contacto.html>

372. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). NOM-067-ZOO-2007. Campaña nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas. Diario Oficial de la Federación (DOF) (sitio en Internet). Mayo 20 2011. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5190251&fecha=20/05/2011
373. Organización Panamericana para la Salud (OPS)/ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). La rabia y los murciélagos Vampiro. Parte 3 [video en Internet]. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=aXLR6R-E7Rs>
374. Pérez-Rivero JJ et al. Detección de receptores estrogénicos beta (ER β) en testículo de *Desmodus rotundus* mediante el uso de coumestrol. Vet. Méx. 2005; 36 (4).
375. Cortés-García B. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Campaña para la prevención y Control de la Rabia y Especies Ganaderas. [Presentación pdf. en Internet]. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=7&ved=0CGAQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.paho.org%2Fpanaftosa%2Findex.php%3Fopcion%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D420%26Itemid%3D156&ei=vibXUuqcLM3KsQTN0YLoDQ&usq=AFQjCNHijHdgdHaUL2wnrzi9z5KsMnhYUQ&sig2=E74brBLgKafDanptZo2wzQ
376. Blank Hamer IJ. El maravilloso mundo de los perros. Volumen 1. Editorial Trillas. 2ª Edición. México. 1994
377. Acosta A, Loponte D, García-Esponda C. Primer registro de perro doméstico prehispánico (*Canis familiaris*) entre los grupos cazadores recolectores del humedal de Paraná inferior (Argentina). Universidad de los Andes. Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología (publicación periódica e línea)]. 2011: 175-199. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://dx.doi.org/10.7440/antipoda13.2011.09>

378. American Kennel Club (sitio en Internet). AKC breeds. Complete breed list. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: http://www.akc.org/breeds/complete_breed_list.cfm
379. Jordana J, Manteca X, Ribo O. Comparative analysis of morphological and behavioral characters in the domestic dog and their importance in the reconstruction of phylogenetic relationships in canids. Genet. Mol. Biol. (publicación periódica en línea)]. 1999; 22 (1). (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47571999000100011
380. Ortega-Pacheco A, Rodríguez-Buenfil JC, Leal-Ortega J. Actividad estral de perros callejeros en la ciudad de Mérida y su relación con edad, tamaño y condición corporal. Rev Biomed 2000; 11:107-12.
381. Ortega-Pacheco A. La sobrepoblación canina: un problema con repercusiones potenciales para la salud humana. Rev Biomed. (sitio en Internet). 2001; 12:290-291 (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.uady.mx/~biomedic/rb0112411.pdf>
382. Cierran tiendas de +Kota en Jalisco. LA SILLA ROTA (sitio en Internet). Julio 6 2013. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.lasillarota.com/estados/item/71865-cierran-tiendas-de-%20kota-en-jalisco>
383. Salamanca CA, Polo LJ, Vargas J. Sobrepoblación canina y felina: tendencias y nuevas perspectivas. Rev. Med. Vet. Zoot. 2011; 58(1):45-53
384. Organización Panamericana para la Salud (OPS). Promoción de Estrategias para el estímulo de la participación comunitaria y la educación popular en el control del dengue a través de la comunicación social. Reunión Subregional de los Países del Cono Sur (sitio en Internet). 2002. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.paho.org/Project.asp?SEL=TP&LNG=SPA&CD=DENGU>.
385. Jiménez R. Sacrifican 15 mil perros al mes en la metrópoli: ONG. EL UNIVERSAL (sitio en Internet). Enero 10 2008. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/88467.html>

386. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, VI Legislatura. (sitio en Internet). Ley de Protección a los Animales del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal. Noviembre 2 2012. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal: Febrero 24. 2009. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL: <http://www.ssp.df.gob.mx/TransparenciaSSP/Leyes%20Locales/21LEYPROTECCIONANIMALESDF.pdf>
387. Fundación Haghenbeck y de la Lama I.A.P. (sitio en Internet). Marco jurídico. 2013.(Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: URL:<http://www.fahl.com.mx/contacto.html>
388. Operativo contra vendedores ilegales de perros en puente Perisur. Febrero 2 2012. [Video en Internet] (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: [URL: https://www.youtube.com/watch?v=YjbtPKs9G9s](https://www.youtube.com/watch?v=YjbtPKs9G9s)
389. De Santiago-Fernández L. El maltrato animal desde un punto de vista criminológico. Derecho y cambio social (sitio en Internet). Perú. 2013: 1-11(Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: [URL: http://www.derechoycambiosocial.com/revista033/maltrato_animal.pdf](http://www.derechoycambiosocial.com/revista033/maltrato_animal.pdf)
390. PETA. PETA Latino. ¡Marjorie de Sousa insta a sus fans a que siempre esterilicen a sus animales! (sitio en Internet). 2013. (Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: [URL: http://www.petalatino.com/features/marjorie-de-sousa-siempre-esteriliza-adopta/](http://www.petalatino.com/features/marjorie-de-sousa-siempre-esteriliza-adopta/)
391. El campito refugio (sitio en Internet). Argentina. 2012(Citada 2013 Diciembre 2). Disponible en: [URL: http://www.elcampitorefugio.org/index.php](http://www.elcampitorefugio.org/index.php)