



**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD
BIOLÓGICA DE LOS LARVICIDAS
UTILIZADOS EN EL PROGRAMA
NACIONAL DE CONTROL DE
VECTORES EN MÉXICO**

MÉXICO, D.F., 2016

RESUMEN EJECUTIVO

El Dengue, Chikungunya y Zika son un problema grave y creciente de salud pública en México, con la reciente introducción de la vacuna contra el dengue a nuestro país, se cuenta con una herramienta más para el control de dicha enfermedad, sin embargo el mismo mosquito (*Aedes aegypti*) puede transmitir otros virus de las cuales aun no se cuenta con alguna vacuna, es por ello que una de las herramientas más importantes que coadyuvan en el control de las enfermedades transmitidas por mosquitos, sigue siendo la aplicación de insecticidas (control químico) para el control de mosquitos, dentro del control químico se tienen dos grandes retos, el abatir en la medida de lo posible la mayor cantidad de larvas de mosquitos (consecuentemente se tendrán menos adultos) y el controlar la mayor cantidad de individuos adultos con la aspersión de insecticidas que permitan reducir el riesgo de transmisión enfermedades como Dengue, Chikungunya o Zika.

El presente estudio sobre la “Evaluación de la efectividad biológica de los larvicidas utilizados en el programa nacional de control de enfermedades transmitidas por vectores”, es el segundo que se realiza de manera regular y sistemática por el CENAPRECE en coordinación con la Sociedad Mexicana de Salud Pública A.C., el cual tuvo como objetivo realizar la evaluación de la efectividad biológica de los distintos larvicidas que el CENAPRECE recomienda, dentro de los que se encuentra cuatro grupos distintos, los organofosforados (formulaciones de temefos granular y líquidas), las lactonas (formulaciones de Spinosad en tabletas, granular y líquida), las microbianas (formulaciones de *Bacillus thuringiensis*) y los reguladores del crecimiento (formulaciones de novalurón y metopreno), con el objetivo de verificar cuales de los productos recomendados, tienen una mejor efectividad biológica contra larvas de mosquitos de *Aedes aegypti*.

El estudio se realizó en condiciones semi-controladas de laboratorio en las Unidades de Bioensayos de siete entidades federativas, con el uso de palanganas de 20 litros y tambos de 208 litros de capacidad, con lapsos de evaluación de 24 y 48 horas, 7, 15, 30, 45 y 60 días.

Se encontró que las lactonas y los reguladores del crecimiento son los larvicidas que presentan mejor efectividad y residualidad, mientras que las distintas formulaciones de temefos granular y líquido, si bien tuvieron una buena mortalidad aguda, después de 15 días de estudio, su residualidad disminuyo a niveles por debajo de lo que establece la NOM-032-SSA-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción,

prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores, para el caso de las formulaciones de *Bacillus thuringiensis*, se observó que tanto la mortalidad aguda, como la residualidad, se encuentran por debajo de los niveles que establece la normatividad aplicable.

Con base en los resultados obtenidos, se concluyó que el uso de formulaciones de Spinosad, debe realizarse en situaciones donde el control de larvas de mosquitos sea crítico (épocas de mayor riesgo de transmisión) y la aplicación de reguladores del crecimiento deben realizarse en épocas del año con riesgo bajo de transmisión, para mantener en un nivel óptimo de control a las poblaciones de larvas de mosquitos, esto aunado a la estrategia de manejo de resistencia a insecticidas que se ha seguido por la Secretaría de Salud, en la cual se prevé el uso de diferentes grupos químicos de resistencia, para el control de las distintas fases del vector.

ÍNDICE

Introducción.....	5
Problemática del Dengue, Chikungunya y Zika.....	6
Justificación del estudio.....	17
Objetivos.....	17
Metodología de trabajo.....	18
Desarrollo experimental.....	26
Resultados nacionales.....	35
Resultados por estados.....	65
Discusión.....	86
Conclusiones.....	88
Referencias bibliográficas.....	90

INTRODUCCIÓN

Las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) representan un importante problema de salud pública en el mundo, dentro de las ETVs, El Dengue, Chikungunya y Zika son las más importantes en México, nuevamente se han incorporando a la agenda de prioridades de atención, debido a que la incidencia* y el impacto sobre la morbilidad** y mortalidad de la población han aumentado significativamente.

Actualmente existe una vacuna contra el dengue, sin embargo las especies de mosquito (*Aedes aegypti* y *A. albopictus*) que transmite el dengue, puede transmitir otros virus de las cuales aún no se cuenta con alguna vacuna (Chikungunya y Zika), así como tampoco existe tratamiento específico y efectivo contra estas, por lo que el control de los vectores sigue siendo la única estrategia disponible para controlar y prevenir la transmisión de las enfermedades; de ahí la necesidad de reestructurar y fortalecer las estrategias de vigilancia y las medidas de control que han demostrado tener un impacto en la transmisión de la enfermedad.

La Secretaria de Salud a través del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE), emplea diversas estrategias para reducir las poblaciones del vector, aplicando medidas de control físico y químico principalmente.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la efectividad biológica de los larvicidas recomendados por el CENAPRECE sobre *A. aegypti*, así como establecer estrategias de control químico basadas en evidencia técnica y científica que permitan utilizar los productos que demuestren una mejor eficacia.

PROBLEMÁTICA DEL DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA

El Dengue, Chikungunya y Zika son enfermedades infecciosas agudas producidas por un virus, se transmiten a los humanos a través de la picadura de la hembra del mosquito del género *Aedes* (Culicidae) y cuyos vectores en México son *A. albopictus* y *A. aegypti*, siendo este último el de mayor importancia.

Este mosquito es una especie tropical y subtropical ampliamente distribuida alrededor del mundo entre los 35° de latitud norte y 35° de latitud sur, pero puede extenderse hasta los 45° norte y hasta los 40° sur. La altitud promedio donde se encuentra es por debajo de los 1,200 metros sobre el nivel del mar (msnm), aunque se ha registrado su presencia en alturas alrededor de los 2,400 msnm en África.

Las etapas inmaduras del mosquito se encuentran principalmente en recipientes con agua, como floreros y masetas, dentro de las viviendas. También se pueden encontrar en objetos expuestos a la lluvia que se convierten en criaderos de mosquitos, tales como llantas usadas, recipientes desechables de alimentos y bebidas, canales obstruidos y edificios en construcción. Generalmente, estos mosquitos no vuelan lejos, la mayoría permanece a menos de 100 metros del lugar donde emergieron [1].

Un mosquito portador del virus puede transmitirlo durante todo su ciclo de vida y a su prole (transmisión vertical), lo que representa un alto riesgo para la población, haciendo innecesario que los mosquitos recién nacidos deban alimentarse para infectarse y participar de la transmisión [2, 3].

En el caso del dengue, los síntomas aparecen transcurridos entre 3 y 14 días tras la picadura, sin embargo, éstos difieren al tratarse de dengue grave o dengue no grave. El dengue no grave ocasiona fiebre, dolor de cabeza, dolores articulares o musculares, disminución del apetito, postración, erupción cutánea, linfadenopatía, y leucopenia. Mientras que el dengue grave es una complicación del primero y es potencialmente mortal porque cursa con extravasación de plasma, acumulación de líquidos, dificultad respiratoria, hemorragias graves o falla orgánica. Los signos que advierten de esta complicación se presentan entre 3 y 7 días después de los primeros síntomas y se acompañan de un descenso de la temperatura corporal. Se puede presentar dolor abdominal intenso, respiración acelerada, hemorragias de las encías, fatiga, irritabilidad, vómitos persistentes y presencia de sangre en el vómito debidos a extravasación de plasma, hemoconcentración, deterioro de órganos y alteraciones en la homeostasis. Las siguientes 24 a 48 horas de la etapa crítica pueden ser letales por lo que se requiere atención médica para evitar otras complicaciones y disminuir

el riesgo de muerte [3].

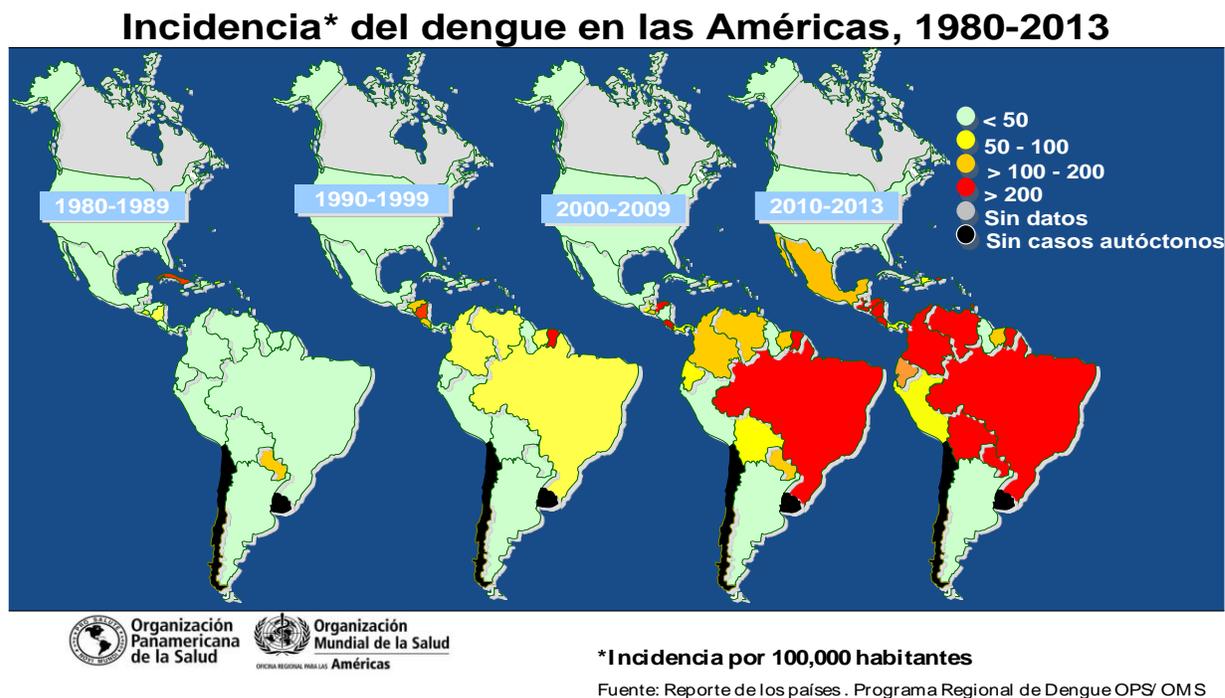
Se conocen cuatro serotipos distintos del virus que causa el dengue: DEN 1, DEN 2, DEN 3 y DEN 4. Cuando una persona se recupera de la infección adquiere inmunidad de por vida contra el serotipo en particular. Sin embargo, es posible que la persona vuelva a contraer la enfermedad debido a los otros tres serotipos existentes. Las infecciones posteriores causadas por otros serotipos aumentan el riesgo de padecer el dengue de tipo hemorrágico, así como factores individuales tales como edad, raza y posibles enfermedades crónicas (asma bronquial, anemia de células falciformes y diabetes mellitus). Los lactantes y los niños pueden tener menor capacidad de generar una sólida respuesta inmunitaria, por consiguiente, están en mayor riesgo de desarrollar dengue grave [2,3].

Se estima que cerca de 2.5 millones de personas en el mundo están en riesgo de contraer dengue. Previo a la década de los años setenta, sólo 9 países habían sufrido epidemias de dengue grave. Actualmente la enfermedad es endémica en más de 112 países de las regiones de África, América, el Mediterráneo Oriental, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental [3].

Descripción de la situación epidemiológica actual del dengue en América [4]

Como se observa en la Figura I, la incidencia de casos de dengue en las regiones de América Central, América del Sur y en México ha aumentado a partir de la década de 1980 al año 2013 a pesar de los esfuerzos de los estados miembro de la OMS y de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para controlar la transmisión de esta enfermedad [4].

Figura I.



Por su parte México estuvo libre de dengue hasta la década de los años 60's y no fue sino hasta 1978 cuando *A. aegypti* regresó al país. Para ese momento, las campañas de control de mosquitos se habían relajado, lo que permitió que *A. aegypti* reinfestará el país, de tal forma que en la década de los 80's se reportó afectación en 27 de las 32 entidades federativas con casos de fiebre por dengue que han ido en constante aumento desde entonces, de tal forma que de 2 casos por 100 mil habitantes reportados en el año 2000 se incrementó a 40 casos por 100 mil habitantes en el 2012.

Actualmente ocurren brotes de importancia en prácticamente todo el territorio nacional, tanto en poblaciones urbanas como en rurales, se estima que más del 60% del territorio nacional presenta condiciones que favorecen la transmisión del dengue, en donde residen más de 50 millones de personas y se localiza la mayor parte de los centros agrícolas, ganaderos, industriales, pesqueros, petroleros y turísticos de importancia para el país, lo cual se muestra en las siguientes ilustraciones:

Casos confirmados para fiebre por dengue (FD) y fiebre hemorrágica por dengue (FHD) en México, 2011-2015*

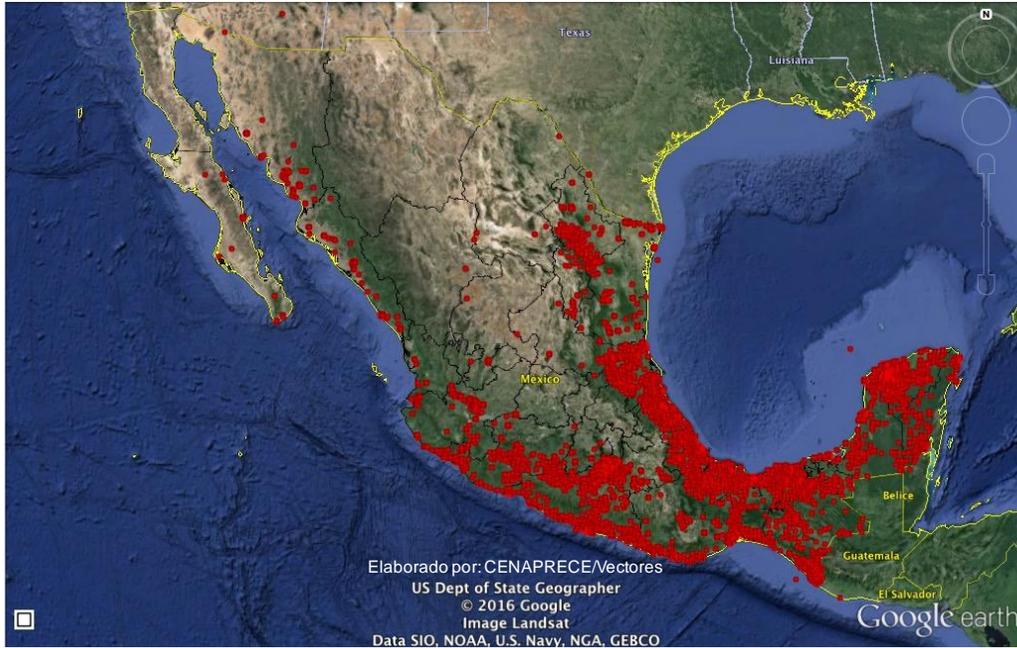
Datos	2011	2012	2013	2014	2015	Porcentaje de Cambio (2014-2015)
Casos FD	11,398	33,408	44,162	23,760	21,201	-10.7
Casos FHD	4,989	18,720	19,822	8,856	5,464	-38.3
Dengue Total	16,387	52,128	63,984	32,616	26,665	-18.2
Defunciones	50	170	192	76	42	-44.7
Letalidad	1%	0.91%	0.91%	0.86%	0.77%	-10.5

*Información a la primera semana de 2016. Fuente SINAVE/DGE/SALUD/Sistema Especial de Vigilancia Epidemiológica de Dengue.

Distribución de casos de dengue 2011



Distribución de casos de dengue 2012



Distribución de casos de dengue 2013



Distribución de casos de dengue 2014



Distribución de casos de dengue 2015



El control de la diseminación de los virus transmitidos por artrópodos (arbovirus) en América no ha sido muy exitoso, pues la transmisión por virus de Chikungunya (CHIKV) también ha ido en aumento.

Chikungunya es una enfermedad vírica transmitida a los seres humanos por mosquitos infectados con el virus Chikungunya. Los mosquitos implicados son el

Aedes aegypti y el *Aedes albopictus*, los mismos que para la transmisión del dengue. Ambas especies se encuentran distribuidas en los trópicos y *A. albopictus* también está presente en latitudes más templadas. Dada la amplia distribución de estos vectores en las Américas, toda la región también es susceptible a la transmisión sostenida del virus de Chikungunya, lo cual significa un alto riesgo para la población. Los grandes brotes resultantes podrían colapsar los sistemas de atención de salud existentes y la infraestructura de salud pública.

Los mosquitos adquieren el virus a partir de un huésped virémico. Después de un periodo promedio de incubación extrínseca de 10 días, el mosquito es capaz de transmitir el virus a un huésped susceptible, como a un ser humano. Los síntomas de la enfermedad comienzan generalmente de 4 a 8 días después de la picadura del mosquito, pero pueden aparecer en cualquier momento entre el día 2 y el día 12.

El síntoma más común de la enfermedad es una aparición repentina de fiebre, a menudo acompañada de dolor en las articulaciones. Otros síntomas incluyen dolor muscular, dolor de cabeza, náuseas, fatiga y erupción cutánea. El dolor severo en las articulaciones por lo general dura unos pocos días, pero puede persistir durante meses o incluso años. Las complicaciones graves son poco frecuentes, pero en las personas mayores, la enfermedad puede contribuir a la causa de la muerte. No existe una vacuna o tratamiento con medicamentos antivirales para la chikungunya. El tratamiento se centra en aliviar los síntomas.

Chikungunya fue descrita por primera vez durante un brote en el sur de Tanzania en 1952, y actualmente se le ha identificado en Asia, África, Europa y en las Américas. En estas últimas, la Chikungunya fue hallada por primera vez en diciembre de 2013 en islas del Caribe. A finales de marzo de 2014, más de 15.000 casos sospechosos fueron reportados en el Caribe. La transmisión de la enfermedad ha sido reportada en Anguila, Islas Vírgenes Británicas, Dominica, Guayana Francesa, Guadalupe, Martinica, San Bartolomé, St. Martin (parte francesa) y San Martín (parte holandesa). Aruba solo ha informado de un caso importado.

Actualmente los esfuerzos de prevención y control de la enfermedad se centran en reducir el número de vectores (mosquitos) y en disminuir los hábitats naturales o artificiales que contribuyen a su reproducción. La prevención también se basa en la reducción de la exposición humana a los mosquitos a través de pantallas de puertas y ventanas, el uso de repelentes de mosquitos en la piel expuesta, la utilización de

camisas de manga larga y pantalones largos, y el apoyo a los programas locales de control de vectores mediante métodos físicos y químicos.

En las áreas donde el dengue es endémico, se debe llevar a cabo también la planeación para la prevención y control de la CHIKV y Zika, dada la similitud en los ciclos de transmisión de estos virus.

Por lo tanto el CENAPRECE, a través de su página de internet, también brinda información acerca del Zika y realiza una serie de acciones que coadyuven a la prevención y control de la enfermedad.

El Zika se transmite también a través de la picadura de mosquitos del género *Aedes*, el periodo de incubación es de 3 a 12 días, no existe vacuna para prevenir la enfermedad, así como tampoco existen fármacos antivirales específicos para tratar la infección, por lo que el tratamiento es solo sintomático: Antinflamatorios no esteroideos y analgésicos no salicílicos (Paracetamol), reposo, ingesta de abundantes líquidos, administración de antihistamínicos para controlar el prurito asociado con el exantema.

No se han documentado casos de reinfección por Zika, por lo que se considera que la respuesta inmune al virus ofrece protección para toda la vida. Pueden presentarse casos de co-infección por virus Zika y Dengue o Chikungunya en un mismo paciente.

Las complicaciones son poco frecuentes, pero han sido descritas en Polinesia Francesa y Brasil, han notificado la microcefalia asociada a enfermedad por virus Zika en mujeres embarazadas. La microcefalia es una enfermedad neurológica en la que la circunferencia de la cabeza es menor de la media para un bebé de su tamaño o edad (Perímetro cefálico igual o inferior a dos desviaciones estándar por debajo de la media (≤ -2 D.E)). Brasil también ha informado la ocurrencia de tres defunciones atribuidas a la infección por virus Zika.

Asimismo Chile y Colombia han documentado casos de Zika, mientras que en nuestro país, en noviembre de 2015 se detectaron dos casos, unos en Querétaro y el otro en Nuevo León. Hasta enero de 2016 son 26 los países que han confirmado circulación autóctona de virus Zika.

La reaparición y la gravedad del dengue y la presencia de las otras enfermedades transmitidas por el mismo vector, se asocian a macrofactores (ambientales, socioeconómicos, políticos y sociales) y microfactores (dependientes de las características biológicas del virus, el vector y la persona afectada)

Entre los macrofactores se encuentran los cambios climáticos, que influyen en la intensidad y duración de las temporadas de lluvias y huracanes o provocan intensas sequías y daños a la biodiversidad. Estos cambios causan alteraciones en los ecosistemas y crean las condiciones ideales que facilitan la expansión y diseminación de organismos patógenos y sus vectores. Otros macrofactores son el crecimiento poblacional, las migraciones y la urbanización no controlada, que provocan el crecimiento de las ciudades, con cinturones de pobreza y falta de servicios básicos, especialmente de los relacionados con el suministro de agua y la eliminación de residuos líquidos y sólidos; estos trastornos traen consigo el aumento en el número de criaderos de vectores como el *Aedes aegypti*. Por otra parte, los microfactores dependen de las características del virus, del vector y su creciente resistencia a los insecticidas y del huésped; los microfactores influyen estrechamente en el comportamiento de la enfermedad.

Debido a que actualmente solo existe vacuna contra el dengue, pero no existe tratamiento terapéutico específico contra ninguna de las tres enfermedades, el control de los vectores sigue siendo el mejor mecanismo disponible para prevenir o reducir la transmisión de las mismas, al respecto, la Secretaría de Salud a través del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE), ha planteado diversas estrategias para lograr el manejo integrado con participación social y multisectorial, aplicando entre otras medidas, el control físico y químico (7-10).

En relación con el control físico se instrumentó la estrategia denominada “Patio Limpio y Cuidado del Agua Almacenada (PL y CAA)”, que busca concientizar y activar a la población, tanto en el ámbito familiar como en el colectivo, para que se apliquen medidas antivectoriales vitales para la protección de la salud (7).

Para el control químico se aplican plaguicidas contra los vectores en sus estadios larvarios o inmaduros (control larvario) y adultos (rociado residual y nebulización) (8-10). En la tabla siguiente se muestran los larvicidas recomendados por el CENAPRECE, para el año 2015.

Tabla a. Lista actualizada de Productos recomendados por el CENAPRECE para el combate de insectos vectores de enfermedades 2015 (larvicidas).

INSECTICIDA	FORMULACIÓN	USOS APROBADOS
Larvicidas: químicos, biológicos y misceláneos		
Alcohol isostearyl etoxilado	Líquido	En cuerpos de agua naturales
Temefos 1%	Granular	En recipientes y cuerpos de agua naturales
Temefos 5%	Pellets	En cuerpos de agua naturales
Temefos 500	Concentrado emulsionable	Formulación líquida: sólo pipas de agua
Novaluron 10%	Concentrado emulsionable	En cuerpos de agua naturales y recipientes
<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i> 37.4%	Gránulos dispersables en agua	En cuerpos de agua naturales y recipientes
<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i> 5%	Gránulos dispersables en agua	En cuerpos de agua naturales y recipientes
Spinosad 7.480%	Tabletas	Tabletas: En recipientes con agua
Spinosad 20.6%	Concentrado emulsionable Granulado	Formulación líquida: en cuerpos de agua naturales y pipas de agua
Spinosad 2.5%	Granulado	En cuerpos de agua estancada
Metopreno 1.3%	Granulado	Cuerpos de agua naturales y recipientes

Dentro del listado se encuentran cuatro grupos distintos, los organofosforados (formulaciones de temefos granular y líquidas), las lactonas (formulaciones de Spinosad en tabletas, granular y líquida), las microbianas (formulaciones de *Bacillus thuringiensis*) y los reguladores del crecimiento (formulaciones de novalurón y metopreno), ahora bien estos productos fueron utilizados en el presente estudio, con el objetivo de verificar cuales de los productos recomendados, tienen una mejor efectividad biológica contra larvas de mosquitos de *Aedes aegypti*, en siete estados de la república mexicana.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Se planteó realizar la evaluación de efectividad biológica de los larvicidas utilizados en el programa nacional de control de vectores en México, puesto que no se cuenta con una evaluación nacional que permita establecer cuáles de los larvicidas recomendados son los más efectivos, es decir, que larvicidas tiene mejor efectividad para el control de larvas de *Aedes aegypti*, este hecho en imperante, dado que en caso de no saber cuáles son los productos que controlan mejor a las larvas de mosquitos, se incrementa significativamente el riesgo de transmisión del dengue, al permitir que una mayor frecuencia de larvas de mosquitos sobrevivan a las aplicaciones y por consecuencia las densidades de mosquitos adultos se incrementen; además de aumentar también los efectos adversos que los insecticidas puedan tener en la población y sobre el medio ambiente, cuando estos no son efectivos, por lo que es indispensable que las decisiones sobre el uso de insecticidas se apoyen en información técnica y científica, sobre los niveles de eficacia biológica de los larvicidas sobre las poblaciones de mosquitos.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general: Evaluar la efectividad biológica de los insecticidas recomendados como larvicidas por el CENAPRECE.

Objetivos específicos:

- Conocer la efectividad de los larvicidas que utiliza el CENAPRECE para el control de vectores.
- Generar la información de efectividad biológica por medio de las unidades de bioensayo de ocho entidades federativas.
- Identificar los larvicidas apropiados por entidad y/o región para ser utilizados en el Programa de Enfermedades Transmitidas por Vector.
- Planear y generar una estrategia del manejo de la resistencia a insecticidas utilizados en el control de vectores, con base en los resultados del presente estudio y estudios anteriores.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

Para evaluar la efectividad biológica de los insecticidas recomendados como larvicidas por el CENAPRECE para el control del *A. aegypti*, se empleó como referencia la metodología de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como se menciona en “Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides” (12).

Las pruebas de laboratorio fueron realizadas por medio de ocho unidades de bioensayo de ocho entidades federativas en condiciones semi-controladas, siguiendo un procedimiento de codificación con letras de los productos formulados, en presencia de representantes del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) y de la Sociedad Mexicana de Salud Pública A.C. (SMPS).

El estudio comprendió, los cuatro tipos de larvicidas contemplados en el listado de productos recomendados por el CENAPRECE: organofosforados, reguladores de crecimiento, lactonas y plaguicidas microbianos.

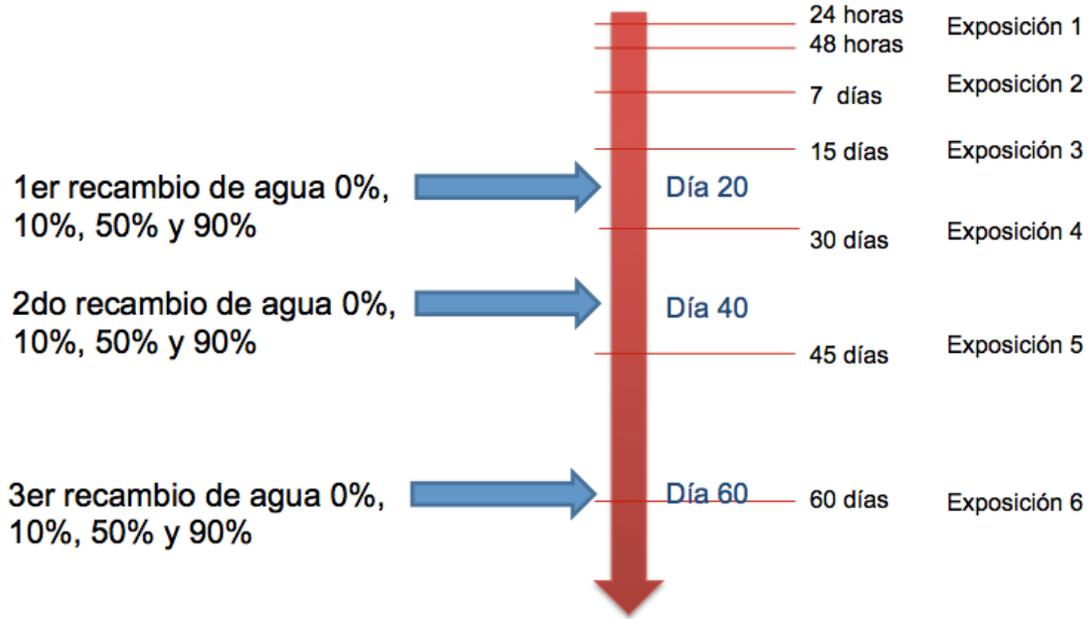
Por medio del CENAPRECE se solicitó a las empresas propietarias del registro sanitario de cada producto, una muestra del producto para su evaluación.

El primer paso para la estandarización del ensayo biológico fue establecer la dosis de aplicación y el tiempo de evaluación para cada uno de los larvicidas evaluados. Se analizó tanto la mortalidad aguda, así como la residualidad de los productos.

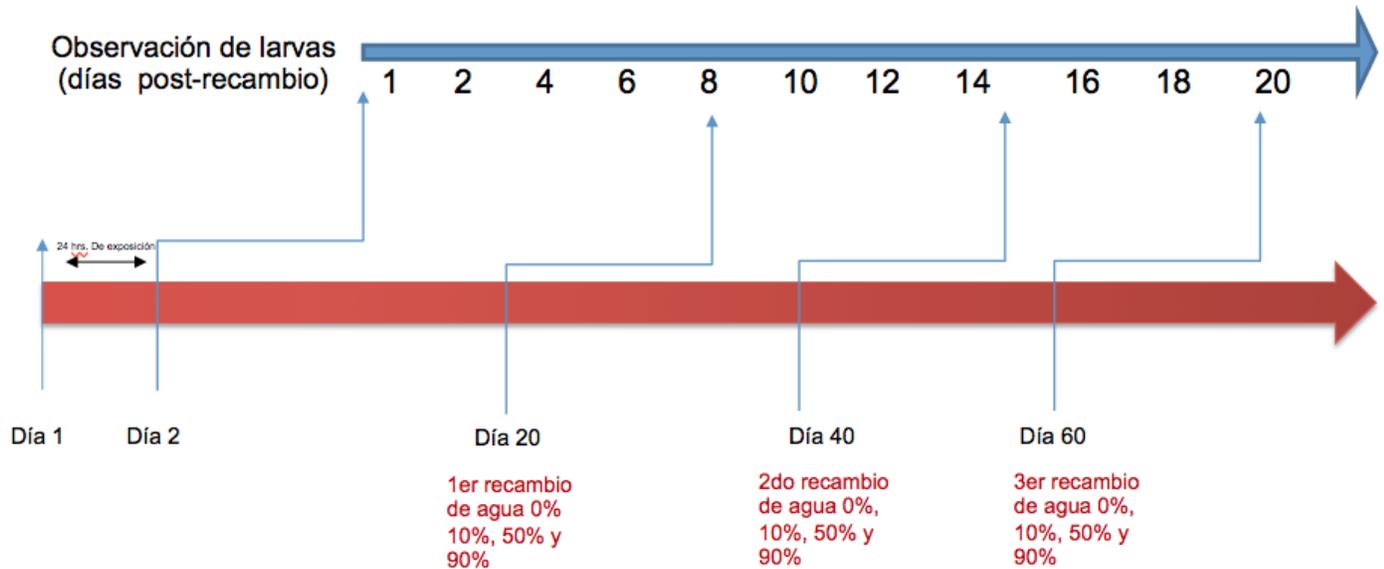
La mortalidad aguda fue evaluada empleando una dosis de aplicación de insecticida recomendadas por la OMS con el objetivo de verificar si mataban o no el >98% de mosquitos en un periodo de 24 a 48 horas.

La residualidad fue evaluada empleando las dosis de aplicación de insecticida recomendadas por WHOPES durante en un periodo de 60 días. Para lo cual se establecieron a su vez cuatro tratamientos de recambios de agua, 0%, 10%, 50%, y 90%, durante los dos meses en que se efectuaron las pruebas (tres recambios de agua cada 20 días).

Calendario de evaluación para larvicidas organofosforados, lactonas y microbiales



Calendario de evaluación para larvicidas reguladores de crecimiento.



Nueve insecticidas de cuatro grupos químicos (organofosforados, reguladores de crecimiento, lactonas y plaguicidas microbiales) fueron seleccionados para el análisis. Para cada uno se estableció una dosis y tiempo de evaluación considerando información publicada por la WHOPES, por el CENAPRECE en su lista de

productos recomendados para el año 2015 acorde a la NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores, y las recomendaciones indicadas por el fabricante en la etiqueta del producto autorizada por COFEPRIS. Los insecticidas evaluados y las dosis de aplicación, están indicados en la tabla b.

Tabla b. Dosis de aplicación para los insecticidas evaluados

TIPO DE LARVICIDA	INSECTICIDA	DOSIS DE APLICACION	REFERENCIA
Lactonas	Spinosad 7.480% equivalente a 74.8 gr. i. a. / Kg	1 tableta de 1.33 gr / 200 L	WHOPES, CENAPRECE
	Spinosad 20.6% equivalente a 206 gr. i. a. / L	100 µl / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
	Spinosad 2.5% equivalente a 25 gr. i.a. / Kg	400 mg / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
Organofosforados	Temefos 1% equivalente a 10 gr. de i.a. / Kg	2 gr / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
	Temefos 500 equivalente a 500 gr. de i.a. / L	40 µl / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
Reguladores de Crecimiento	Novaluron 10% equivalente a 100 gr. de i.a. / L	10 µl / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
	Metopreno 1.3 % equivalente a 13 gr. de i.a. / Kg	0.03 gr. / 20 L	CENAPRECE
Microbiológicos	<i>Bacillus thuringiensis</i> 5% equivalente a 50 gr. de i.a. / Kg	0.4 gr / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
	<i>Bacillus thuringiensis</i> 37.4% equivalente a 374 gr. de i.a. / Kg	0.05 gr. / 20 L	WHOPES, CENAPRECE
Testigo	<i>Arena</i>	2 gr.	---

Posteriormente se establecieron las comunidades que fueron evaluadas; así mismo se capacitó al personal de cada unidad de bioensayo con el fin de garantizar la calidad y uniformidad de los resultados. También se homologaron los materiales empleados como palanganas y tambos de 208 L, mediante la adquisición de ellos con un solo proveedor.

En relación a las comunidades seleccionadas, el criterio empleado fue elegir a comunidades con alta densidad de mosquitos e incidencia de dengue (consideradas como Estrato I) y en las cuales la aplicación de larvicidas es una práctica común para el control del mosquito del dengue. Inicialmente se había previsto la evaluación de 3 localidades por entidad federativa (contemplando a 30 entidades), sin embargo el estudio sólo se realizó en 57 localidades de 21 estados de la República. No se contó con la participación de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Puebla, Coahuila, Nuevo León, Durango, Chihuahua y Tamaulipas, aun cuando habían sido contemplados inicialmente en el proyecto, esto debido a que la calidad de las papeletas recibidas de dichos estados, en las unidades de bioensayo no fue la adecuada para asegurar la viabilidad de los huevos de *A. aegypti*, toda vez que dichos huevos se encontraban dañados, aplastados o desecados, por lo que para futuros estudios uno de los puntos críticos a resolver será el cuidado que debe darse tanto a la recolección, secado, manipulación y condiciones de envío de los estados a las unidades de bioensayo, especialmente en los estados que no participaron en este estudio, pero de manera general a todas las entidades federativas del país, para tener una mayor representatividad de los resultados obtenidos.

Se muestra a continuación la lista de localidades estudiadas:

Estado	Comunidad	Estado	Comunidad
Aguascalientes	Calvillo	Morelos	Jojutla
Aguascalientes	Pabellon de Arteaga	Morelos	Cuautla
Aguascalientes	Rinco de Romo	Morelos	Cuernavaca
Campeche	Campeche	Nayarit	Tepic
Campeche	Ciudad del Carmen	Nayarit	Tuxpan
Campeche	Escárcega	Oaxaca	Costa Oaxaca
Chiapas	Reforma	Oaxaca	Juchitan
Chiapas	Villaflores	Oaxaca	Tuxtepec
Chiapas	Motozintla	Querétaro	Conká
Colima	Colima	Querétaro	La Lagunita

Guanajuato	Irapuato	Querétaro	Jalpan
Guanajuato	León	Quintana Roo	Chetumal
Guanajuato	Salamanca	Quintana Roo	Cancun
Guerrero	Acapulco	Quintana Roo	Playa del Carmen
Guerrero	Chilpancingo	San Luis Potosí	Ébano
Guerrero	Iguala	San Luis Potosí	Tamazunchale
Hidalgo	Huejutla	San Luis Potosí	Ciudad Valles
Hidalgo	Jaltocan	Sinaloa	Culiacán
Hidalgo	Orizatlan	Sinaloa	Los Mochis
Jalisco	Guadalajara	Sinaloa	Mazatlán
Jalisco	Puerto Vallarta	Tabasco	Cárdenas
Jalisco	Cihuatlán	Tabasco	Centro
México	Santo Tomás	Tabasco	Macuspana
México	Tejupilco	Veracruz	Poza Rica
México	Tonatico	Veracruz	Veracruz
Michoacán	Apatzingán	Veracruz	Coatzacoalcos
Michoacán	Lázaro	Yucatán	Mérida
Michoacán	Zamora	Yucatán	Progreso
		Yucatán	Tekax
		Zacatecas	Zacatecas

En relación a las instalaciones donde se realizaron los bioensayos, se seleccionaron nueve Unidades de Bioensayo (UBs) que pertenecen a los Servicios de Salud de los Estados de: Morelos, Tabasco, Coahuila, Veracruz, Sinaloa, Campeche, Jalisco y Quintana Roo, en las cuales se verificaron instalaciones, recursos humanos y capacidad instalada para garantizar resultados confiables de los bioensayos.

Se muestra a continuación la ubicación de las UBs y se indica cuáles fueron las entidades federativas para las cuales desarrollaron bioensayos, y se incluye como

Morelos 1

CENTRO REGIONAL DE CONTROL DE VECTORES - OAXTEPEC

Morelos 2

CENTRO REGIONAL DE CONTROL DE VECTORES PANCHIMALCO

Campeche

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO CAMPECHE

Tabasco

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO TABASCO

Jalisco

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO JALISCO

Coahuila

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO COAHUILA

Sinaloa

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO SINALOA

Veracruz

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO VERACRUZ

Quintana Roo

UNIDAD ENTOMOLÓGICA Y DE BIOENSAYO QUINTANA ROO

UBs

ESTADOS EVALUADOS

Campeche

Campeche y Yucatán

Tabasco

Chiapas, Tabasco, Guerrero y Oaxaca

Veracruz

Veracruz y San Luis Potosí

Coahuila

Nuevo León, Coahuila, Durango, Chihuahua y Tamaulipas

Sinaloa

Sonora, Sinaloa, BC, BC-Sur y Zacatecas

Jalisco

Colima, Jalisco, Michoacán, Aguascalientes y Nayarit

Morelos 1

Estado de México, Guanajuato, y Querétaro

Morelos 2

Puebla, Hidalgo y Morelos

Quintana Roo

Quintana Roo

La capacitación del personal de las UBs, se llevó a cabo basándose en la “Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides” de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), en las instalaciones del CENAPRECE impartido por personal perteneciente a los servicios de Salud de la institución en coordinación con la Sociedad Mexicana de Salud Pública A.C. y con apoyo del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, en junio de 2015.

Figura IV. Curso de capacitación en CENAPRECE, junio de 2015.



Con relación a los materiales para la realización de los bioensayos, se aseguró que cada UB contara con los materiales y reactivos necesarios para la realización de los bioensayos.

Materiales y reactivos empleados para la realización de los Bioensayos:

- Palanganas de 20 L
- Tambos de 200 L
- Flotadores de fomi
- Vasos de exposición
- Micropipetas y puntas desechables
- Estantes

- Jaulas para los mosquitos
- Termómetros de inmersión
- Calentadores de agua
- Jaulas, bebederos y comederos para ratones
- Focos de 100 watts
- Marcadores indelebles para rotular
- Tela Tul
- Guantes desechables
- Pipetas de 5 ml
- Bitácoras para el registro de datos.
- Larvicidas a ser evaluados

Material biológico

- Mosquitos para las pruebas. (Se verificó que cada UB contara con los insumos necesarios para la crianza de las colonias de *Aedes aegypti*)



DESARROLLO EXPERIMENTAL

- I.- Preparación de los viales con las dosis evaluadas
- II.- Crianza de las colonias de los mosquitos
- III.- Exposición a las dosis de evaluación
- IV.- Criterios de evaluación del efecto

Se realizó un estudio ciego, los larvicidas formulados fueron medidos, depositados en viales y debidamente identificados en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, ante personal del CENAPRECE y la SMSP, a cada vial se le asignó una letra para su identificación (A-Q), se mantuvo la confidencialidad de la identidad de los larvicidas evaluados hasta el final del estudio, una vez de que cada unidad de bioensayo había finalizado el registro y validación de sus resultados.

El 27 de abril de 2016, se abrió la codificación de las letras para sustituirlas por los nombres comunes de los ingredientes activos, en presencia de representantes del CENAPRECE y la SMSP.

I.- Preparación de los viales con las dosis evaluadas

Se prepararon los viales con los larvicidas a ser evaluados a partir de los productos comerciales entregados por las empresas dueñas del registro sanitario de cada producto, acorde a las dosis recomendadas por WHOPES, las cuales se muestran a continuación en la tabla c, se calculó y depositó el volumen apropiado de cada

Tabla c. Criterios de efectividad, acordes a las dosis recomendadas por WHOPES larvicida que fue enviado a cada UB para el desarrollo de los bioensayos.

WHOPES-recommended compounds and formulations for control of mosquito larvae

Insecticide compounds and formulation(s) ¹	Class group ²	Dosage (active ingredient)		
		General (open water bodies)		Container-breeding (mg/L)
		(g/ha)	(mg/m ²)	
<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> , strain AM65-52, WG (3000 ITU/mg)	BL	125–750 ³	12.5–75 ³	1–5 ³
<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> , strain AM65-52, GR (200 ITU/mg)	BL	5,000–20,000 ³	500–2000 ³	-
Chlorpyrifos EC	OP	11–25	1.1–2.5	-
Diflubenzuron DT, GR, WP	BU	25–100	2.5–10	0.02–0.25
Novaluron EC	BU	10–100	1–10	0.01–0.05
Pyriproxyfen GR	JH	10–50	1–5	0.01
Fenthion EC	OP	22–112	2.2–11.2	-
Pirimiphos-methyl EC	OP	50–500	5–50	1
Temephos EC, GR	OP	56–112	5.6–11.2	1
Spinosad DT, EC, GR, SC	SP	20–500	2–50	0.1–0.5
Spinosad 83.3 monolayer DT	SP	250–500	25–50	-
Spinosad 25 extended release GR				
<i>Open bodies of water</i>	SP	250–400	25–40	-
<i>Control of Culex quinquefasciatus in open bodies of water with high organic matter</i>	SP	1000–1500	100–150	-

¹ DT = tablet for direct application; GR = granule; EC = emulsifiable concentrate; WG = water-dispersible granule; WP = wettable powder.

² BL = Bacterial Larvicide; BU = Benzoylureas; JH = Juvenile Hormone Mimics; OP = Organophosphates; SP = Spinosyns.

Los larvicidas, incluyendo el testigo (arena), se colocaron en viales a prueba de luz (color ámbar) y se mantuvieron almacenadas a temperatura ambiente (20°C), en un lugar fresco y seco. Mismos que fueron enviados a cada una de las Unidades de Bioensayos para la realización del estudio (Figura V).

Figura V. Viales contenedores de larvicidas.

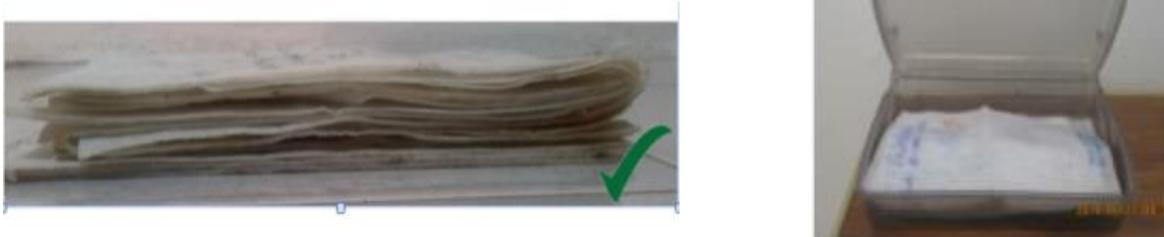


II.-Crianza de las colonias de mosquitos

Cada estado que participó en el estudio envió el material biológico (papeletas de ovitrampas) a su correspondiente Unidad de Bioensayo (UB) para la crianza de las colonias de mosquitos y su evaluación.

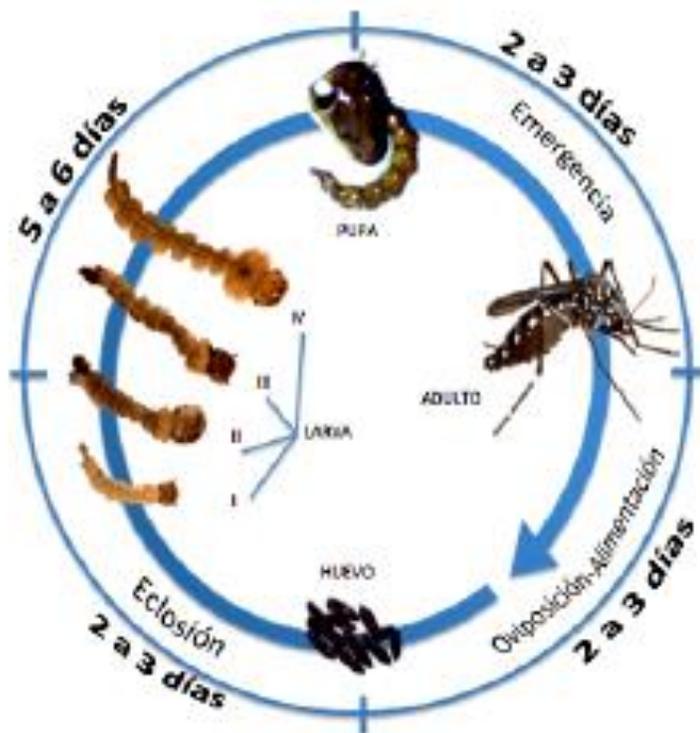
Las papeletas de ovitrampas se transportaron a las UB`s en una cámara húmeda (recipiente cerrado húmedo), para colocarlas en la cámara húmeda se doblaron sobre la cara interna una por una, para evitar el desprendimiento de los huevos como se muestra en la siguiente imagen (Figura VI).

Figura VI. Papeletas de ovitrampas



En el insectario de las Unidades de Bioensayos, se obtuvieron los huevos colectados en las ovitrampas, sumergiéndolas en recipientes plásticos con agua de clorada hasta su eclosión, las larvas se transfirieron a bandejas plásticas con agua de clorada y fueron alimentadas diariamente con alimento para hámster finamente molido hasta que alcanzaron el estadio de pupa, posteriormente estas se colocaban en otros recipientes plásticos con agua de clorada dentro de jaulas de cría, donde emergían como adultos (Figura VII), las hembras adultas se alimentaron con sangre de raton y/o conejo para promover la ovoposición y generacion de larvas F1, las cuales fueron empleadas para su exposicion a los larvicidas durante los bioensayos, el proceso se repitió hasta finalizar las evaluaciones de cada una de las 57 localidades.

Figura VII. Ciclo de vida *Aedes aegypti*

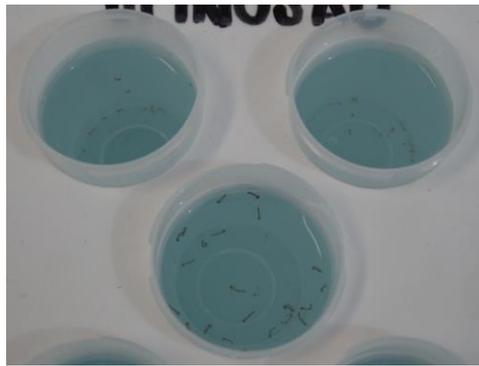


III.- Exposición de *Aedes aegypti* a las dosis de evaluación

Para cada bioensayo, según el producto evaluado, se utilizaron cuatro tambos o palanganas, uno por cada tratamiento de recambio de agua (0%, 10%, 50%, y 90%), cada tambo se llenó con 200L de agua corriente y cada palangana con 20 L de agua corriente, posteriormente se colocaron dentro, tres flotadores de fomi identificados con el nombre del producto al cual se expuso, la localidad evaluada y el tratamiento de recambio de agua utilizado, a cada flotador se le colocaron 5 vasos de exposición y por cada vaso de exposición se expusieron 25 larvas de una localidad determinada (Figura VIII).

Cada tambo o palangana representaba una entidad federativa y cada flotador de fomi representaba una localidad evaluada de dicho estado, de tal forma que, en cada bioensayo, por localidad fueron expuestos 125 larvas, lo que da un total de 375 larvas por estado.

Figura VIII. Tambos y palanganas con vasos de exposición de mosquitos.



Aplicación de tratamientos en palanganas de 20L

Utilizando siempre guantes de látex, en cada palangana con 20L de agua se depositó la dosis de evaluación de cada producto contenida en un vial, para ello, se sumergió el vial dentro del agua de la palangana en su totalidad y se dejó escurrir el contenido en la palangana, esta acción fue repetida tres veces, a fin de evitar remanentes del producto en las paredes del vial, posteriormente el producto fue homogenizado durante 3 minutos, agitando el agua de la palangana con la mano. Para el caso exclusivo de productos líquidos en concentrado emulsionable, la dosis de evaluación fue aplicada por medio de una micropipeta y posteriormente homogenizada siguiendo el procedimiento anteriormente descrito (Figura IX).

Figura IX. Aplicación y homogenización del tratamiento en palanganas de 20L.



Aplicación de tratamientos en tambos de 200L

Utilizando siempre guantes de látex, en cada tambo con 200L de agua se depositó 1 tableta del producto evaluado (Spinosad 7.48%), dejándola caer libremente en el centro del tambo, posteriormente el producto fue homogenizado durante 3 minutos, agitando el agua vigorosamente con la ayuda de un palo de escoba. (Figura X).

Figura X. Aplicación y homogenización del tratamiento en tambos de 200L.



Exposición de larvas

Visualmente fueron seleccionadas larvas de mosquitos F1 de tercer estadio y empleando una pipeta manual de 5 ml para colectarlas, se colocaron en vasos y fueron expuestas a los larvicidas 24 horas después de haber homogenizado los tratamientos. Las lecturas de mortalidad se realizaron después de 24 y 48 horas de la primera exposición para evaluar mortalidad aguda y después de 24 horas a partir de la segunda y hasta la sexta exposición para evaluar residualidad (Figura XI).

Figura XI. Proceso de exposición de larvas



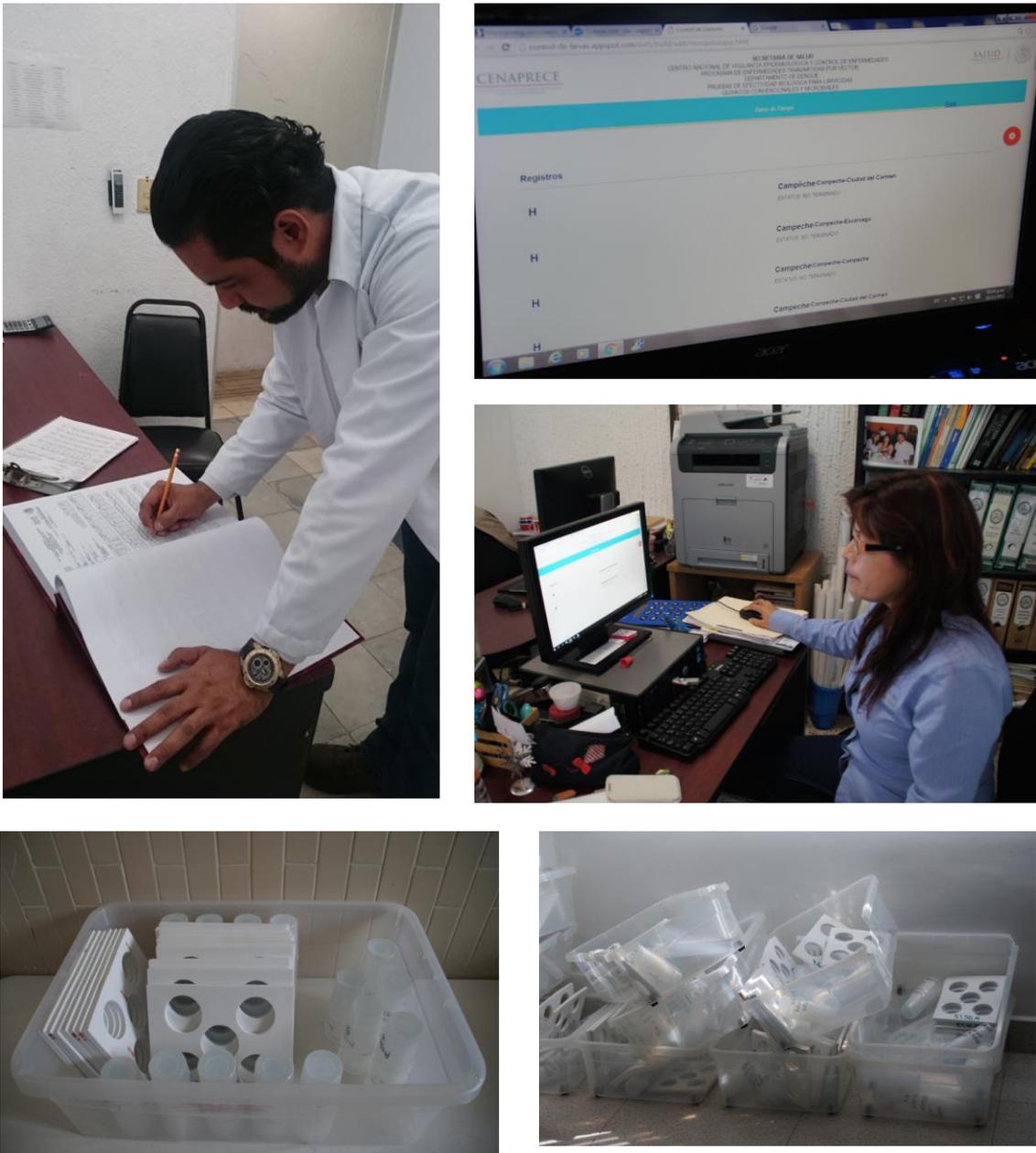
Una vez realizadas las lecturas de mortalidad, los resultados se registraron en la bitácora de trabajo. Cuando la mortalidad del testigo era entre el 5% y 10%, se usó la fórmula de corrección de Abbott: Mortalidad corregida (MC) para corregir resultados.

$$MC = \frac{\% Mp - \% Mc}{100 - \% Mc}$$

Cuando la mortalidad del testigo era mayor al 10%, los resultados del bioensayo se descartaron y se realizó otra prueba. Las larvas que continuaron con vida después del tiempo de evaluación fueron sacrificadas en agua caliente, los vasos y flotadores de fomi fueron retirados de los tambos y/o palanganas, se enjuagaron con agua corriente a temperatura ambiente y se pusieron a secar al sol para su posterior almacenamiento y reutilización.

Los resultados se registraron en la base de datos única a la que tenía acceso cada UB con su respectiva contraseña, al final del registro de la información, el responsable de cada UB validó los resultados capturados en la base de datos, cerciorándose que no se hubieran cometido errores en la captura. (Figura XII).

Figura XII. Proceso de captura de datos y limpieza de material



IV.- Criterios de evaluación del efecto

Los resultados de mortalidad permitieron determinar la efectividad biológica de los larvicidas evaluados sobre larvas de *A. aegypti*, considerando un 98 % como mortalidad aguda aceptable y un efecto residual a partir de los siete días de exposición del 80% como mortalidad residual mínima aceptable de acuerdo a la NOM-032-SSA2-2014. (13).

Porcentaje de Mortalidad	24 y 48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
80 al 100%	Susceptible: Se observa efectividad mayor o igual al 80%. Se puede usar el producto					
< 80%	No susceptible: Se observa efectividad menor al 80%. No se puede usar el producto, hasta en tanto se tengan pruebas confirmatorias respecto a que la resistencia ha bajado a un nivel que haga viable su aplicación					

RESULTADOS

Se evaluaron 57 localidades de 21 estados de la Republica, en cada una de ellas se estudiaron Temefos 1% y Spinosad 7.48%. Los tratamientos restantes Spinosad 20.6%, Spinosad 2.5%, Temefos 500, Novaluron 10%, Metopreno 1.3%, B.t 5%, B.t 37.4% y alcohol isostearil etoxilado fueron distribuidos al azar entre los distintas entidades federativas de tal forma que no todos los larvicidas utilizados en este estudio fueron evaluados en todas las comunidades. Sin embargo, los resultados obtenidos se consideran una muestra representativa de la población de *A. aegypti* suficiente para estimar el comportamiento general de poblaciones de campo mexicanas ante la exposición a los larvicidas evaluados.

Ninguna comunidad mostró susceptibilidad a todos los productos, sin embargo, al realizar un comparativo de los resultados obtenidos entre los ingredientes activos temefos 1% y spinosad 7.48%, se observa que aun cuando existen entidades donde los niveles de efectividad no son suficientes para alcanzar el 80% que establece como mínimo la NOM-032-SSA-2014, se observa una mayor susceptibilidad a spinosad 7.48% en 18 de los 21 estados evaluados (90%), siendo Campeche y Yucatán los únicos estados donde no se observa esta tendencia y en donde la efectividad

biológica de ambos productos alcanza los estándares requeridos únicamente durante los primeros 7 y 15 días de evaluación, tiempo después del cual, la eficacia biológica decae drásticamente. En el estado de Quintana Roo, sólo se evaluó temefos 1%, debido a su reciente incorporación al proyecto, como Unidad de Bioensayo certificada por el CENAPRECE, por lo cual no se contó con el tiempo suficiente para realizar la evaluación de Spinosad 7.48%.

De la misma forma se obtuvo un comparativo entre la eficacia biológica de temefos 500 y Spinosad 20.6%; en el caso de temefos 500 se realizaron las evaluaciones hasta los 60 días de residualidad, sin embargo para el caso de spinosad 20.6%, debido a que la calidad de las papeletas recibidas en las unidades de bioensayo asignadas para su evaluación, no fue la adecuada para asegurar la viabilidad de los huevos de *A. aegypti*, consecuentemente solo fue posible evaluar su residualidad hasta los 45 días, tiempo en el cual se observó una efectividad constante por arriba del 98%. En contraste, temefos 500 solo logró mantener su efectividad por arriba del 80% hasta los 15 días de evaluación.

La evaluación de reguladores de crecimiento, se dio, siguiendo los mismos patrones de recambio de agua y homogenización de los productos en la palangana con agua, sin embargo debido a su modo de acción retardado, fue necesario realizar una observación constante de la mortalidad cada dos días, para ello después de las primeras 48 horas, las larvas sobrevivientes fueron trasladadas a vasos transparentes de plástico con agua de la palangana tratada, de esta manera quedaron expuestas constantemente al producto para poder observar su efecto. Siguiendo esta variante en el procedimiento se observó que durante las primeras 48 horas la mortalidad aguda no sobrepasó el 62% de efectividad para el caso de Novaluron al 10%, mientras que para el caso de metopreno 1.3% se obtuvo un 49% de efectividad; sin embargo, el efecto de residualidad de ambos productos permaneció por arriba del 94% desde los 7 hasta los 60 días de evaluación.

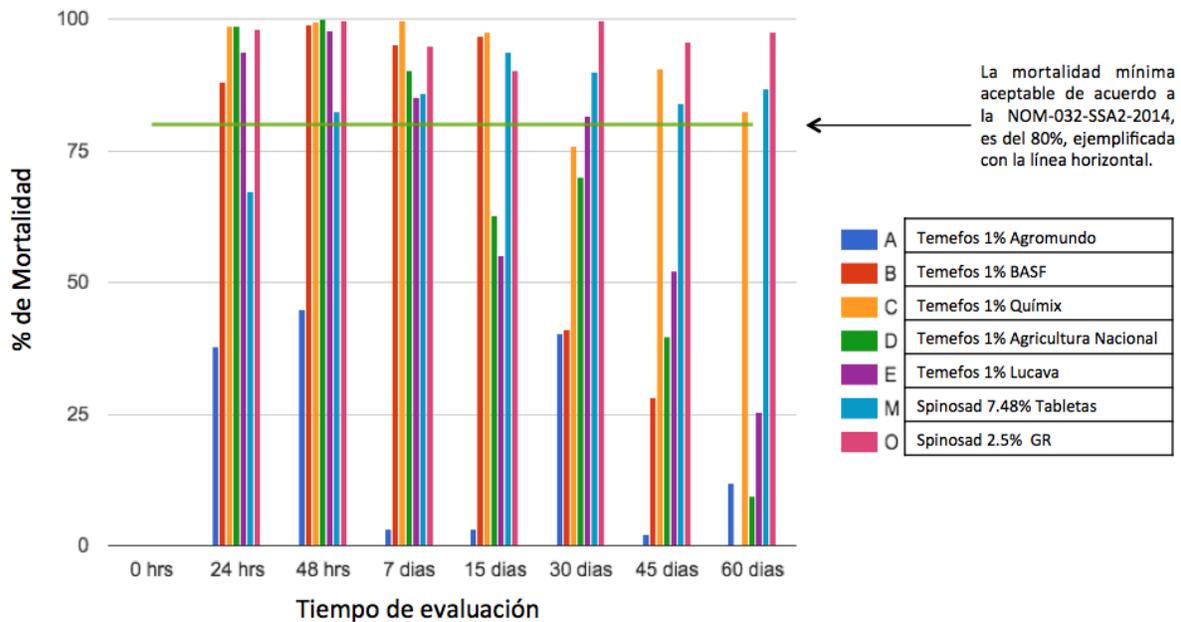
Los productos microbiales a base de *Bacillus thuringiensis* al 5 y 37.4%, obtuvieron porcentajes deficientes de efectividad, obteniendo 43% de mortalidad aguda y cuando más 47% de mortalidad en la evaluación de la mortalidad en efecto residual. Cabe mencionar que el B.t al 5% solo fue posible evaluarlo durante las primeras 48 horas debido a la falta de material biológico necesario para la realización de los bioensayos.

En el caso del alcohol isostearil etoxilado, es importante mencionar que aún cuando inicialmente se tenía contemplada su evaluación, no fue posible llevarla a cabo

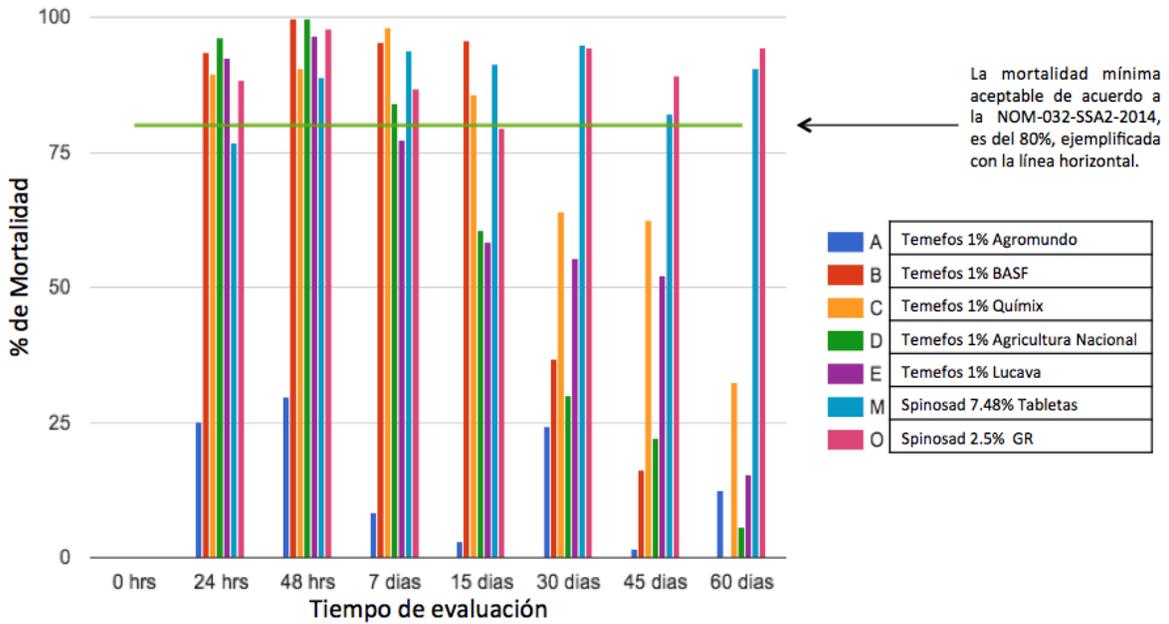
debido a que la metodología establecida para el bioensayo no fue la adecuada para la evaluación del producto. El modo de acción de este larvicida está basado en la generación de una película de alcohol sobre la superficie del agua, la cual impide la respiración de las larvas y por consiguiente su muerte, para ello es requerido un equipo de aspersión específico cuya utilización esta diseñada para la aplicación de cuerpos de agua de gran extensión, por lo que para efectos del bioensayo no era aplicable, ya que la superficie de estudio fue de 0.22 m², adicional a ello, el método del bioensayo establece recambios de agua cada 20 días y homogenización de producto antes de su evaluación, por lo que con estas acciones se elimina la película del producto que da el efecto de control de las larvas, lo que imposibilitó su evaluación.

A continuación se presentan las gráficas y mapas con la información detallada de los resultados obtenidos:

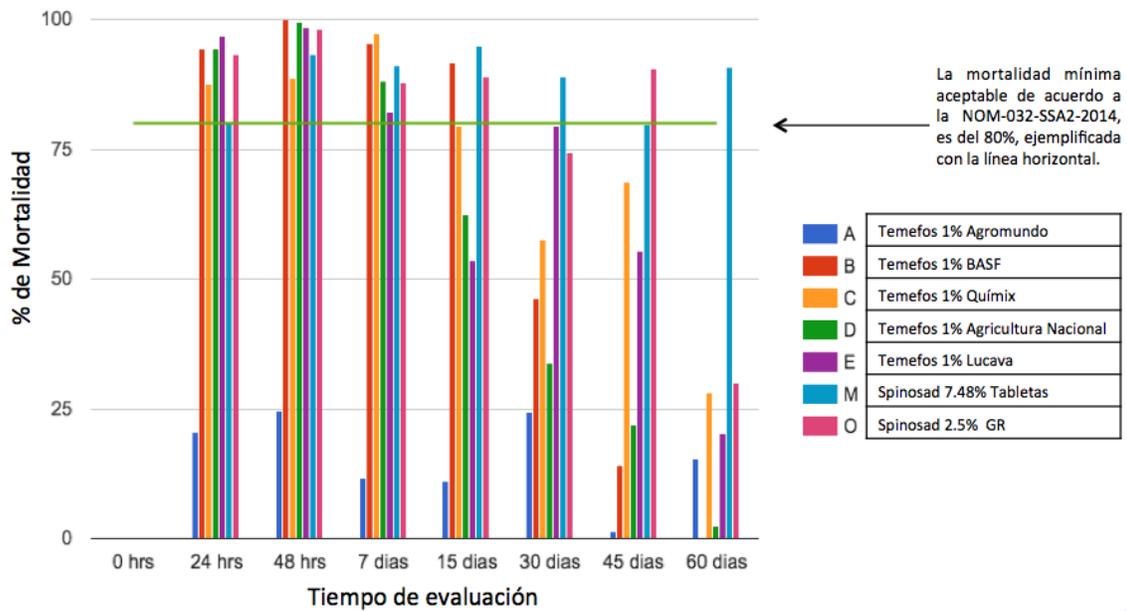
**TEMEFOS 1% vs SPINOSAD 7.48 y 2.5%
Gránulos y tabletas con 0% de recambio de agua**



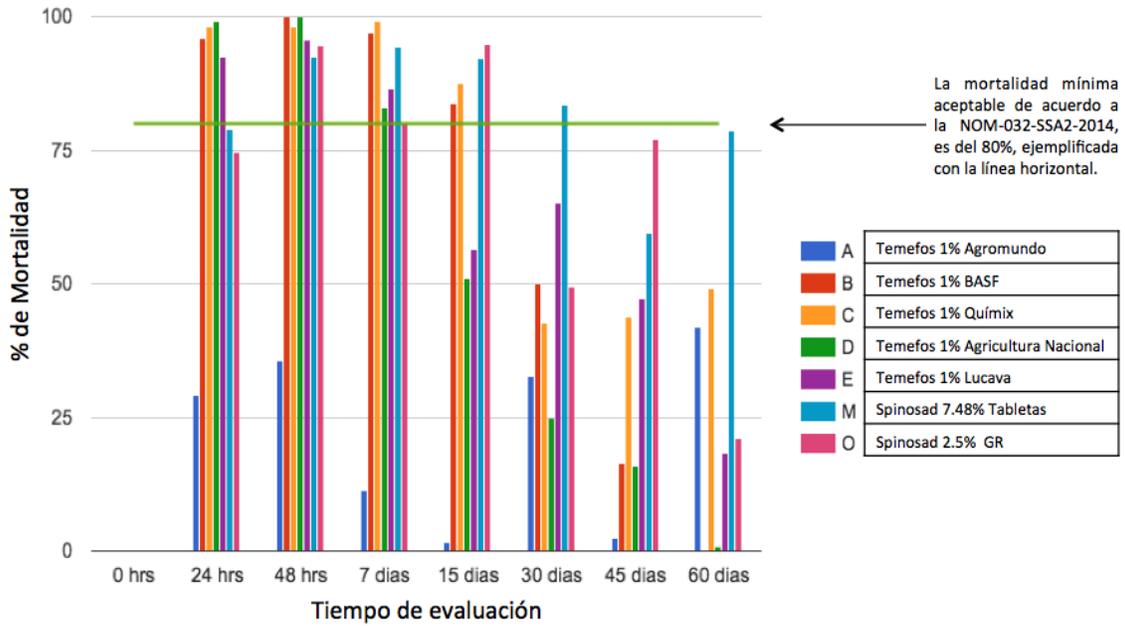
TEMEFOS 1% vs SPINOSAD 7.48% y 2.5% Gránulos y tabletas con 10% de recambio de agua



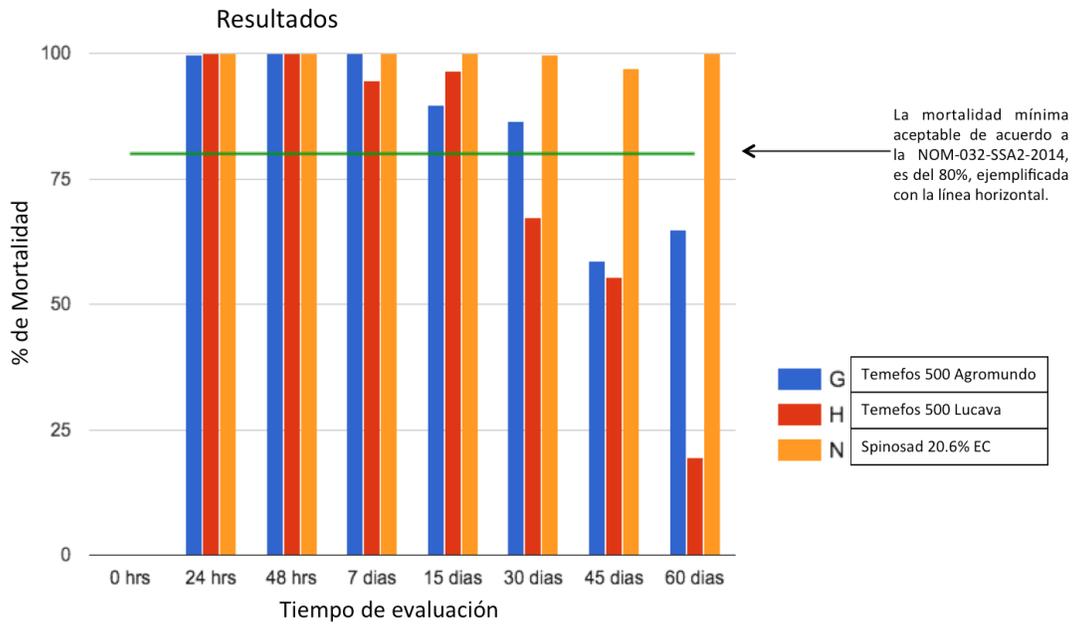
TEMEFOS 1% vs SPINOSAD 7.48% y 2.5% Gránulos y tabletas con 50% de recambio de agua



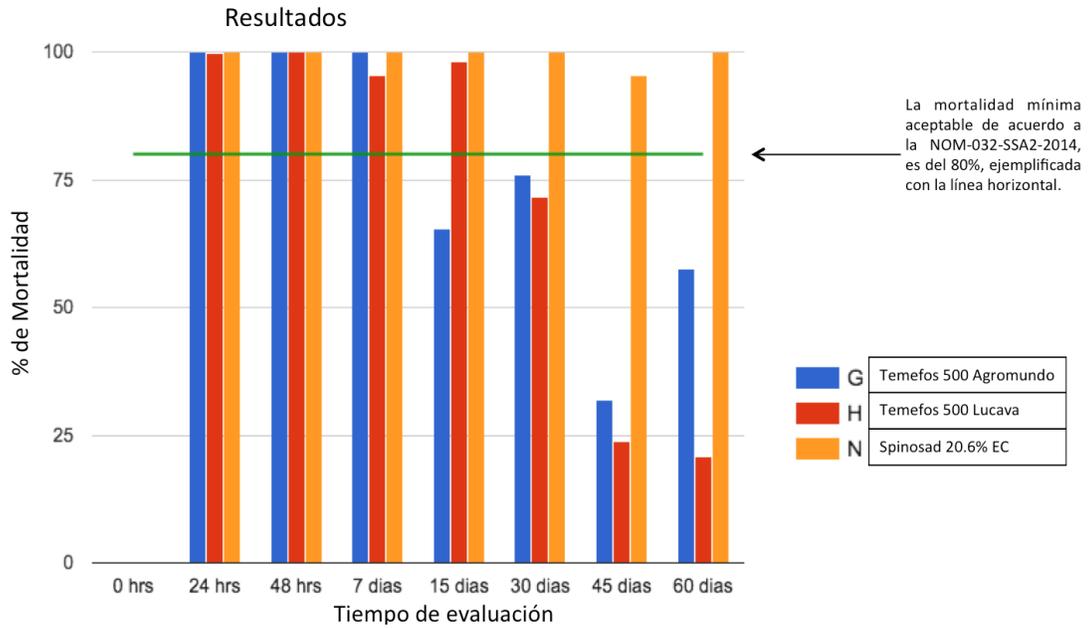
TEMEFOS 1% vs SPINOSAD 7.48% y 2.5%
Gránulos y tabletas con 90% de recambio de agua



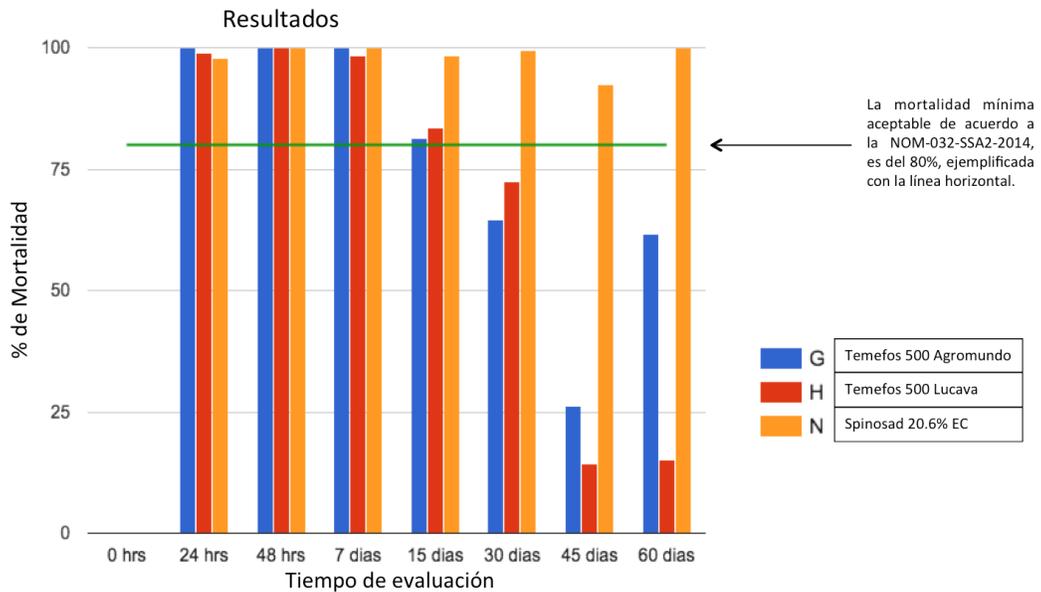
TEMEFOS 500 CE vs SPINOSAD 20.6%
con 0% de recambio de agua



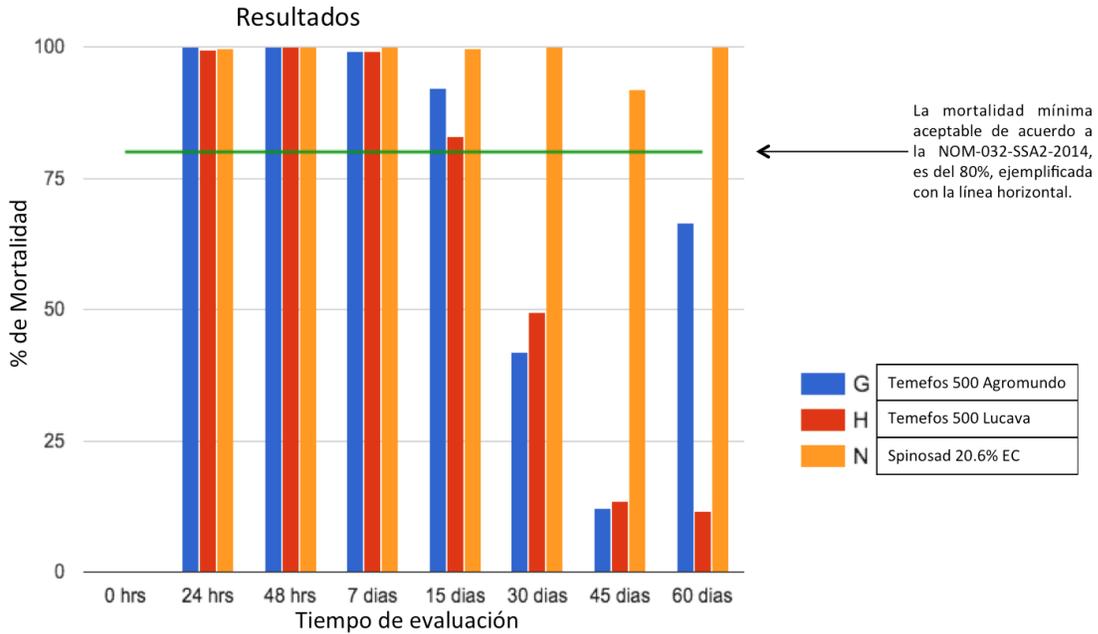
TEMEFOS 500 CE vs SPINOSAD 20.6% con 10% de recambio de agua



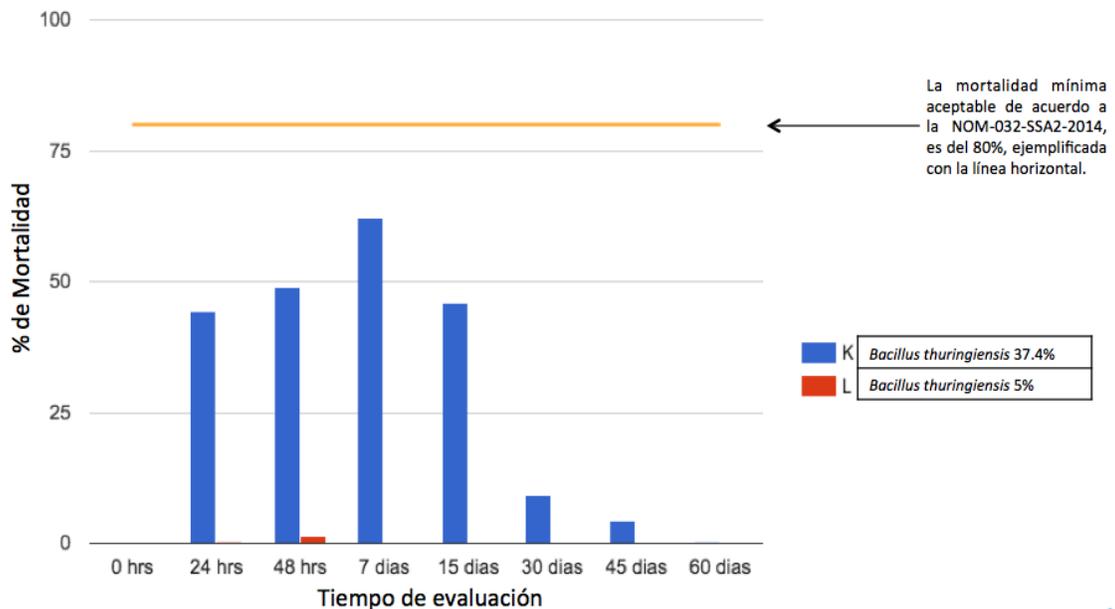
TEMEFOS 500 CE vs SPINOSAD 20.6% con un 50% de recambio de agua



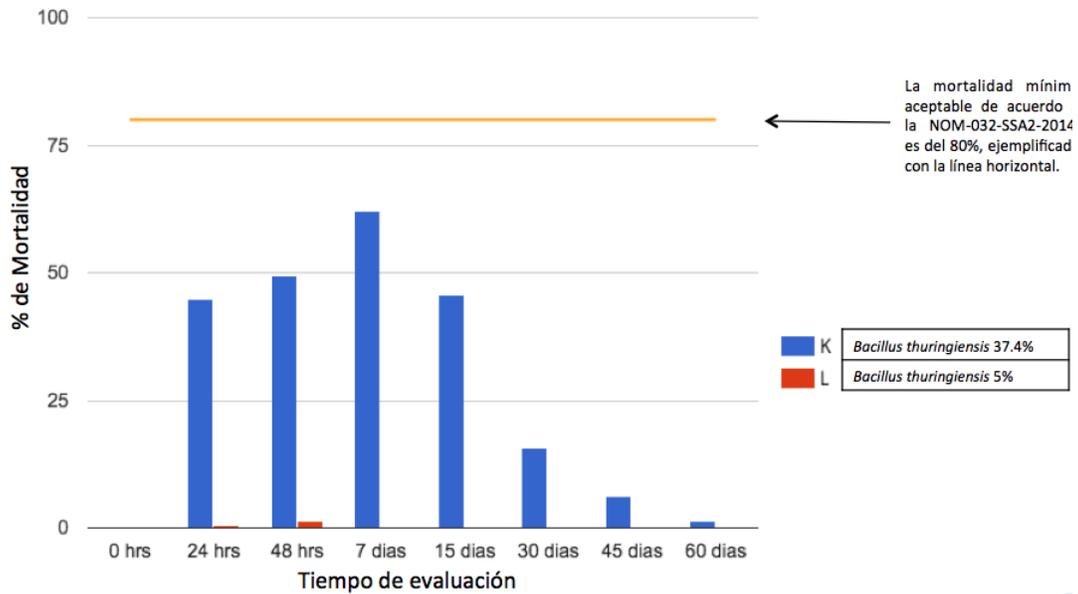
TEMEFOS 500 CE vs SPINOSAD 20.6% con 90% de recambio de agua



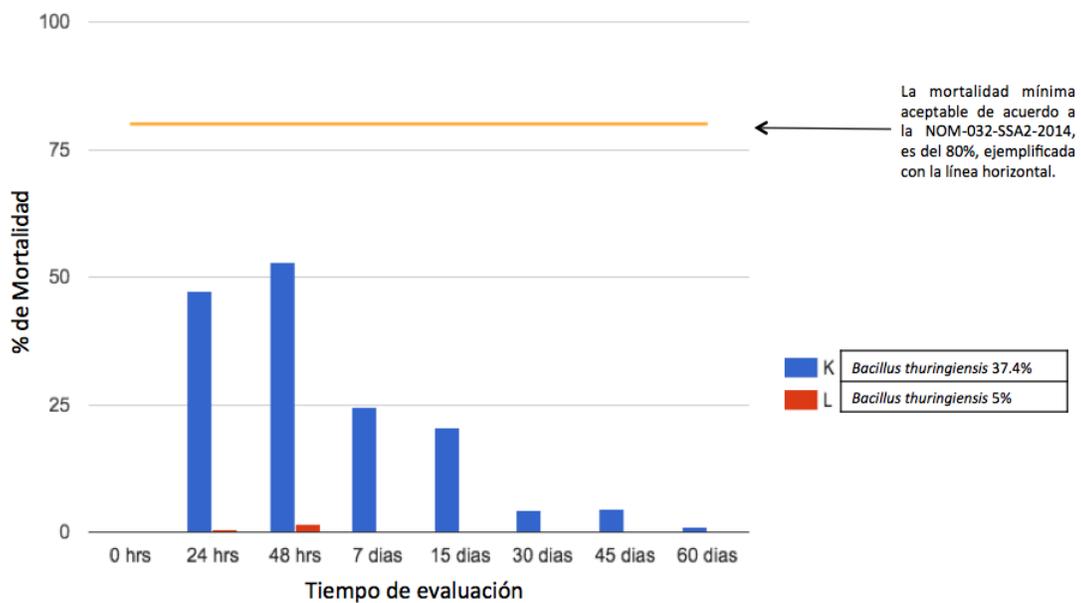
TRATAMIENTOS CON LARVICIDAS MICROBIANOS con 0% de recambio de agua



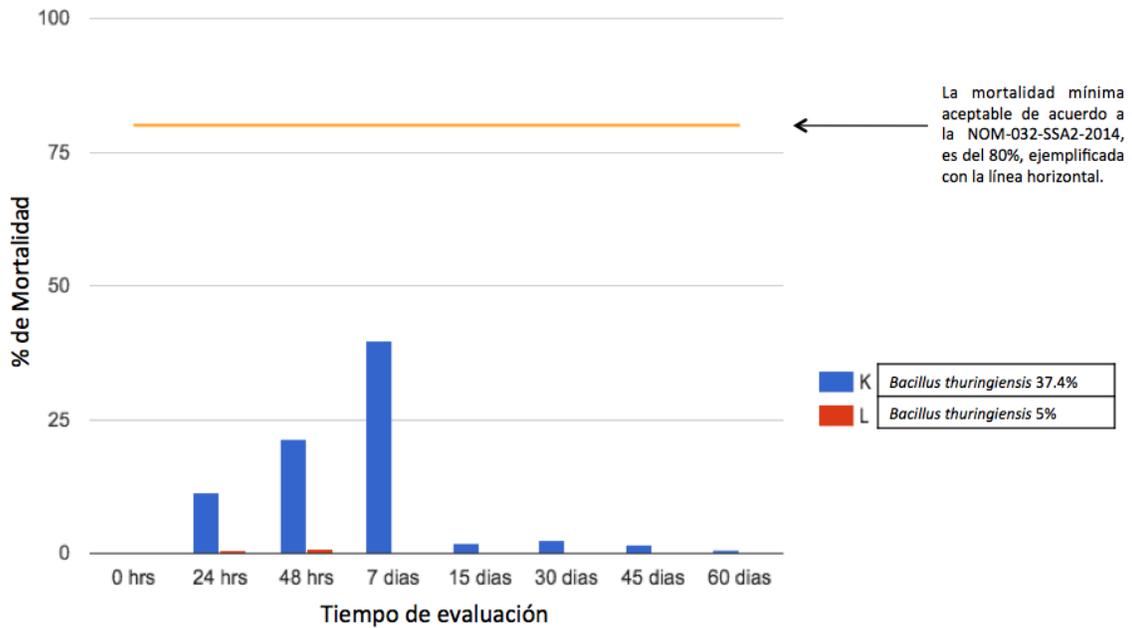
TRATAMIENTOS CON LARVICIDAS MICROBIANOS con 10% de recambio de agua



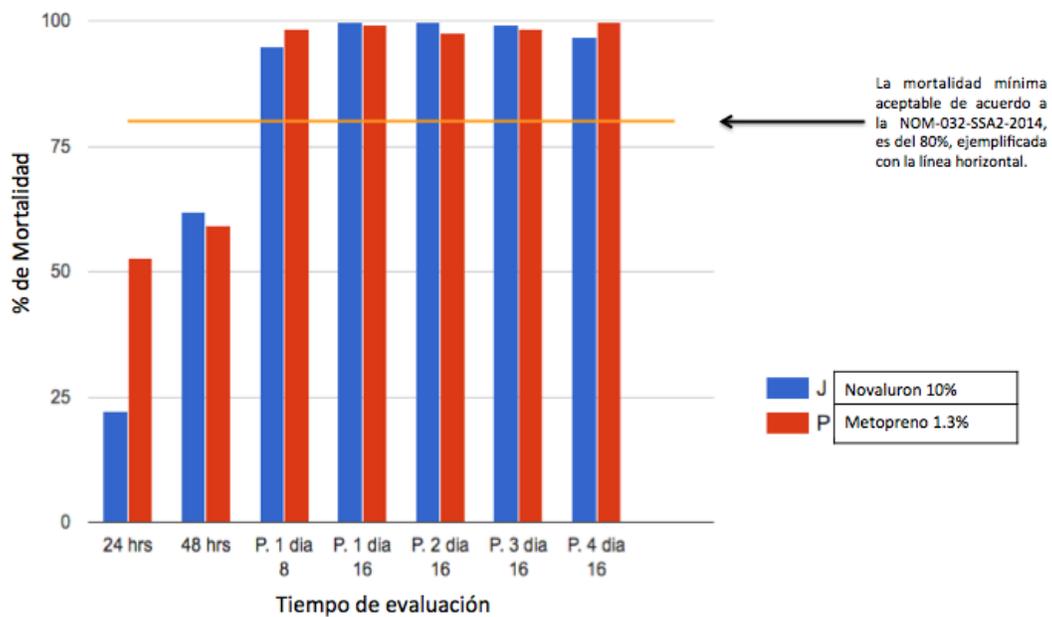
TRATAMIENTOS CON LARVICIDAS MICROBIANOS con 50% de recambio de agua



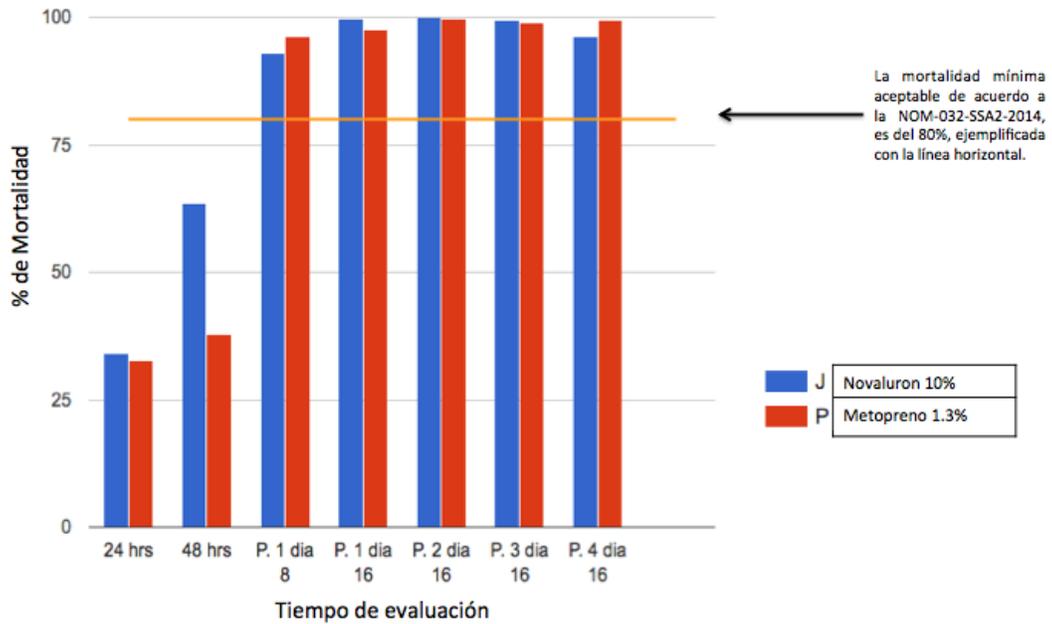
TRATAMIENTOS CON LARVICIDAS MICROBIANOS con 90% de recambio de agua



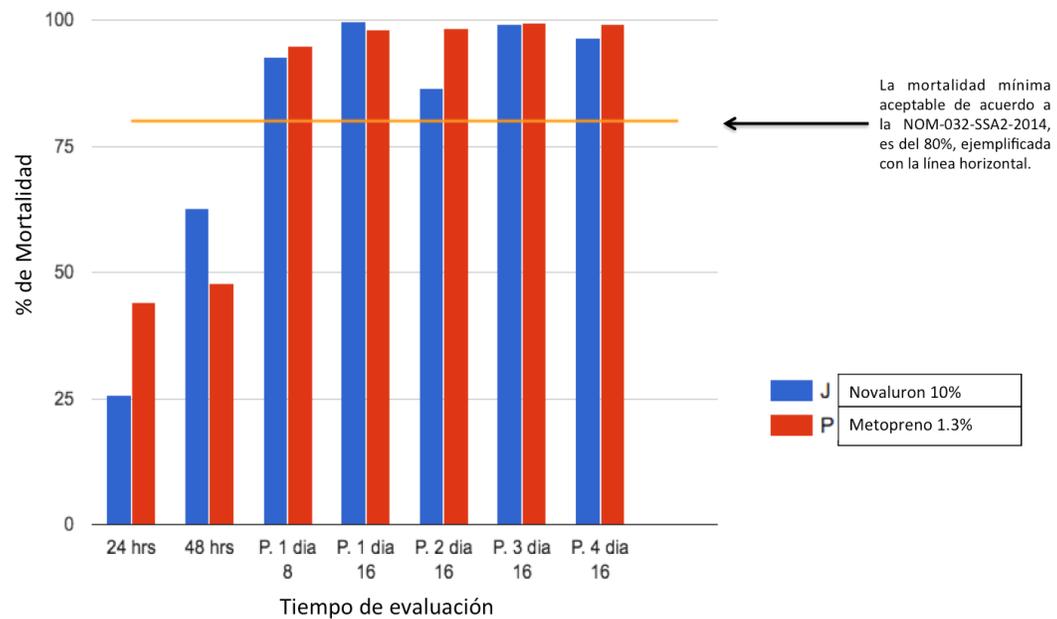
TRATAMIENTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO con 0% de recambio de agua



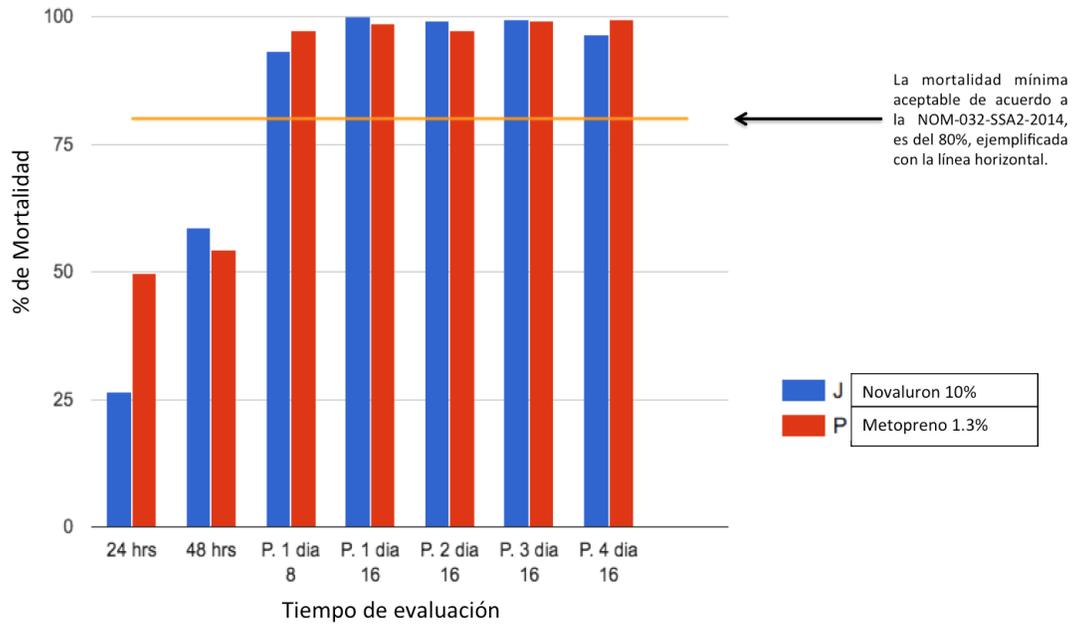
TRATAMIENTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO con 10% de recambio de agua



TRATAMIENTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO con 50% de recambio de agua



TRATAMIENTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO con 90% de recambio de agua



Efectividad por producto en el total de localidades estudiadas

Larvicidas evaluados		Mortalidad aguda	Residualidad				
Tipo de larvicida	Ingrediente activo		7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Organofosforados	Temefos 1% Agromundo (GR)	34	9	5	30	2	21
	Temefos 1% BASF (GR)	100	96	92	43	19	null
	Temefos 1% Químix (GR)	94	99	88	60	66	48
	Temefos 1% Agricultura Nacional (GR)	100	86	59	40	25	5
	Temefos 1% Lucava (GR)	97	83	56	70	52	20
	Temefos 500 Agromundo (EC)	100	100	82	67	32	62
	Temefos 500 Lucava (EC)	100	97	90	65	28	17
	Temefos 500 Químix (EC)	null	null	null	null	null	null
Microbiales	B.t 37.4% (GR)	43	47	28	8	4	1
	B.t 5% (GR)	1	null	null	null	null	null
Lactonas	Spinosad 7.48 % (DT)	89	91	93	89	76	87
	Spinosad 20.6% (EC)	100	100	99	99	94	100
	Spinosad 2.5% (GR)	97	87	88	80	87	60
Reguladores de crecimiento	Novaluron 10%	62	93	99	96	99	96
	Metopreno 1.3%	49	96	98	98	98	99

Número total de localidades evaluadas = 57

Verde = Efectividad del 80 al 100%

Nota: No fue posible evaluar los 15 larvicidas en todas las localidades seleccionadas.

null = No se realizó bioensayo

Rojo = Efectividad < 80%

Mapa 1a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% a las 24 horas



Mapa 1b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a las 24 horas



Mapa 2a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% a las 48 horas



Mapa 2b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a las 48 horas



Mapa 3a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% a los 7 días



Mapa 3a. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a los 7 días



Mapa 4a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% a los 15 días



Mapa 4b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a los 15 días



Mapa 5a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% granulado a los 30 días



Mapa 5b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a los 30 días



Mapa 6a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% granulado a los 45 días



Mapa 6b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a los 45 días



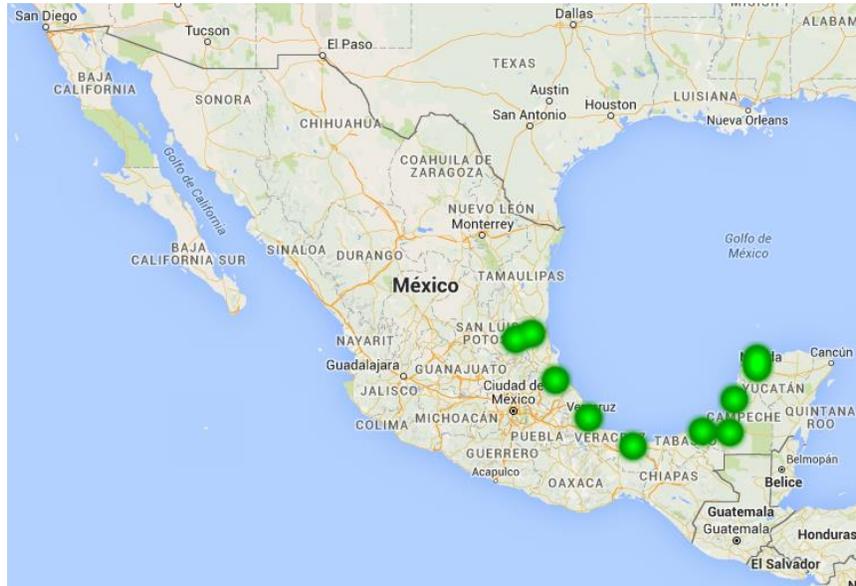
Mapa 7a. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 1% granulado a los 60 días



Mapa 7b. Distribución de la efectividad biológica de Spinosad a los 60 días



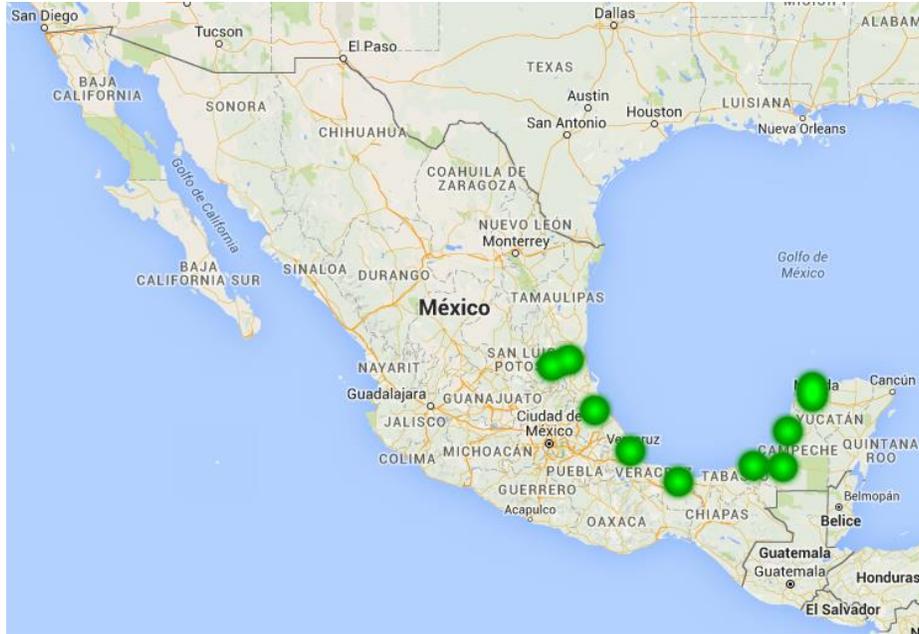
Mapa 8. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a las 24 horas



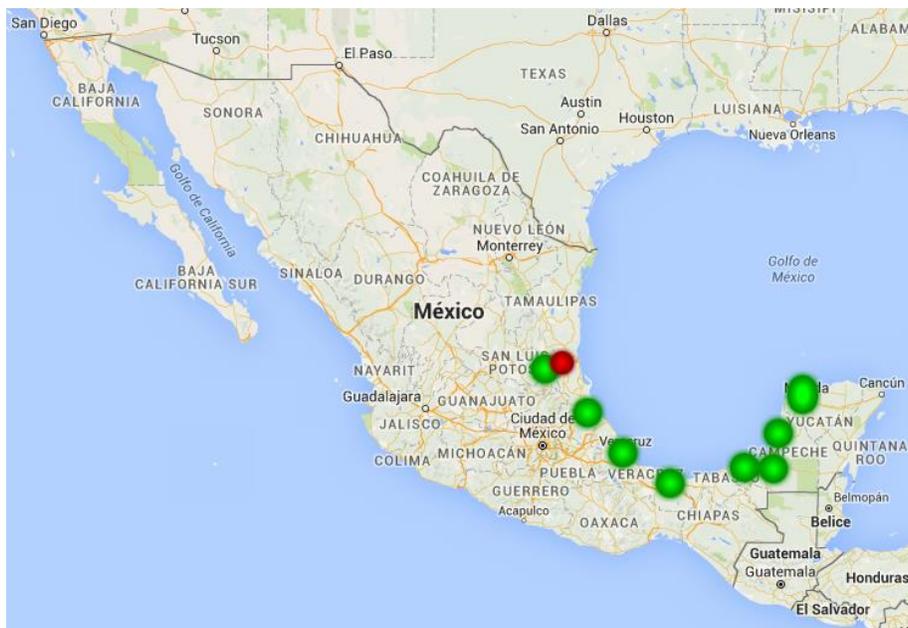
Mapa 9. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a las 48 horas



Mapa 10. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a los 7 días



Mapa 11. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a los 15 días



Mapa 12. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a los 30 días



Mapa 13. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a los 45 días



Mapa 14. Distribución de la efectividad biológica de Temefos 500 EC a los 60 días



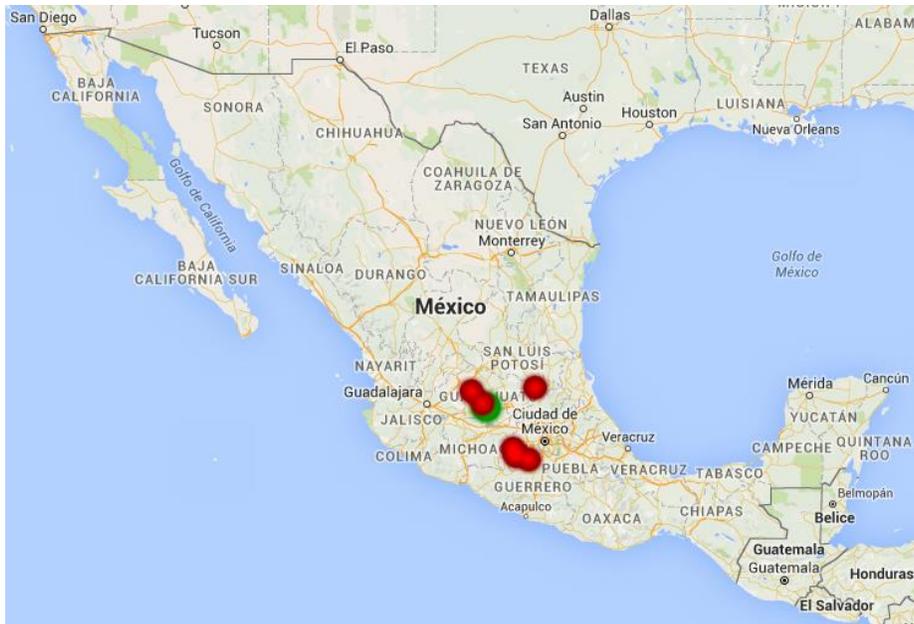
Mapa 15. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a las 24 horas.



Mapa 16. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a las 48 horas.



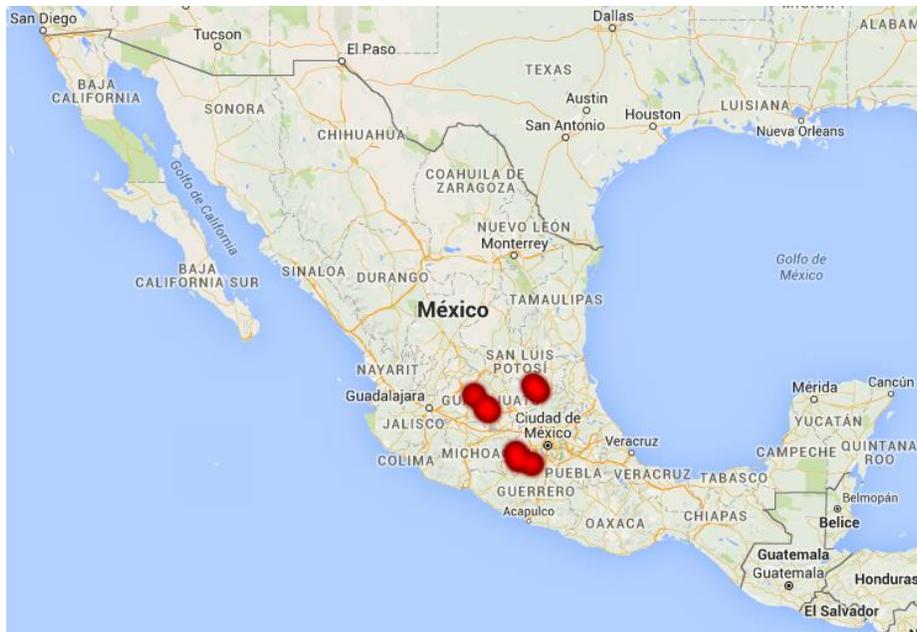
Mapa 17. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a los 7 días.



Mapa 18. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a los 15 días.



Mapa 19. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a los 30 días.



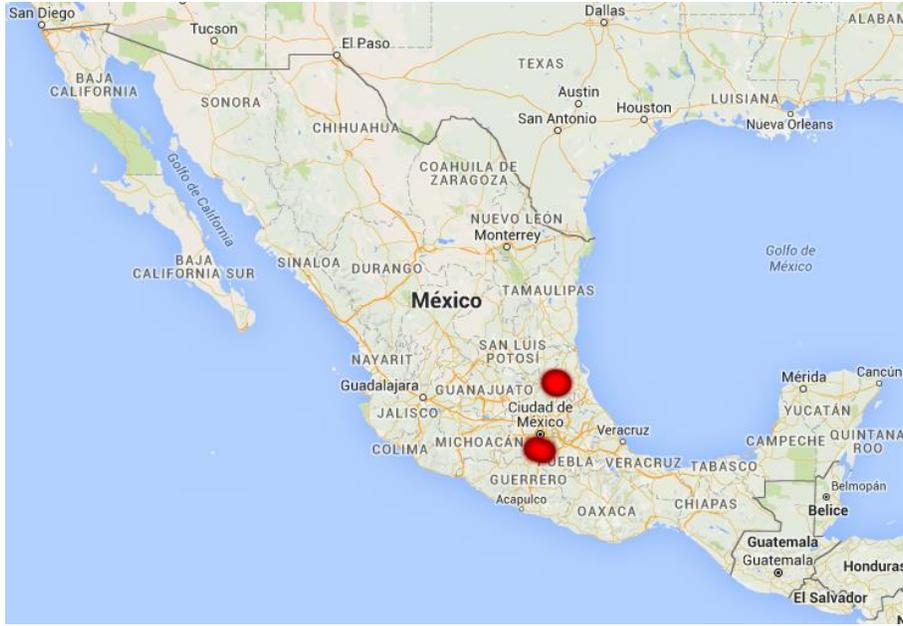
Mapa 20. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a los 45 días.



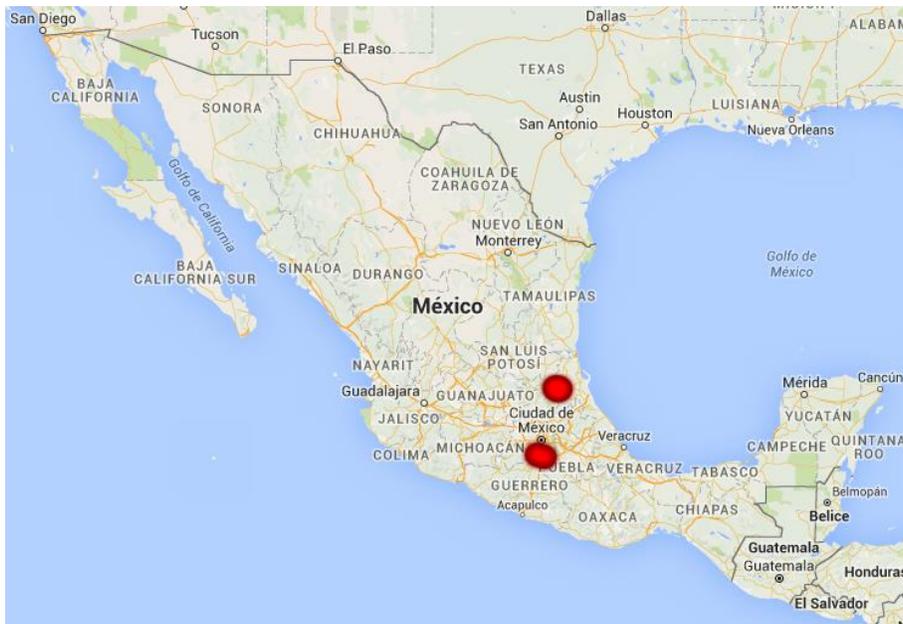
Mapa 21. Distribución de la efectividad biológica de *Bacillus thuringiensis* a los 60 días.



Mapa 22. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a las 24 horas.



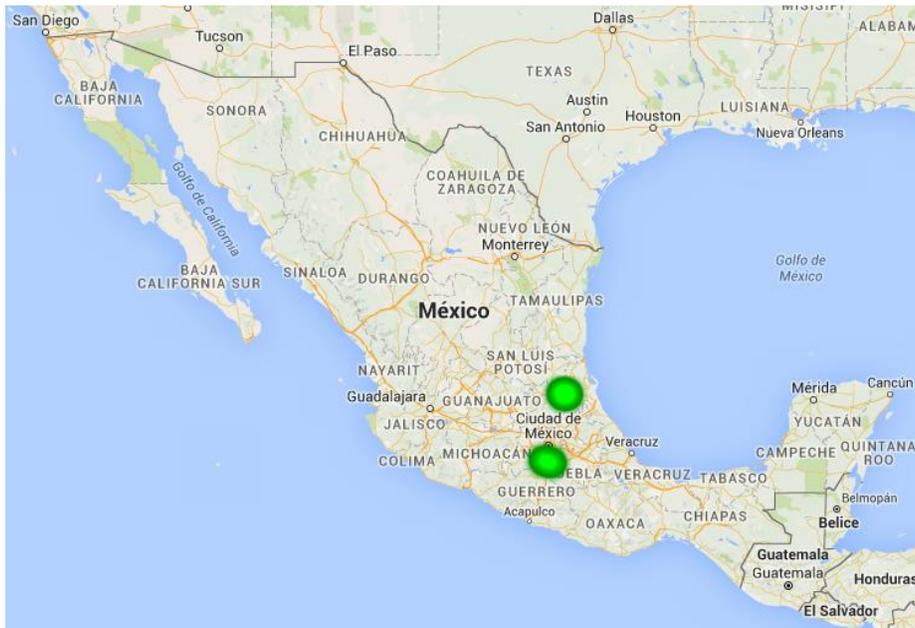
Mapa 23. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a las 48 horas.



Mapa 24. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a los 8 días del 1er periodo de evaluación.



Mapa 25. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a los 16 días del 1er periodo de evaluación.



Mapa 26. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a los 16 días del 2do periodo de evaluación.



Mapa 27. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a los 16 días del 3er periodo de evaluación.



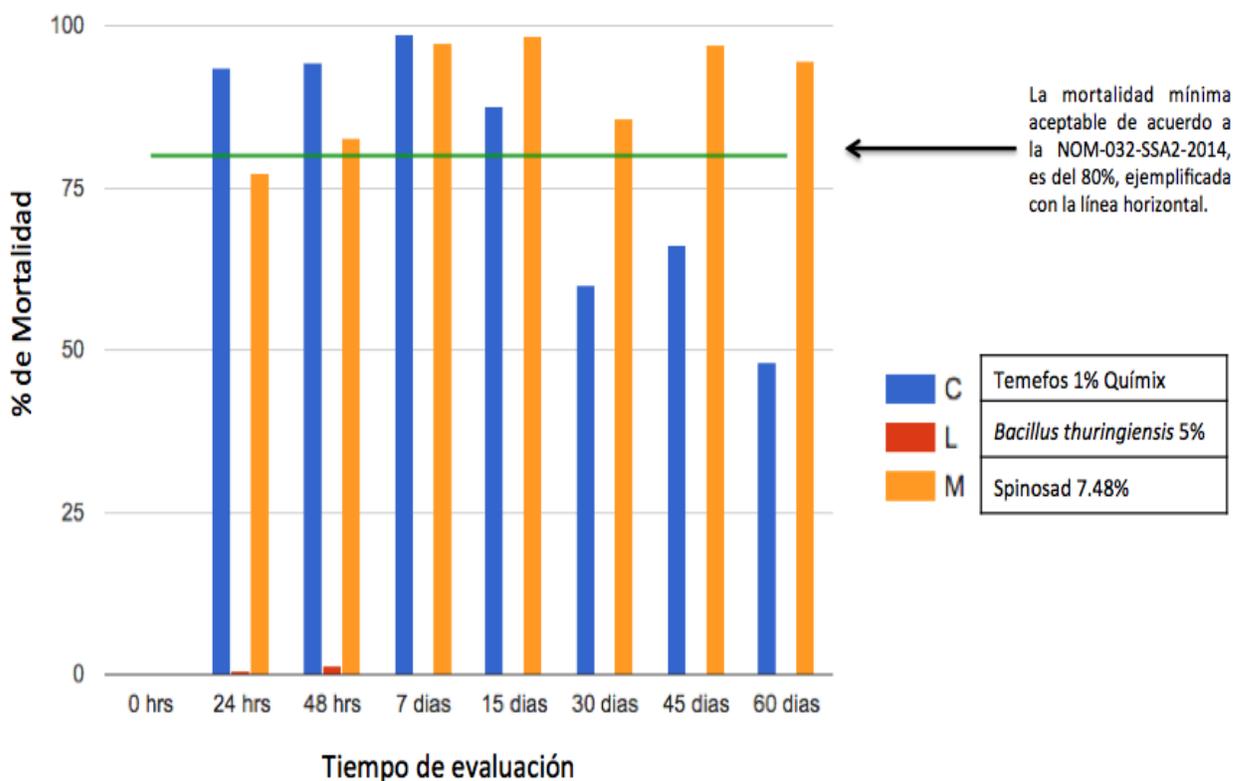
Mapa 28. Distribución de la efectividad biológica de Reguladores de crecimiento a los 16 días del 4to periodo de evaluación.



RESULTADOS POR ENTIDAD FEDERATIVA

SINALOA

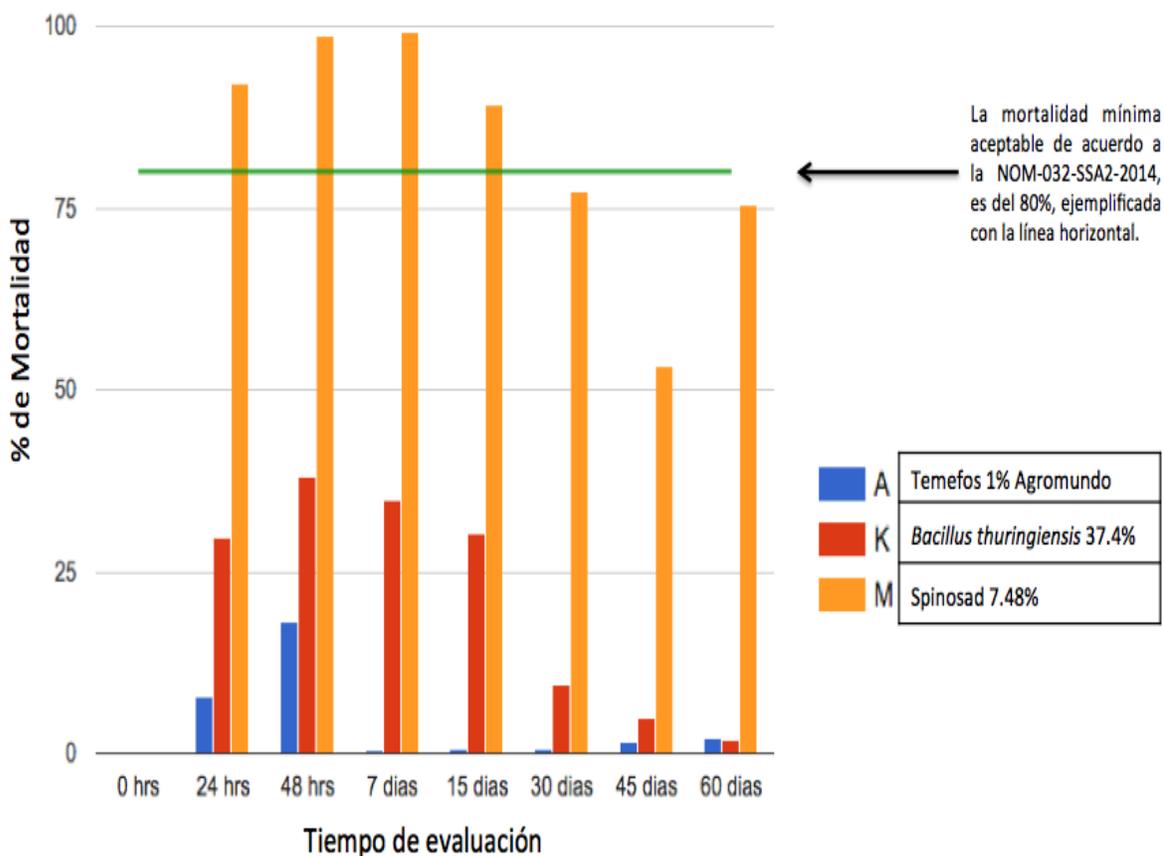
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Químix	93.52	94.25	98.60	87.62	60.11	66.31	48.04
Bacillus thuringiensis 5%	1.09	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinosad 7.48 %	77.32	82.70	97.30	98.25	85.59	97.03	94.50



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Sinaloa expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

QUERÉTARO

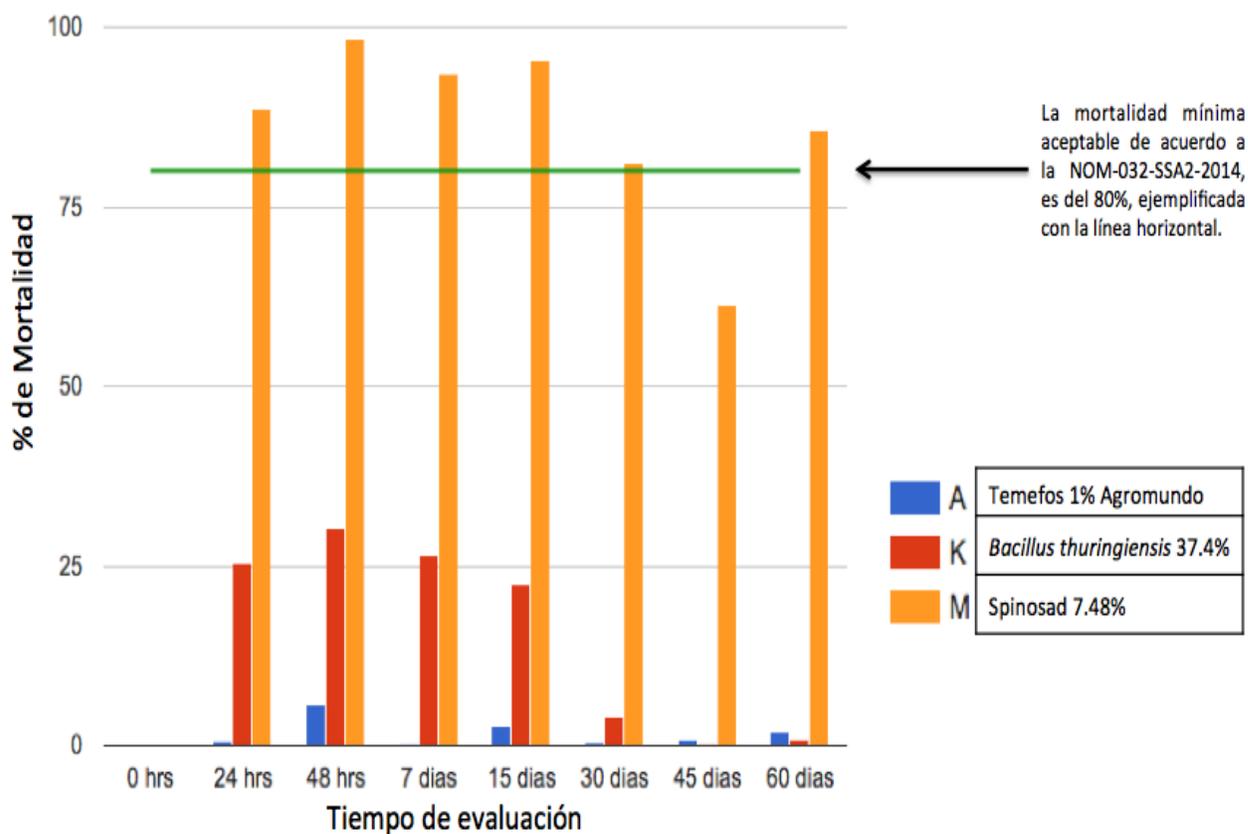
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	7.80	18.00	0.80	1.20	1.20	3.20	4.40
Bacillus thuringiensis 37.4%	50.86	38.07	69.60	34.74	12.67	5.71	2.80
Spinosad 7.48 %	92.10	98.70	99.30	89.10	77.20	53.20	75.50



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Querétaro expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

ESTADO DE MÉXICO

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	1.20	5.60	0.80	3.47	1.60	2.40	2.80
Bacillus thuringiensis 37.4%	76.20	36.32	35.38	26.80	4.96	1.20	2.40
Spinosad 7.48 %	88.67	98.33	93.60	95.53	81.20	61.33	85.67

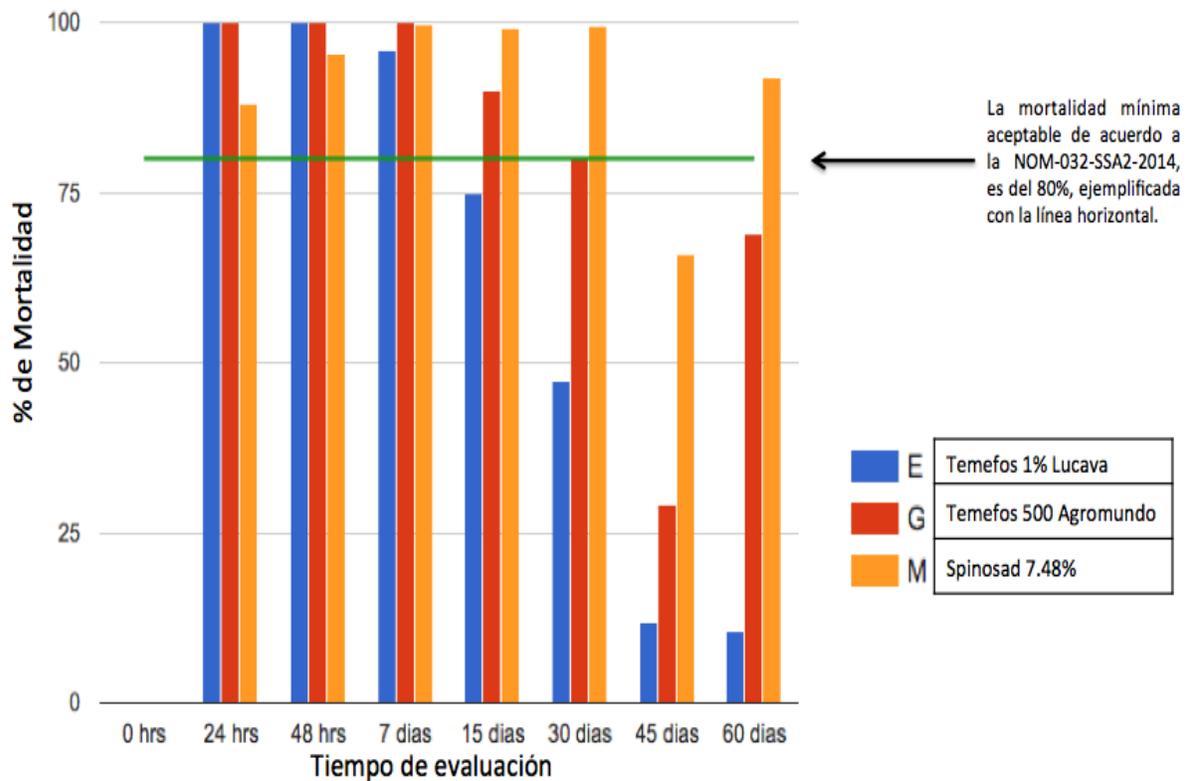


Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del Estado de México expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

Nota: El descenso en la efectividad de tratamiento de Spinosad 7.48% a los 45 días, se debe a un error metodológico durante la evaluación.

VERACRUZ

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Lucava	99.87	100.00	96.07	74.87	47.40	12.87	12.80
Temefos 500 Agromundo	100.00	100.00	100.00	90.07	80.07	29.27	68.87
Spinosad 7.48 %	88.07	95.47	99.67	99.13	99.53	65.87	91.93

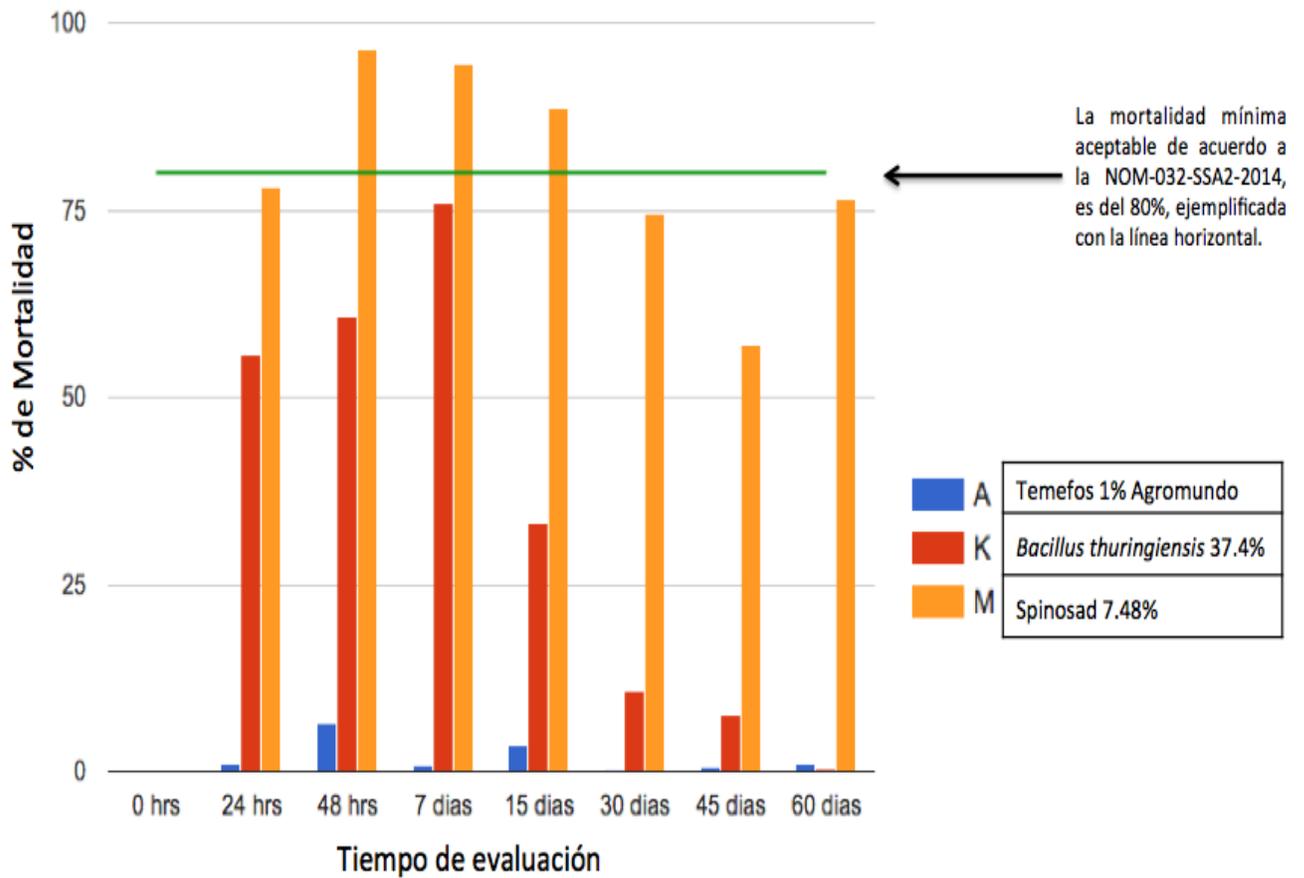


Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Veracruz expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

Nota: El descenso en la efectividad de tratamiento de Spinosad 7.48% a los 45 días, se debe a un error metodológico durante la evaluación.

GUANAJUATO

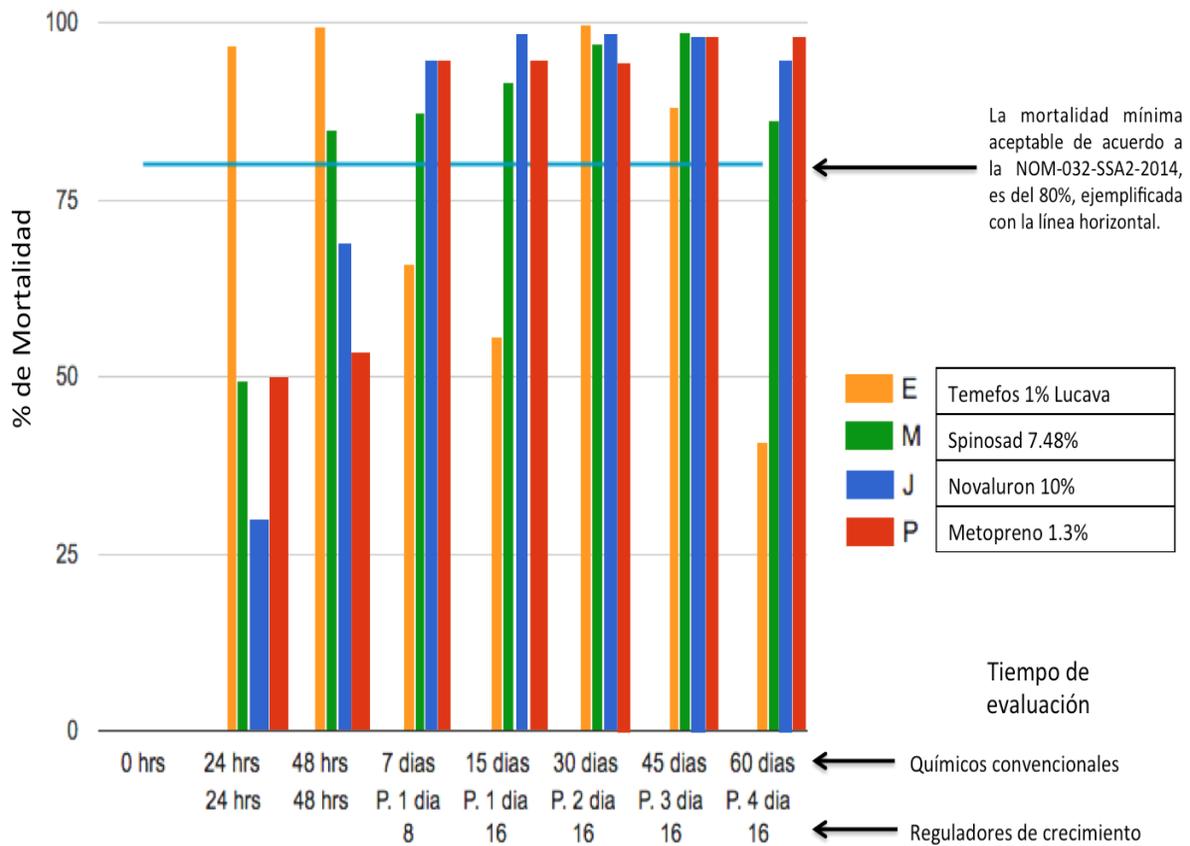
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	2.93	7.54	1.44	4.00	0.80	1.60	2.00
Bacillus thuringiensis 37.4%	66.88	60.93	75.93	36.36	12.88	12.80	1.00
Spinosad 7.48 %	78.13	96.60	94.60	88.60	74.63	62.33	76.47



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Guanajuato expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

HIDALGO

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Lucava	96.73	99.47	66.00	55.60	99.80	88.13	40.80
Novaluron 10%	31.60	66.67	93.53	99.80	99.60	99.06	97.20
Spinosad 7.48 %	49.53	85.00	87.40	91.53	96.93	98.67	86.33
Metopreno 1.3%	50.40	52.67	91.60	97.33	97.47	98.80	99.80

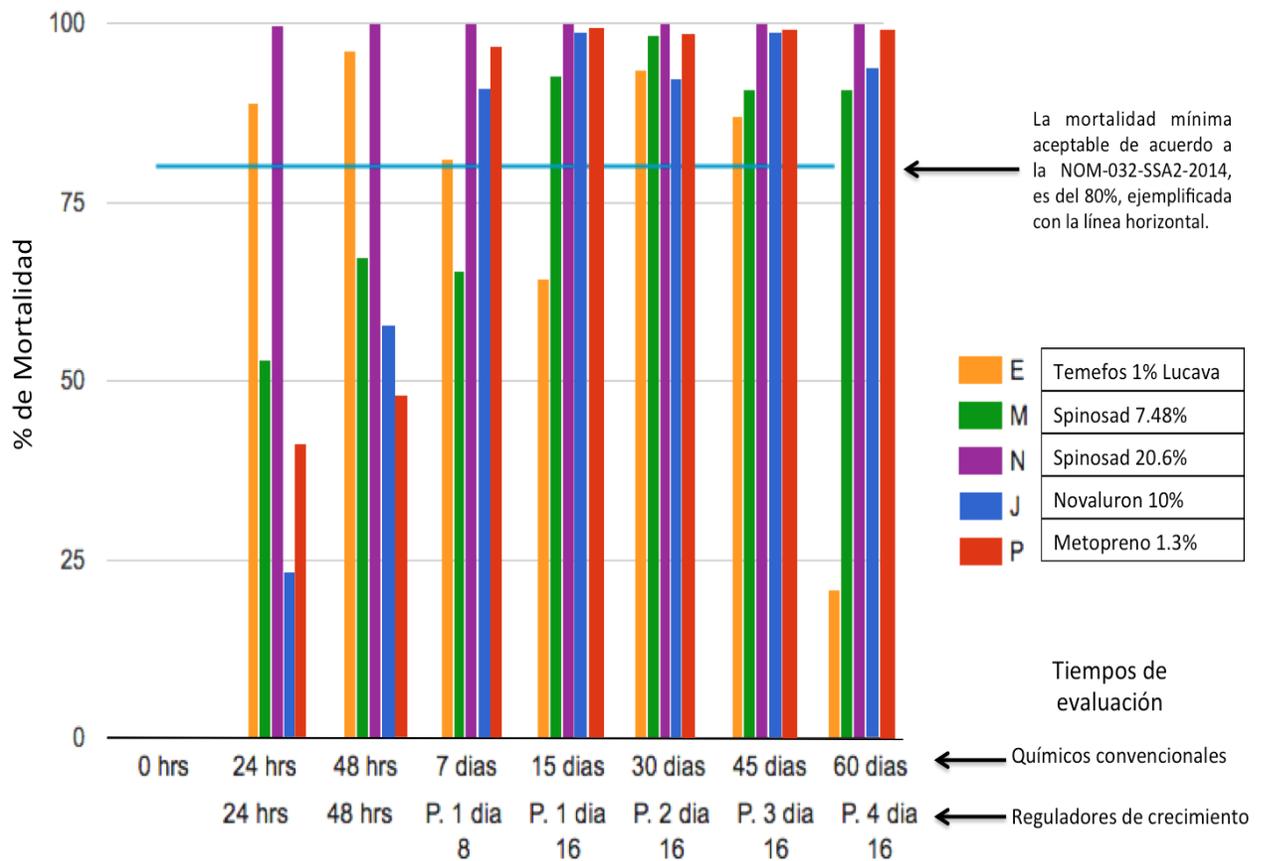


Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Hidalgo expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

Nota: El descenso en la efectividad de tratamiento de Temefos 1% a los 7 y 15 días, se debe a un error metodológico durante la evaluación.

MORELOS

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Lucava	88.93	96.13	81.13	64.40	93.47	87.13	20.93
Novaluron 10%	22.47	56.87	95.80	99.67	92.93	99.53	95.80
Spinosad 7.48 %	52.93	67.27	65.33	92.80	98.47	90.87	90.93
Spinosad 20.6%	99.60	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Metopreno 1.3%	39.27	46.93	96.27	99.20	98.80	99.13	99.07

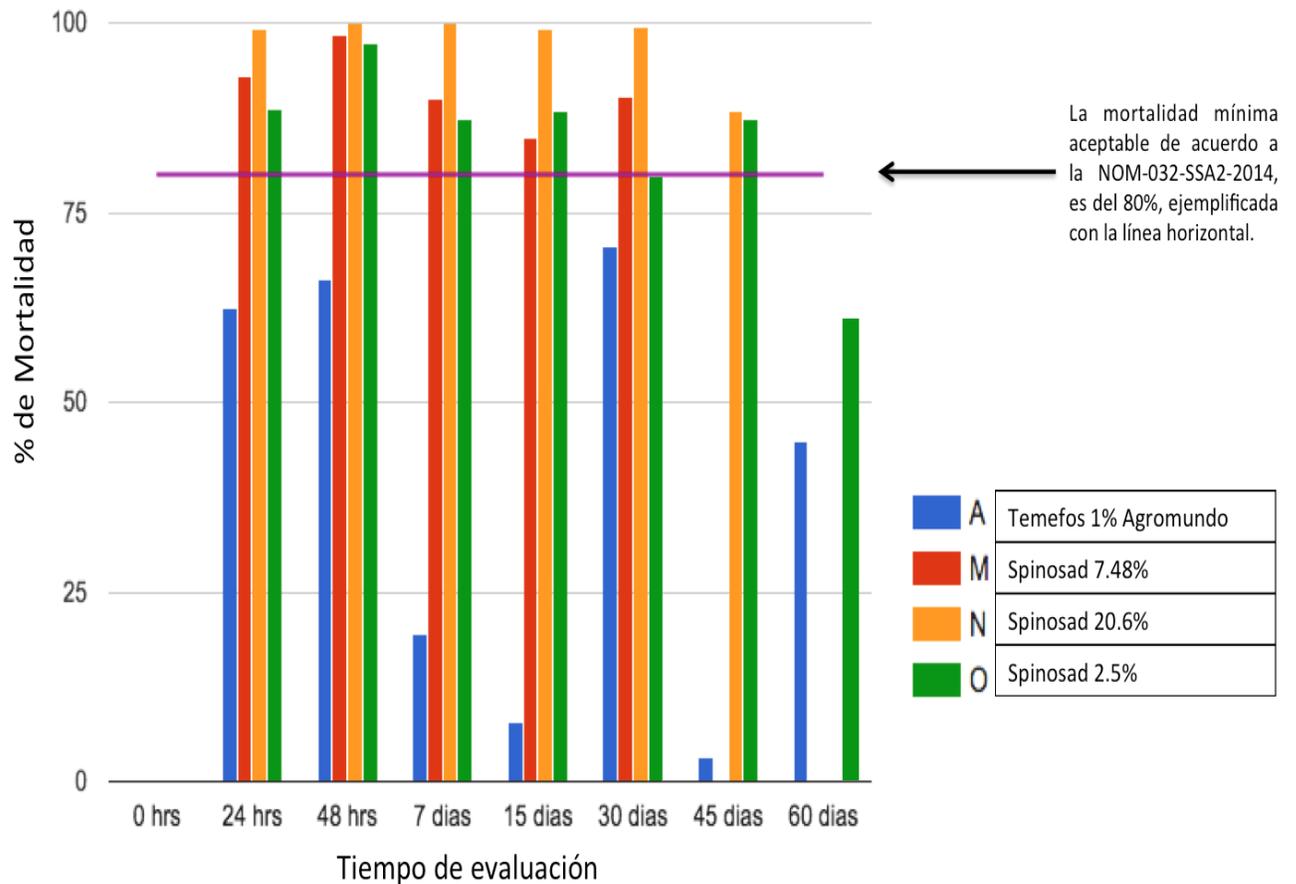


Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Morelos expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

Nota: El descenso en la efectividad del tratamiento de Temefos 1% a los 15 días, se debe a un error metodológico durante la evaluación.

TABASCO

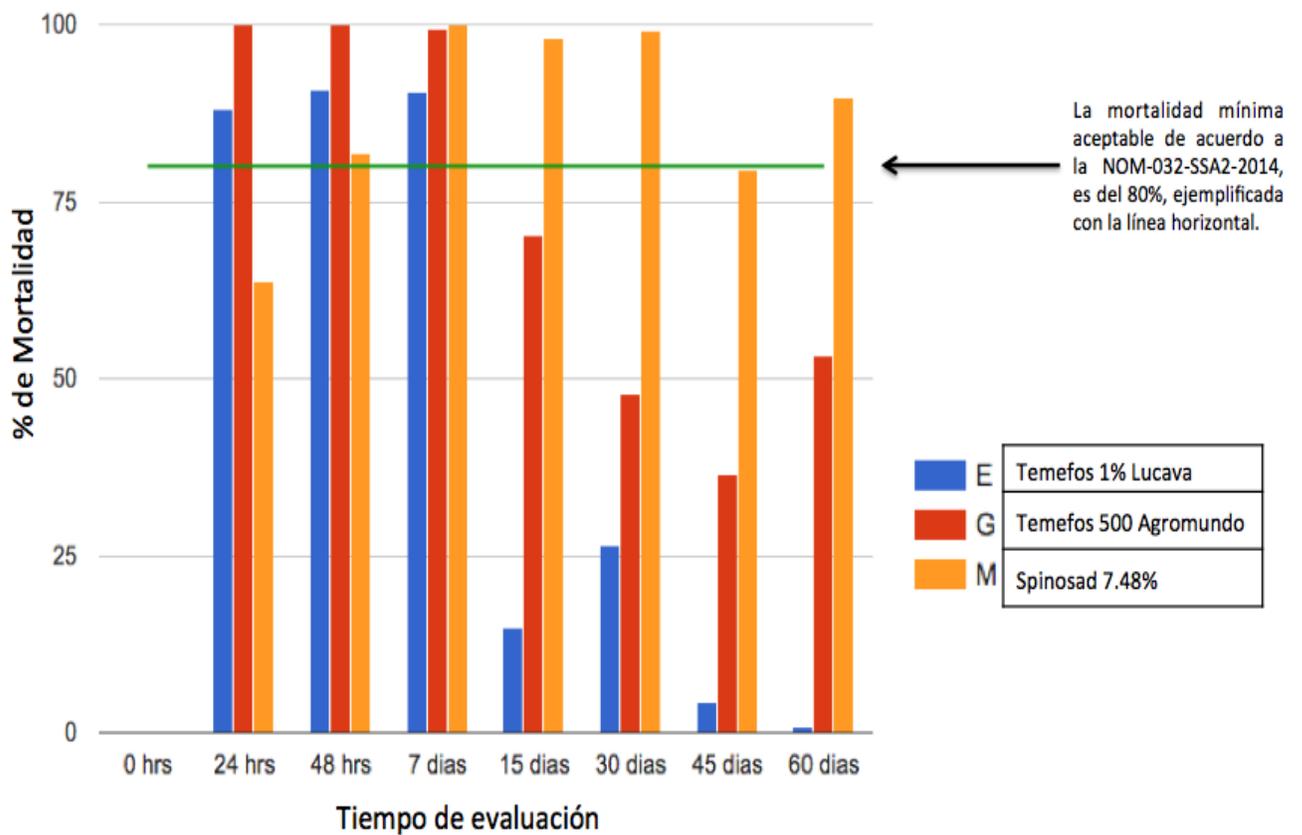
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	62.33	66.27	19.40	7.80	70.47	3.92	44.73
Spinosad 7.48 %	93.00	98.40	90.07	84.73	90.17	00.00	0.00
Spinosad 20.6%	99.07	100.00	99.93	99.07	99.47	88.27	0.00
Spinosad 2.5%	88.60	97.38	87.33	88.40	80.00	87.42	60.80



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Tabasco expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

SAN LUIS POTOSÍ

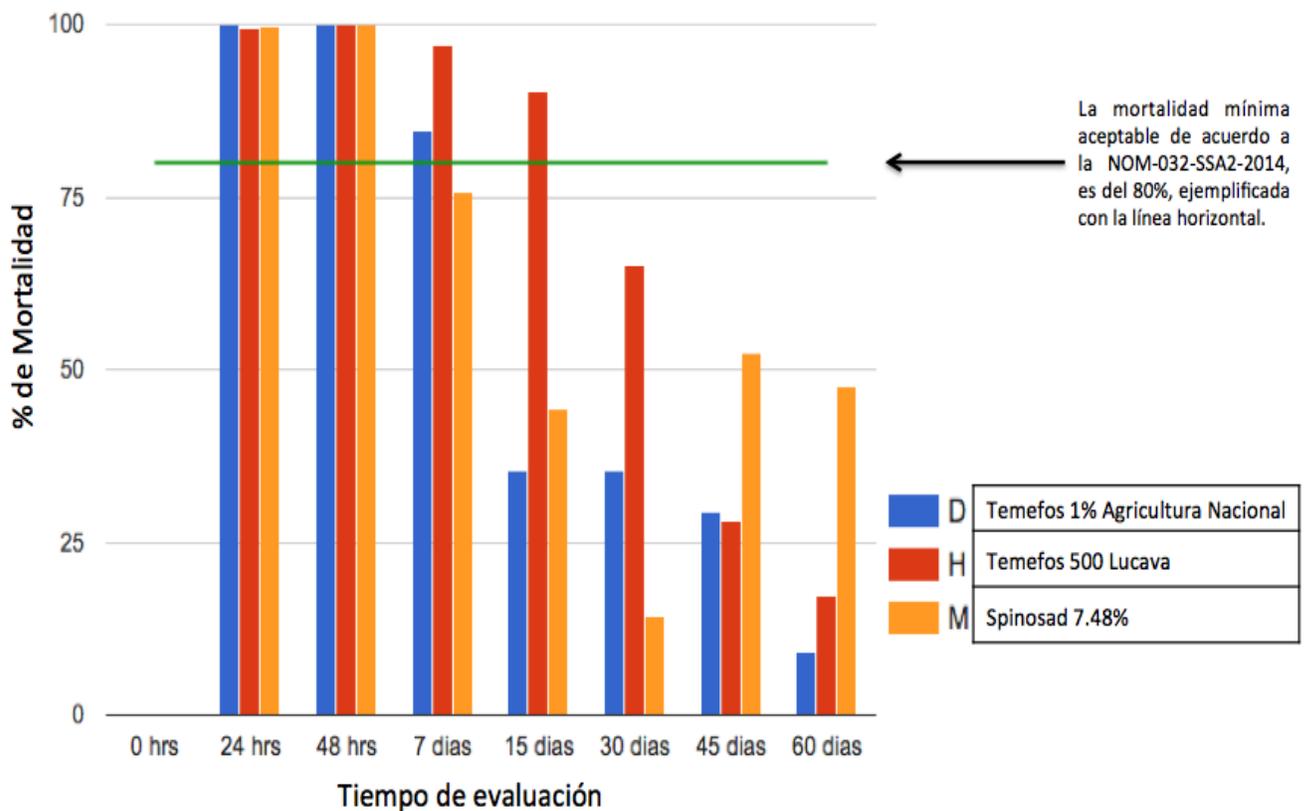
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Lucava	88.20	90.90	90.50	17.14	26.40	4.91	0.93
Temefos 500 Agromundo	99.90	100.00	99.50	70.20	47.90	36.60	53.30
Spinosad 7.48 %	63.70	82.00	100.00	98.00	99.20	80.00	89.80



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de San Luis Potosí expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

CAMPECHE

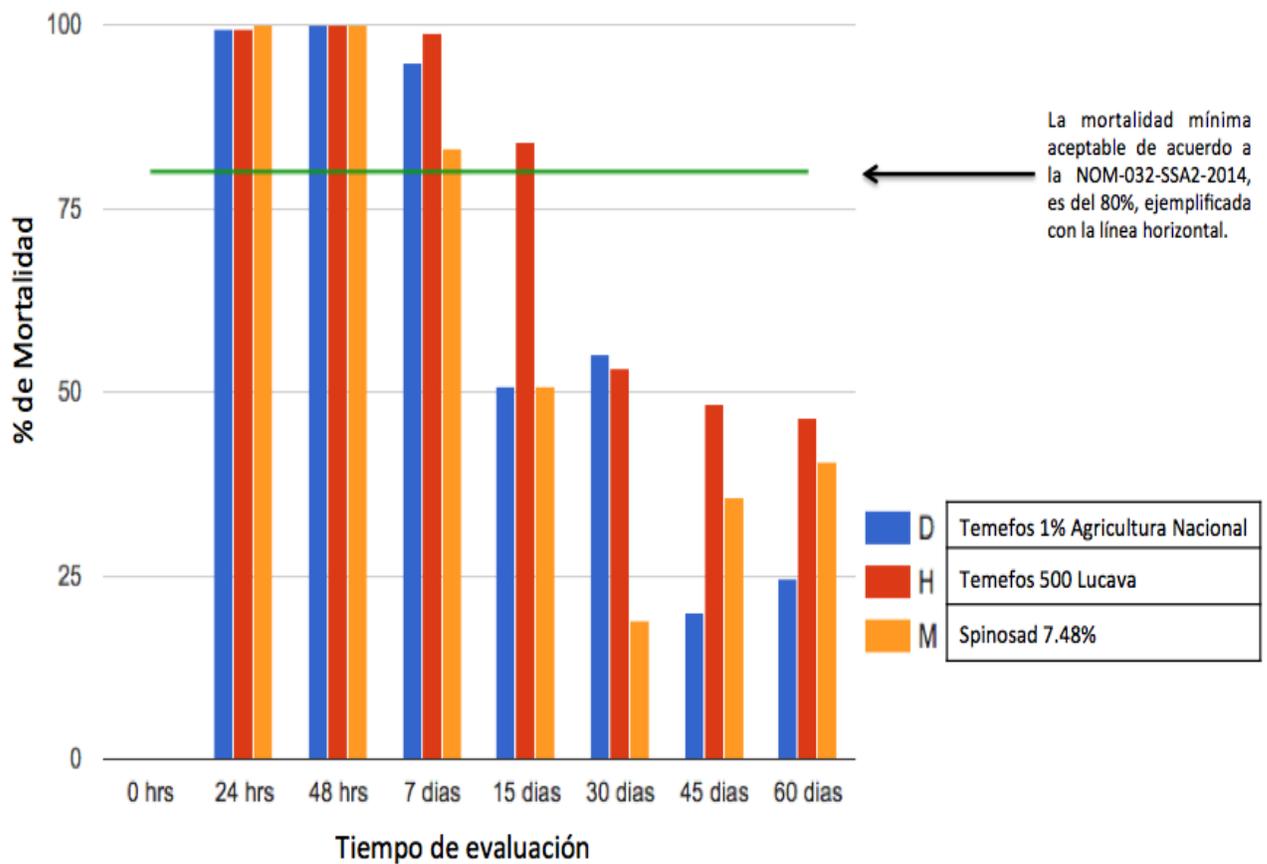
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agricultura Nacional	100.00	100.00	84.67	35.53	35.33	29.40	9.20
Temefos 500 Lucava	99.53	100.00	96.93	90.27	65.20	28.00	17.24
Spinosad 7.48 %	99.60	100.00	75.78	44.24	14.20	52.37	47.52



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Campeche expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

YUCATÁN

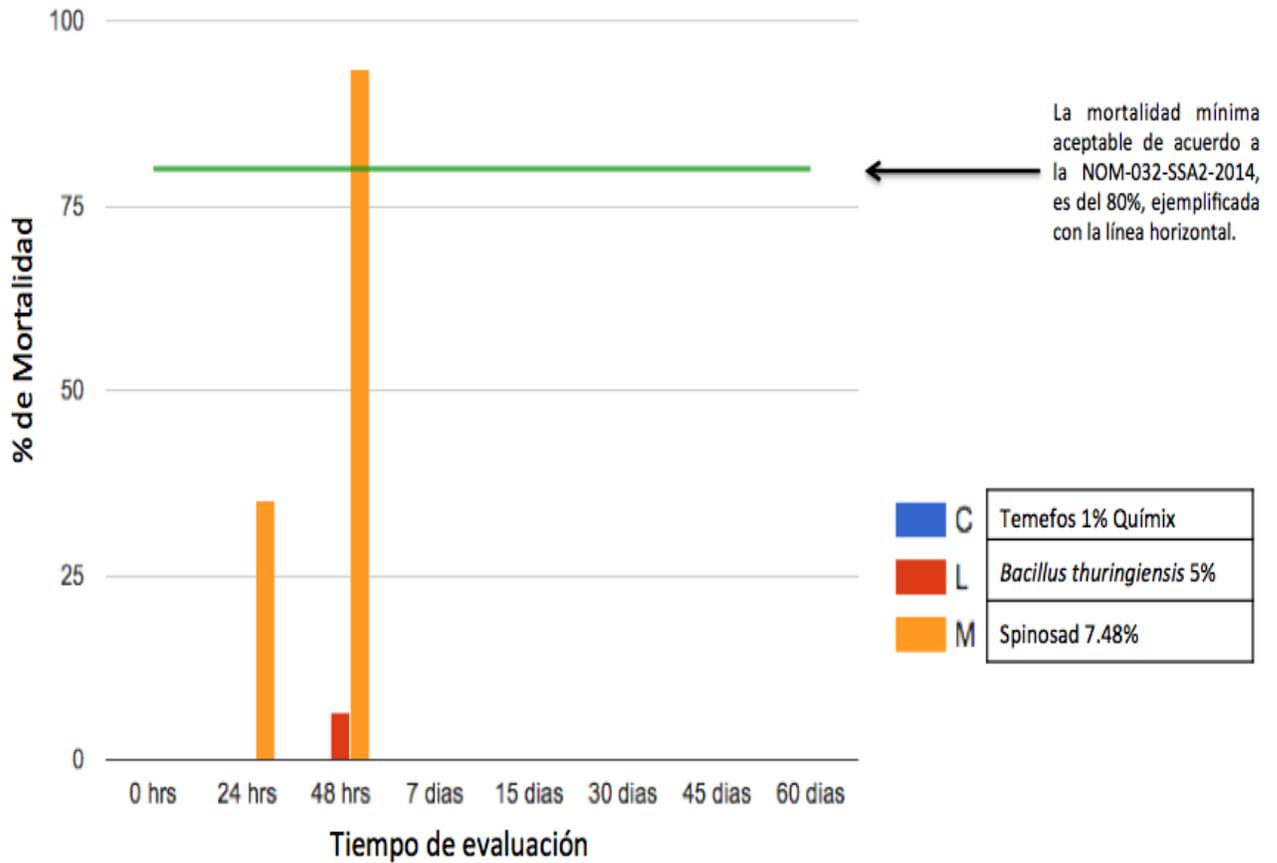
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agricultura Nacional	99.53	99.93	94.73	50.87	55.20	19.87	26.69
Temefos 500 Lucava	99.53	100.00	98.93	83.93	53.27	57.95	50.63
Spinosad 7.48 %	100.00	100.00	83.27	50.93	20.65	35.73	48.72



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Yucatán expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

ZACATECAS

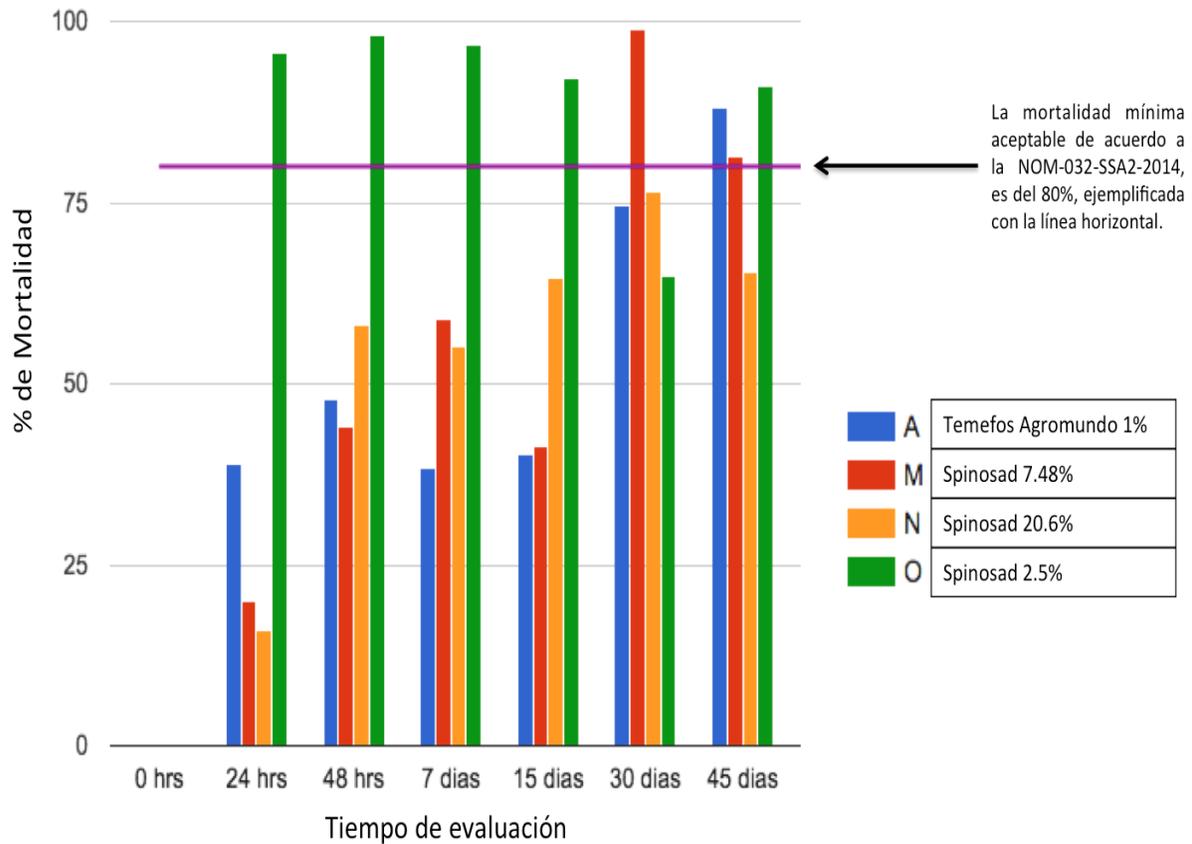
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
<i>Bacillus thuringiensis</i> 5%	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinosad 7.48 %	35.20	93.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Zacatecas expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

CHIAPAS

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	38.80	47.80	38.27	40.40	74.48	88.10	0.00
Spinosad 7.48 %	20.71	48.27	59.38	45.00	98.80	81.27	0.00
Spinosad 20.6%	16.00	57.67	55.20	64.64	76.90	65.47	0.00
Spinosad 2.5%	95.60	98.20	96.80	92.27	64.86	91.07	0.00

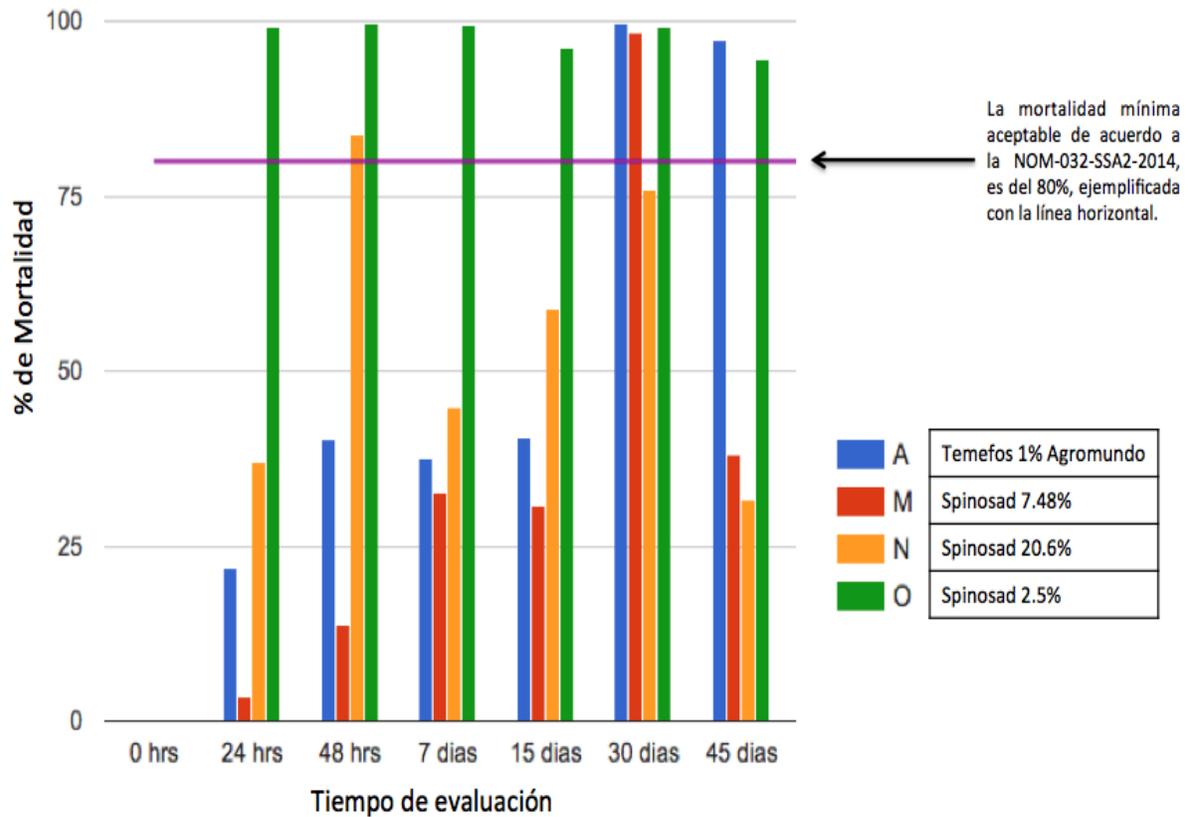


Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 45 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Chiapas expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

Nota: El descenso en la efectividad de tratamiento de Spinosad 2.5% a los 30 días, se debe a un error metodológico durante la evaluación.

GUERRERO

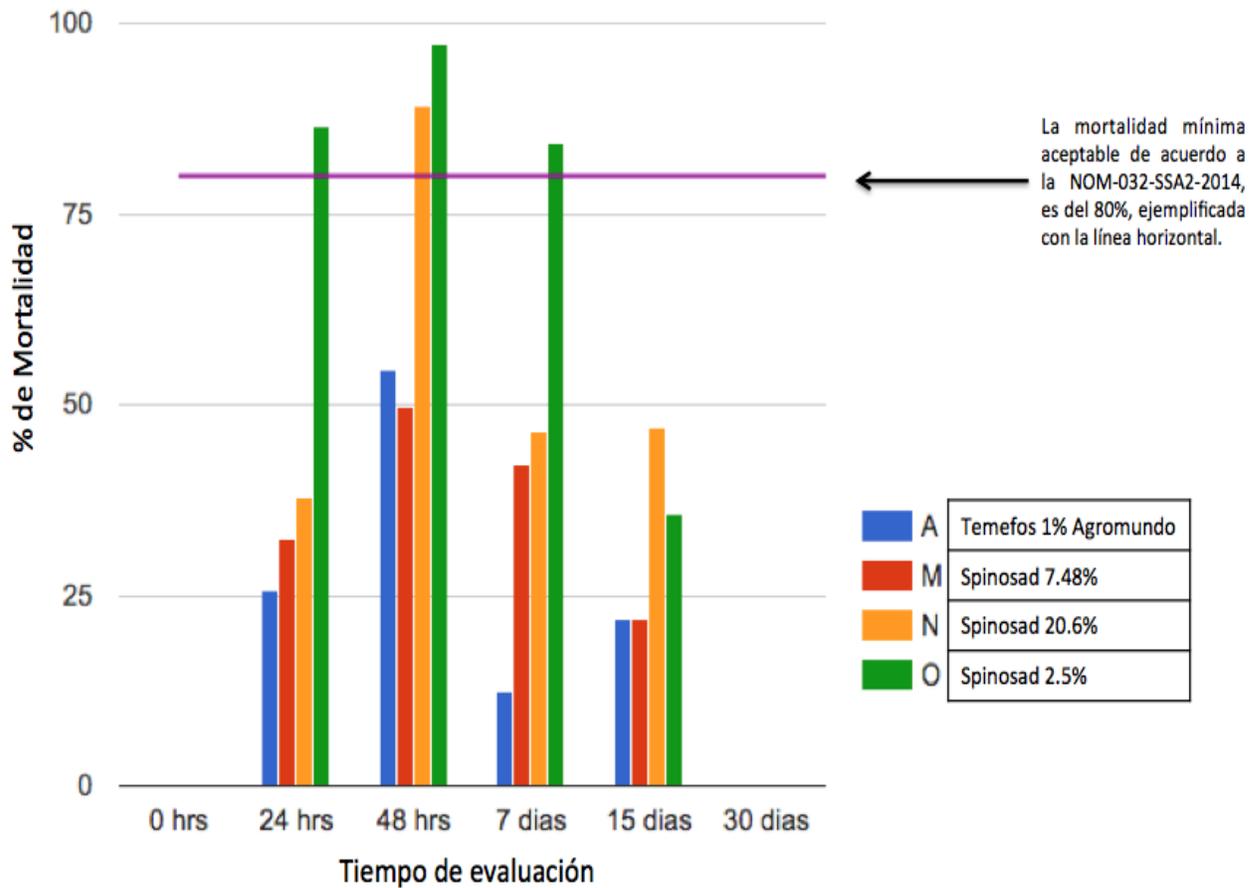
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	21.80	40.20	37.60	40.50	99.60	97.40	0.00
Spinosad 7.48 %	4.80	13.73	32.79	30.90	98.50	38.00	0.00
Spinosad 20.6%	36.90	83.80	44.90	58.90	76.00	31.70	0.00
Spinosad 2.5%	99.20	99.70	99.40	96.30	99.10	94.60	0.00



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 45 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Guerrero expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

OAXACA

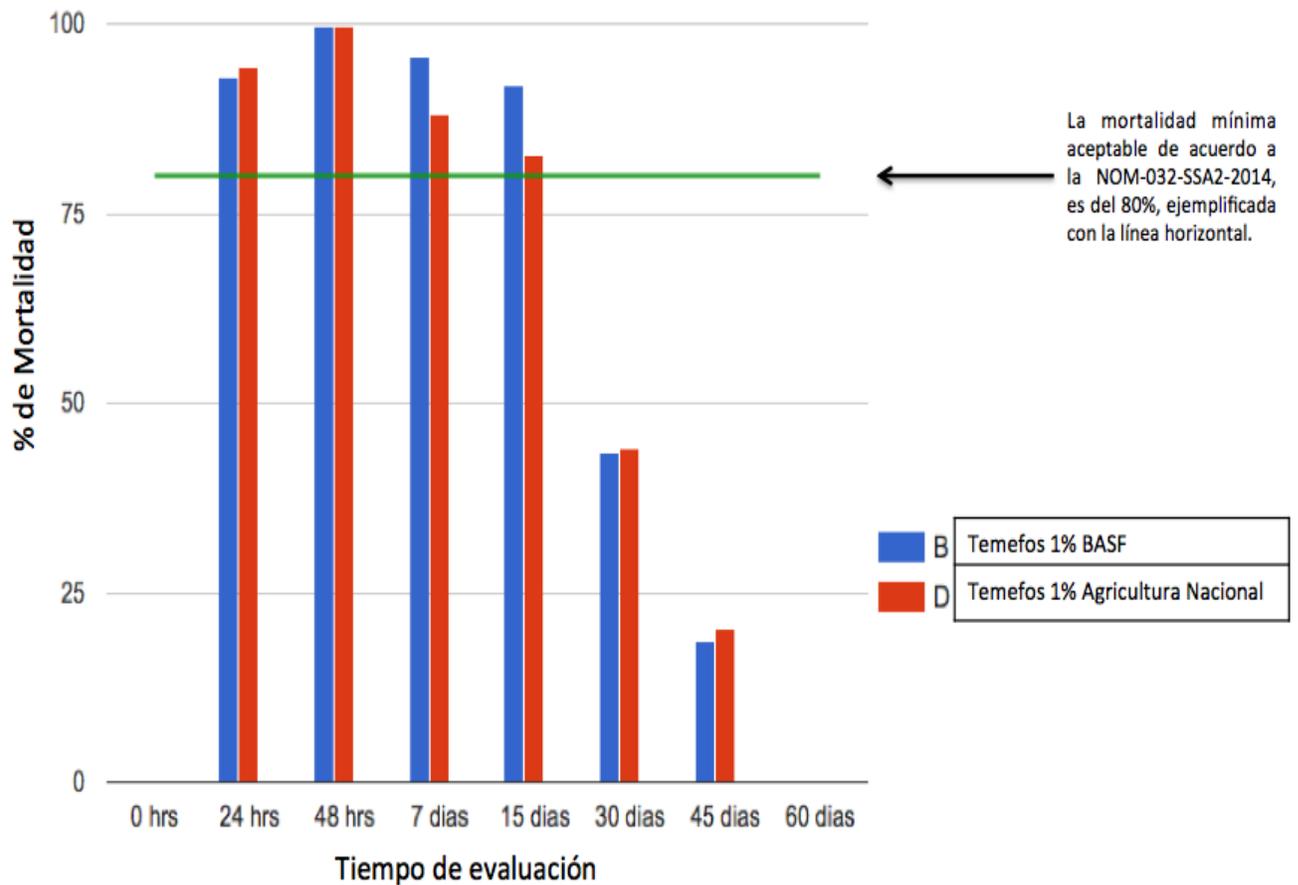
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% Agromundo	25.56	54.49	12.32	21.76	0.00	0.00	0.00
Spinosad 7.48 %	32.36	49.66	42.20	22.00	0.00	0.00	0.00
Spinosad 20.6%	37.77	89.28	46.60	47.00	0.00	0.00	0.00
Spinosad 2.5%	86.58	97.30	84.27	35.73	0.00	0.00	0.00



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 15 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Oaxaca expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

QUINTANA ROO

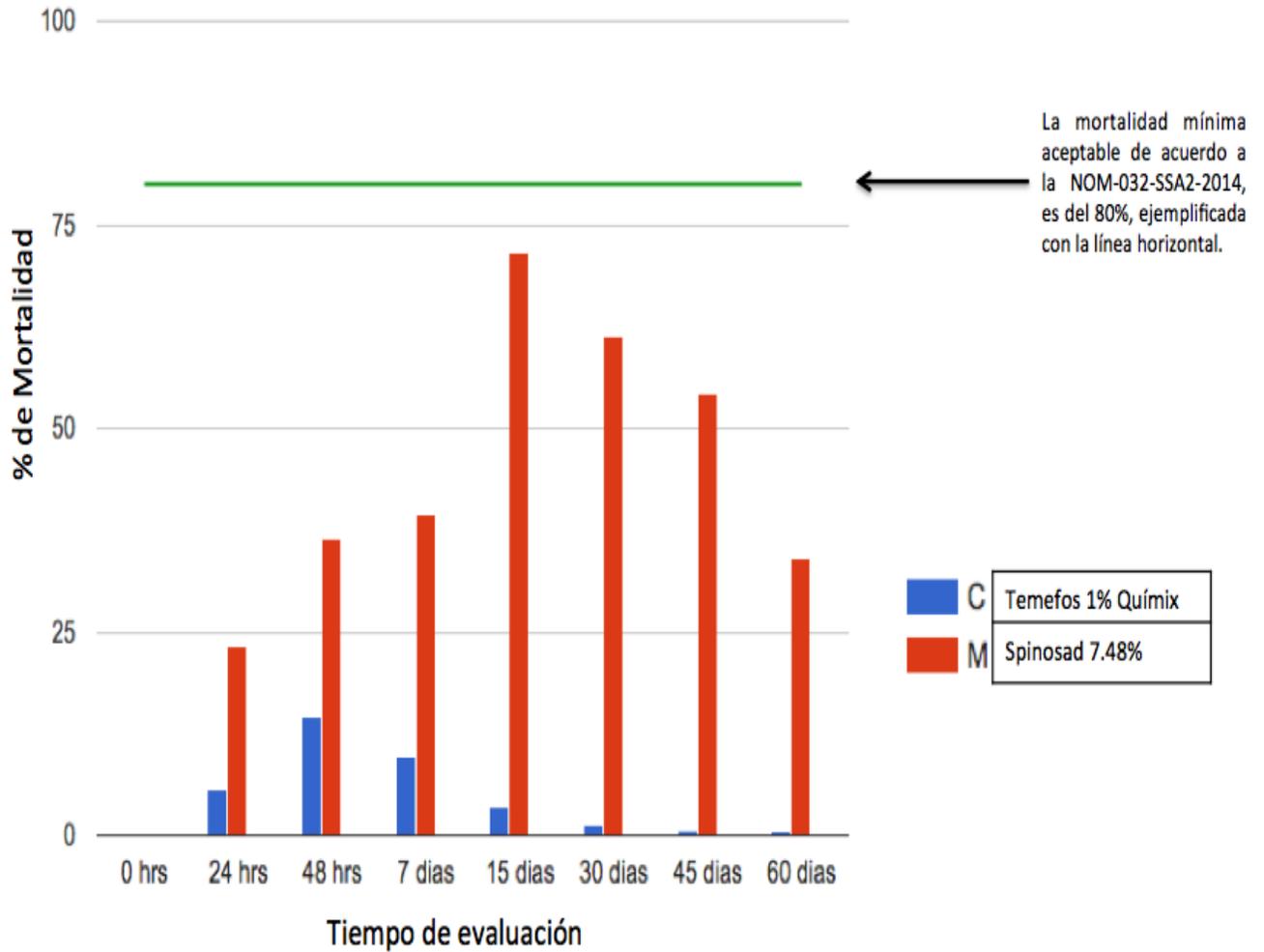
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Temefos 1% BASF	93.00	99.67	95.80	92.00	43.47	18.73	0.00
Temefos 1% Agricultura Nacional	94.20	99.60	88.13	82.80	43.96	20.40	0.00



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 45 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Quintana Roo expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

COLIMA

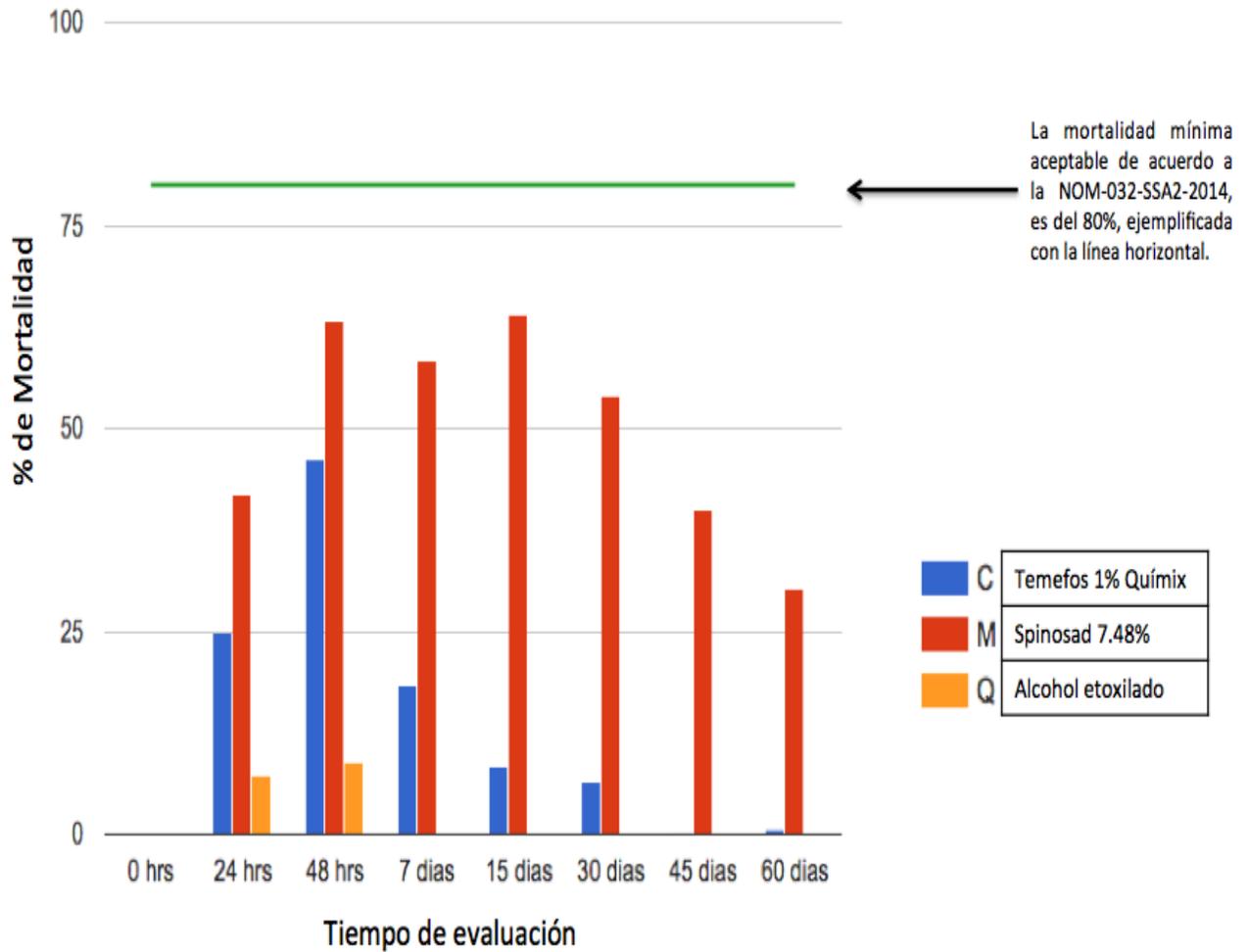
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Químix	5.59	14.53	9.60	8.48	1.87	1.80	1.40
Spinosad 7.48 %	27.84	39.78	39.47	71.67	61.47	54.20	34.00



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Colima expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

JALISCO

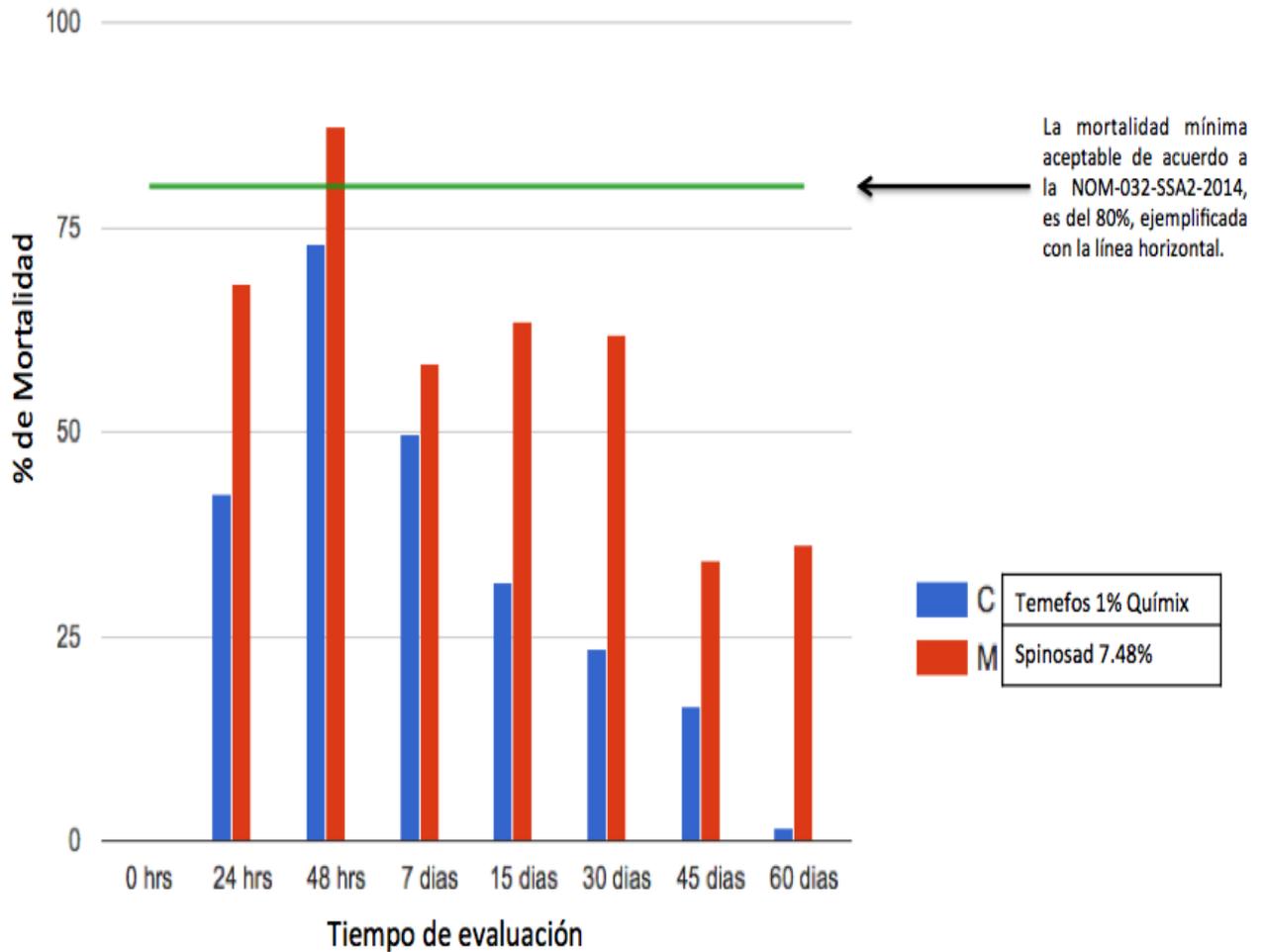
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Químix	24.90	46.15	18.33	8.40	6.55	0.80	1.60
Spinosad 7.48 %	41.86	63.20	58.47	64.12	59.04	43.76	30.33



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Jalisco expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

AGUASCALIENTES

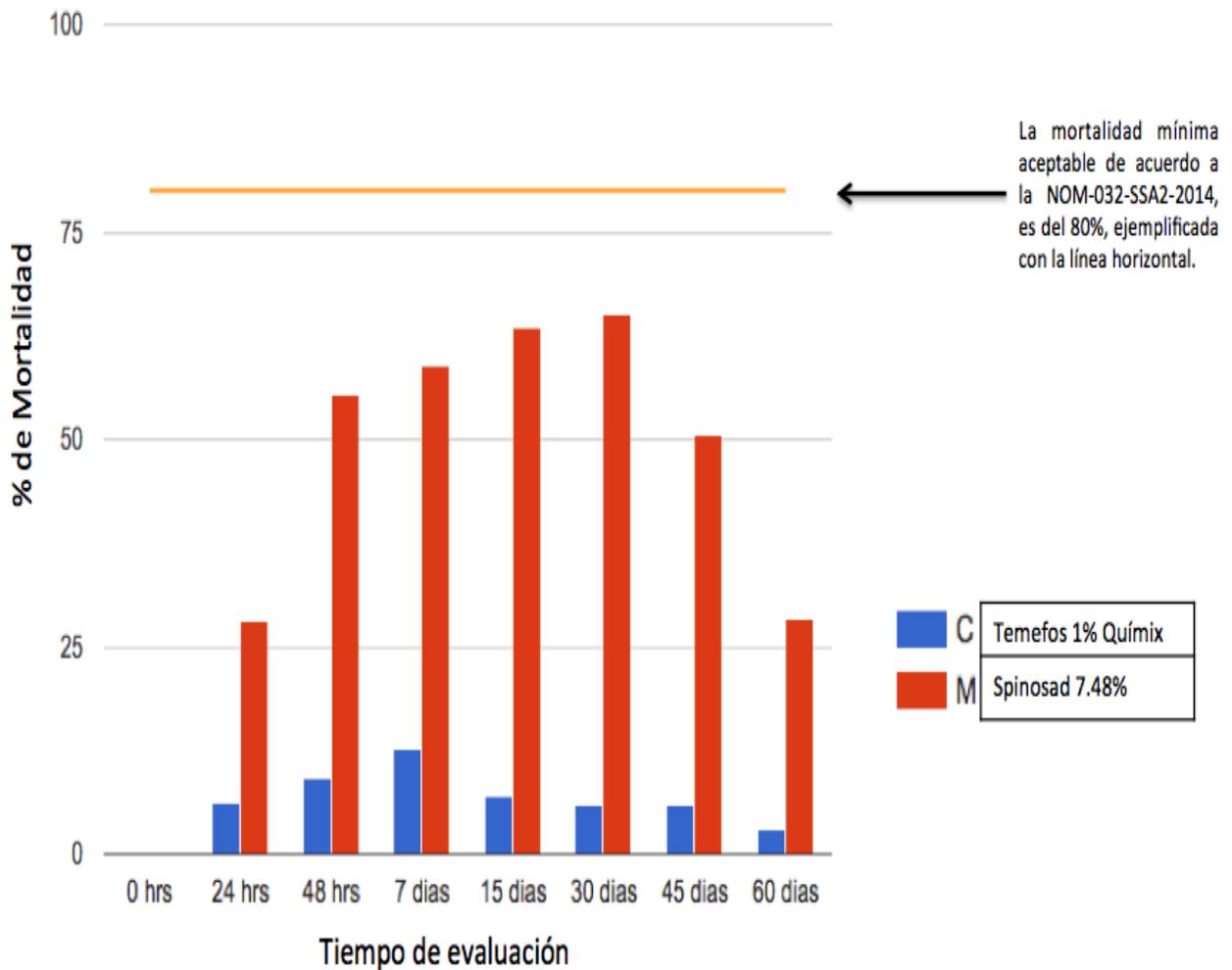
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Químix	42.53	73.00	49.68	31.73	23.53	22.13	3.84
Spinosad 7.48 %	68.13	87.27	58.40	63.40	61.80	34.27	39.42



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Aguascalientes expuestas a los larvicidas evaluados en la entidad.

MICHOACÁN

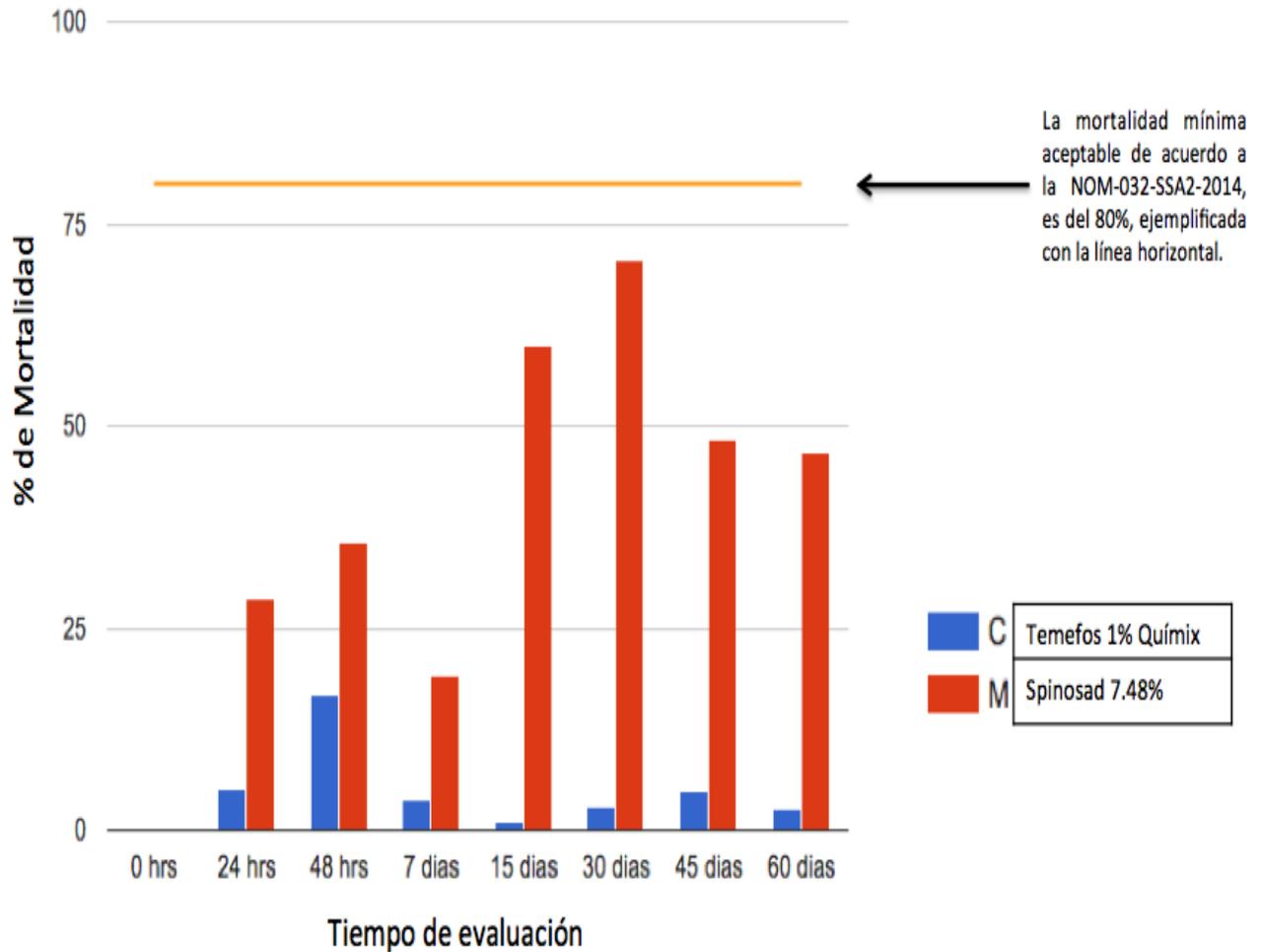
Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Químix	6.84	9.20	15.36	7.65	6.07	10.06	4.60
Spinosad 7.48 %	28.07	55.47	58.87	63.40	65.16	50.47	28.40



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Michoacán expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

NAYARIT

Ingrediente	24 horas	48 horas	7 días	15 días	30 días	45 días	60 días
Químix	5.10	16.80	5.07	2.20	3.31	7.84	2.60
Spinosad 7.48 %	38.31	42.80	19.13	60.07	70.67	48.27	51.13



Resultados de Mortalidad Aguda (24 y 48 hr) y Residualidad (7 a 60 días), para poblaciones de *A. aegypti* del estado de Nayarit expuestos a los larvicidas evaluados en la entidad.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio, demuestran que los distintos grupos de larvicidas que se encuentran en la lista de productos recomendados por el CENAPRECE, presentan diferentes niveles de efectividad biológica, dentro de los cuales las diferencias observadas no sólo radican en la mortalidad aguda, si no también en la efectividad biológica desde el punto de vista de residualidad de los productos, refiriéndonos específicamente a las distintas marcas comerciales de un mismo producto; es decir, que existe una variación evidente entre una misma formulación de un larvicida que es fabricada por distintas empresas, siendo más específicos, estas diferencias fueron encontradas para el caso de Temefos Granular al 1 % y Temefos Líquido en presentación de concentrado emulsionable.

Dichas diferencias, para el caso de los cinco distintas marcas de Temefos al 1 %, fueron observadas desde los envases de plaguicidas originales, enviados por las empresas propietarias de los registros y al manejar los productos, para su introducción a los viales que fueron enviados a las distintas unidades de bioensayos, en los cuales, para el caso de las formulaciones granulares, se observaron diferencias en cuanto a tamaño del gránulo, uniformidad de los mismos y cohesión de la formulación, pues se observaron desde productos que tenían aspecto arenoso, hasta productos con gránulos uniformes y bien definidos. Observaciones similares fueron encontradas para los dos productos granulados de *Bacillus thuringiensis*, este hecho no se observó en los demás productos evaluados.

Ahora bien, las diferencias en cuanto a efectividad de las presentaciones de temefos al 1% en formulación de gránulos, sin duda evidencian las diferencias de la calidad de las formulaciones, en la que no solo tienen que ver los adherentes, formulantes y demás inertes, que hacen que la efectividad desde el punto de vista de residualidad, sea adecuada solamente hasta los 15 días después de la aplicación inicial, este hecho contraviene a los criterios establecidos de efectividad biológica de la NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector.

Con relación a las formulaciones de Temefos líquido, si bien presentan mortalidad aguda adecuada, al ver su efecto residual, encontramos el mismo patrón de efectividad desde el punto de vista de residualidad sólo hasta los 15 días.

Para el caso de las formulaciones de Spinosad en tabletas, concentrado emulsionable y granulos, se observa que no alcanzan una mortalidad aguda adecuada en las

primeras 24 horas post-aplicación, sin embargo la mortalidad se mantiene constante desde las 48 horas hasta los 45 días post-aplicación en la mayoría de los casos y para el caso de la formulación de tabletas (Spinosad 7.48%), se obtuvo un valor de mortalidad de 87 % a los 60 días post-aplicación, adicionalmente la disponibilidad de tener tres presentaciones diferentes para distintos escenarios de control, hacen a este grupo una buena opción para el control de larvas de mosquitos en nuestro país.

Para el caso de las formulaciones a base de *Bacillus thuringiensis*, la mortalidad aguda encontrada y la residualidad de ambas formulaciones, no llegó a los parámetros establecidos en la NOM-032-SSA2-2014, por lo que deberán verificarse las dosis que las compañías propietarias establecen para sus productos.

Para el caso de los reguladores del crecimiento, tanto los valores encontrados de mortalidad aguda, como para los resultados de residualidad, cumplen con los parámetros de la NOM-032-SSA2-2014, sin embargo considerando el modo de acción de estos productos y el tiempo que tiene que transcurrir para que se observe un efecto en las poblaciones de larvas, así como la percepción de la población, la cual puede llegar a ver larvas de mosquitos moviéndose hasta por más de 20 días después de haberse aplicado el control químico con reguladores de crecimiento, lo cual hace que estos productos se localicen en una segunda opción de elección, de productos para el control de larvas.

El tener evidencia del funcionamiento de los productos a base de Spinosad, Metopreno y Novalurón, que pertenecen al grupo de las lactonas y reguladores del crecimiento respectivamente, despejan algunas de las dudas asociadas a la introducción de nuevos productos, toda vez que a nivel nacional, las campañas para las actividades de control larvario, se habían basado al menos en los últimos 15 años, en el uso exclusivo de Temefos y por ende las brigadas de control larvario, tendrán que iniciar con el conocimiento de las nuevas formulaciones y aprender las técnicas tanto de aplicación, uso y funcionamiento, de estos productos.

Es importante también resaltar que los resultados encontrados respecto a la baja residualidad de los productos a base de Temefos (organofosforados), concuerdan con la política de uso de diferentes grupos químicos de resistencia, para el control de las diferentes etapas de desarrollo de los mosquitos (control de larvas y adultos), toda vez que en el presente estudio se observó un mejor desempeño para los productos a base de Spinosad y reguladores del crecimiento, que poseen un modo de acción

distinto, así como mecanismos de resistencia diferentes, a los que presentan los productos organofosforados en presentación granular y líquida.

CONCLUSIONES

- El presente estudio encontró que en los distintos grupos de larvicidas evaluados, Organofosforados, (temefos granular al 1 % y temefos líquido al 50 %), Lactonas (Spinosad en tabletas, granulado y presentación líquida), la mortalidad aguda cumple con los parámetros establecidos por la NOM-032-SSA2-2014, mientras que los productos a base de *Bacillus thuringiensis* y reguladores de crecimiento (Metopreno y Novaluron) no llegan a una mortalidad aguda mayor al 43, 49 y 62% respectivamente.
- Para el caso de las distintas formulaciones a base de Temefos, ninguna de ellas superó los 15 día de efecto residual. Por lo cual se recomienda no utilizar este grupo químico para campañas de control larvario.
- Dentro de las formulaciones de Spinosad, las que tuvieron un mejor efecto residual fueron la granular y las tabletas, sin embargo la formulación líquida tuvo un buen efecto hasta los 45 días post-tratamiento, con base en estos resultados se recomienda utilizar este grupo químico como la primer herramienta de control para campañas de control larvario.
- Para el caso de las formulaciones de reguladores del crecimiento, ambos productos tienen un efecto residual adecuado, y por ser reguladores del crecimiento los cuales tienen un efecto más lento en cuanto a modo de acción, no se observa una adecuada mortalidad aguda, por lo cual se recomienda utilizar este grupo químico como segunda herramienta de control para campañas de control larvario.
- Los resultados del presente estudio denotan sólo dos alternativas viables para el control de larvas de mosquitos, por lo que se recomienda realizar el siguiente programa de rotación entre lactonas y reguladores del crecimiento:

- A principios del ciclo de lluvias, iniciar con reguladores del crecimiento, estas acciones deben realizarse cuando las poblaciones de larvas no representen un riesgo de transmisión alto, seguido de la utilización de productos a base de Spinosad, cuando el riesgo de transmisión sea alto y regresar al uso de reguladores del crecimiento, al final de la temporada de lluvias, en un esquema de aplicación 10-80-10.
- Es imperante continuar con la realización de estudios para evaluar la efectividad biológica de larvicidas y continuar con los estudios monitoreo de susceptibilidad en poblaciones de mosquitos adultos, para percibir posibles cambios en cuanto a susceptibilidad y resistencia a insecticidas, para que en su caso se realicen los ajustes necesarios para la recomendación del uso de productos para el control de mosquitos vectores de enfermedades, desde un esquema de uso racional y con planes de manejo de resistencia a insecticidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Publicación conjunta de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa Especial para Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales (TDR). Dengue; Guías para el Diagnóstico, Tratamiento, Prevención y Control. Edición 2009.
- 2.-OMS, Nota descriptiva 117. Dengue y Dengue Hemorrágico, marzo 2014, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
- 3.-Secretaría de salud, Dirección General de Epidemiología, Boletín epidemiológico. Descripción del dengue en México en el año 2013, Número 28 Volumen 31, Semana 28, del 6 al 12 de julio del 2014.
- 4.-Organización Panamericana de las Salud. Descripción de la situación epidemiológica actual del dengue en las América (2013-2014).
- 5.- Secretaría de Salud de México. Panorama Epidemiológico de Dengue 2013. México, DF: Secretaría de Salud; 2014.
- 6.- San Martín J.L., Brathwaite-Dick O. La estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control del Dengue en la Región de las Américas. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health. 2007; 21(1).
- 7.-Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). Guía para la Participación Comunitaria Para la Prevención y Control del Dengue.
- 8.- Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). Guía Metodológica para las Acciones de Control Larvario.

9.- Secretaría de Salud. 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.

10.- Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). Guía metodológica para la aplicación intradomiciliar de insecticida de acción residual con equipo aspersor (motomochila).

11.- Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector.

12.- WHO Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. 2005

13.- WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. 2013

14.- WHO. Report of the Ninth Meeting of the Global Collaboration for Development of Pesticides for Public Health. Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance, 9-10 September 2014.

15.- Lopez B, Ponce G, Gonzalez J, Gutierrez S, Villanueva O, Gonzalez G, et al. Susceptibility to Chlorpyrifos in Pyrethroid-Resistant Populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Mexico. J Med Entomol. 2014; 51(3):644-649.

16.- Maestre R, Rey G, De Las Salas J, Vergara C, Santacoloma L, Goenaga S, et al. Estado de la susceptibilidad de *Aedes aegypti* a insecticidas en Atlántico (Colombia). Revista Colombiana de Entomología. 2010; 36(2):242-248.

17.- Dzul F, Marín B, Martini A, Aguilar J, Gutiérrez C, López L, et al. Resistencia a Insecticidas en el vector del Dengue en Acapulco, Guerrero. Revista Estatal de Salud. 2014; 1(3).

18.- WHO Library Cataloguing in Publication Data. Global Insecticide Use for vectormborne disease control: a 10 year assessment (2000-2009), fifth edition, 2011.

19.- Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. Seventh edition, 2008.

20.- INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY IPC (INCHEM). Deltamethrin . Environmental Health Criteria 97.

21.- Plernsub S, Stenhouse S, Tippawangkosol P, Lumjuan N, Yanola J, Choochote W, et al. Relative developmental and reproductive fitness associated with F1534C homozygous knockdown resistant gene in *Aedes aegypti* from Thailand. Tropical Biomedicine. 2013; 30(4):621-630.

22.- Montada D.,Zaldivar J., et al., Eficacia de los tratamientos intradomiciliarios con los insecticidas cipermetrina, lambdacialotrina y clorpirifos en una cepa de *Aedes Aegypti*. Rev. Cubana. Med. Trop. 58: 130-135.

23.- Brengues C, Hawkes NJ, Chandre F, McCarroll L, et al. Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. Med Vet Entomol. 2003 Mar;17(1):87-94.

24.- Melo-Santos MA, Varjal-Melo JJ, Araújo AP, Gomes TC, et al. Resistance to the organophosphate temephos: mechanisms, evolution and reversion in an *Aedes aegypti* laboratory strain from Brazil. Acta Trop. 2010 Feb;113(2):180-9

25.- Bradberry SM, Cage SA, Proudfoot AT, Vale JA. Poisoning due to pyrethroids. Toxicol Rev. 2005;24(2):93-106.

26.- Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. Seventh edition, 2008.

27.- International Programme on Chemical Safety IPC (INCHEM). Deltamethrin. Environmental Health Criteria 97.

