

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**EFFECTO DEL pH DEL AGUA DE ASPERSION EN LA EFECTIVIDAD DE  
INSECTICIDAS COMERCIALES SOBRE LARVAS DE *Trichoplusia ni* (HÜBNER)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

**Por:**

**LUIS ANTONIO LIZARRARAS TORNERO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Octubre de 2003**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**EFFECTO DEL pH DEL AGUA DE ASPERSION EN LA EFECTIVIDAD DE  
INSECTICIDAS COMERCIALES SOBRE LARVAS DE *Trichoplusia ni* (HÜBNER)  
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

**Presentada por:**

**LUIS ANTONIO LIZARRARAS TORNERO**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

**Aprobada  
Presidente del Jurado**

**\_\_\_\_\_**  
**Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez**  
**Vocal** **Vocal**

**\_\_\_\_\_** **\_\_\_\_\_**  
**M. C. Jorge Corrales Reynaga** **Dr. Gabriel Gallegos Morales**  
**Vocal**

**\_\_\_\_\_**  
**M.C. Antonio Cárdenas Elizondo**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

**\_\_\_\_\_**  
**M.C. Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Octubre de 2003.**

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la vida, salud y la oportunidad de culminar una de las tantas metas que existen en el futuro.

Con gran orgullo a mi **Alma Mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Institución que me abrió sus puertas para formarme profesionalmente en ella.

A mis **Asesores**

**Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez**  
**Dr. Gabriel Gallegos Morales**  
**M.C. Jorge Corrales Reynaga**  
**M.C. Antonio Cárdenas Elizondo**

Con respeto y admiración por su apoyo tan grandioso para lograr la culminación de este trabajo de investigación.

A mis **Profesores**

Por haberme aportado parte de sus conocimientos, orientación, consejos e inculcarme el respeto y responsabilidad en mi formación.

A mis **Compañeros** de la generación **XCIV** con quienes conviví una de las etapas mas bonitas de mi vida.

A **Maria Teresa López Herrera** por haberme brindado su amistad, compañía y comprensión durante gran parte de la carrera.

Al **Ing. Rubén Rodríguez Alanís** por haberme brindado su amistad y consejos durante su estancia en la UAAAN.

Al **Ing. Nelson de Dios Méndez** que gracias a su solidaridad y amistad tuve la oportunidad de realizar mis estudios profesionales en esta universidad.

A mis compañeros de cuarto: **Nicolás, Francisco, Agustín y Héctor** con quienes compartí mis mejores momentos de mi carrera profesional.

## DEDICATORIAS

### A mis Padres

**Sr. Antonio Lizarrarás Vivanco**  
**Sra. Angela Tornero Delgado**

A quienes sin pensar el esfuerzo que sería para ellos me dieron la oportunidad de formarme y educarme profesionalmente.

A quienes la ilusión de su vida siempre fue convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca les recompensaré todas aquellas preocupaciones y desvelos que pasaron pensando en mi. **Gracias por todo el apoyo.**

### A mis Hermanos

**Xochitl Lizarrarás Tornero**  
**Oscar Lizarrarás Tornero**

A ustedes que siempre me motivaron e inspiraron a seguir el camino del bien y del conocimiento.

### A mi Tía

**Sra. Maria Tornero Delgado**

A usted que ha sido como una madre más para mí y que sin su apoyo tan enorme no hubiese logrado culminar mi formación profesional.

### A mis Tíos

**Jesús Tornero Delgado**                      **Agustín Tornero Delgado**  
**Ing. Alfonso Lizarrarás Vivanco**              **Juan Tornero Delgado**  
**José María Lizarrarás Vivanco**

A ustedes que de alguna u otra forma cada uno me brindó su apoyo y sus consejos.

### A mis Primos

**José Lizarrarás Tornero**              **Alfonso Lizarrarás Tornero**  
**Héctor Espinosa Lizarrarás**

A ustedes que siempre me han brindado su confianza y apoyo en todo.

### A mis Abuelos

**Sr. Andrés Tornero Jacobo (†)**              **Sr. José María Lizarrarás Hernández (†)**  
**Sra. Hilaria Delgado Minjarez (†)**              **Sra. Ma. Guadalupe Vivanco Gómez (†)**

Gracias por sus consejos, comprensión y apoyo que me dieron en vida, **Nunca los Olvidaré.**

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pagina</b>
INDICE DE CUADROS .....	I
INDICE DE FIGURAS .....	III
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
Generalidades del Falso Medidor de la Col <i>Trichoplusia ni</i> .....	3
Características taxonómicas del orden Lepidoptera .....	3
Características taxonómicas de la Familia Noctuidae .....	4
Ubicación taxonómica del falso medidor de la col .....	4
Biología y hábitos .....	5
Distribución de <i>Trichoplusia ni</i> .....	6
Daños .....	6
Combate de <i>Trichoplusia ni</i> .....	6
Control biológico .....	6
Control cultural .....	7
Control químico .....	7
Manejo integrado de plagas .....	8
Efecto del pH del Agua .....	8
Efecto en plaguicidas .....	8
Mezclas .....	9
Uso de Buferizantes .....	9
Efecto del pH en <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	9
Persistencia de plaguicidas .....	10

Fungicidas .....	10
Insecticidas .....	11
Organofosforados .....	12
Hidrólisis alcalina .....	13
Carbamatos .....	14
Piretroides .....	15
MATERIALES Y METODOS .....	17
Colonia de <i>Trichoplusia ni</i> ; Incremento de poblaciones .....	17
Preparación del agua a diferente pH .....	18
Bioensayo .....	19
Toma de datos .....	20
Análisis estadístico .....	20
RESULTADOS Y DISCUSION .....	21
Diazinon .....	22
Paration metílico .....	23
Permetrina .....	24
Deltametrina .....	25
Metomilo .....	26
CONCLUSIONES .....	29
LITERATURA CITADA .....	30
APENDICE .....	32

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
Cuadro 1.- Estabilidad de Insecticidas respecto al pH del agua. ....	8
Cuadro 2.- Estabilidad de fungicidas respecto al pH del agua. ....	11
Cuadro 3.- Estabilidad de insecticidas fosforados respecto al pH y alcalinidad. ...	14
Cuadro 4.- Estabilidad de insecticidas carbámicos respecto al pH y alcalinidad. ...	15
Cuadro 5.- Estabilidad de insecticidas piretroides respecto al pH y alcalinidad. ...	16
Cuadro 6.- Mortalidad corregida por Abbott (1925) en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por insecticidas a diferente pH. 2003. ....	21
Cuadro 7.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a diazinon en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	33
Cuadro 8.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a diazinon a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	33
Cuadro 9.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a diazinon en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	34
Cuadro 10.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a diazinon a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	34
Cuadro 11.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a paration metílico en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	35
Cuadro 12.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a paration metílico a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	35
Cuadro 13.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a paration metílico en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	36
Cuadro 14.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a paration metílico a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	36

Cuadro 15.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a permetrina en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	37
Cuadro 16.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a permetrina a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	37
Cuadro 17.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a permetrina en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	38
Cuadro 18.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a permetrina a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	38
Cuadro 19.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a deltametrina en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	39
Cuadro 20.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a deltametrina a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	39
Cuadro 21.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a deltametrina en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	40
Cuadro 22.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a deltametrina a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	40
Cuadro 23.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a metomilo en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	41
Cuadro 24.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a metomilo a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	41
Cuadro 25.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) expuesto a metomilo en mezcla con agua a diferente pH.2003. ....	42
Cuadro 26.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) a metomilo a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003. ....	42

**INDICE DE FIGURAS**

	<b>Pagina</b>
Figura 1.- Diagrama del manejo de la colonia de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner). ....	18
Figura 2. Mortalidad en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por exposición a diazinon en agua a diferentes pH. 2003. ....	23
Figura 3. Mortalidad en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por exposición a paration metílico en agua a diferentes pH. 2003. ....	24
Figura 4. Mortalidad en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por exposición a permetrina en agua a diferentes pH. 2003. ....	25
Figura 5. Mortalidad en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por exposición a deltametrina en agua a diferentes pH. 2003. ....	26
Figura 6. Mortalidad en larvas de primer estadio de <i>Trichoplusia ni</i> (Hübner) por exposición a metomilo en agua a diferentes pH. 2003. ....	27

## INTRODUCCION

Las especies hortícolas son de gran importancia para la agricultura de México, de los veinte millones de hectáreas cultivadas, el 3.5% le corresponde a hortalizas. La producción nacional es de 8.5 millones de toneladas, de las cuales 1, 500, 000 se dedican a la exportación y el resto al mercado nacional. Las hortalizas tienen una función social muy importante en México, ya que generan un total de 1, 200, 000 empleos; 950, 000 son directos, como en almácigos, preparación del terreno, siembra, selección, empaque, entre otros, y los 250, 000 restantes son indirectos, en distribución, transporte, envases de semillas, agroquímicos, otros. (Redondo, 1991).

Una de las plagas mas comunes en las hortalizas es el defoliador denominado “falso medidor de la col” *Trichoplusia ni* (Hübner) el cual puede causar fuertes daños a diversos cultivos como son; calabaza, coliflor, col, col de bruselas, se le considera más problemático en cultivos donde el follaje es el producto para consumo humano como es la col (Metcalf y Flint, 1962). Esta plaga se puede combatir en fase de huevecillo o cualquier estadio larvario; aunque su combate se enfatiza en larvas de primer estadio, para reducir la dosis de los insecticidas en atención a los principios del Manejo Integrado de Plagas (Metcalf y Luckman, 1992). Empero una condición necesaria es cuidar la preparación del caldo o mezcla en campo para que el ingrediente activo ejerza una buena acción a dosis bajas, donde la calidad del agua puede jugar un papel importante (Montes y Martínez, 1991).

El tema del agua es de mucha importancia en la agricultura y que poco llama la atención en su uso como vehículo para aplicar una gran cantidad de productos químicos, ya que generalmente nuestra preocupación se centra en escoger el mejor

insecticida, su dosificación y momento de aplicación, y poca o ninguna atención al solvente que servirá como vehículo para aplicar el mencionado producto (Montes y Martínez, 1991).

El efecto de la calidad del agua sobre los plaguicidas al asperjar puede ocasionar la degradación del ingrediente activo en corto tiempo y por lo tanto un control ineficiente de la plaga en cuestión. El agua que se usa para las aspersiones es generalmente alcalina y la mayoría de los insecticidas y herbicidas que utilizamos requieren de agua con algún grado de acidez, dependiendo del producto o del grupo químico al que pertenece. Cuando la efectividad biológica de un insecticida o herbicida resulta nula, se especula que fue debida a una mala o caduca formulación, ineficiente aplicación, insectos resistentes a tales productos; aunque puede deberse al pH que no se checa antes de la aplicación (Montes y Martínez, 1991; Hock, 1998).

Por lo anterior; en la fase de campo, la calidad del agua (pH) que se adiciona a los plaguicidas para su aspersión, puede ocasionar la degradación del ingrediente activo en corto tiempo y consecuentemente un control ineficiente de las plagas. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo:

Evaluar en condiciones de laboratorio el efecto del pH del agua en la efectividad de insecticidas comerciales en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni*.

## LITERATURA REVISADA

### Generalidades del Falso Medidor de la Col

#### Características taxonómicas del Orden Lepidoptera

Es uno de los órdenes más numerosos porque incluye 112,000 especies típicas debido a que su cuerpo y alas están cubiertas de escamas y pelos. Se les conoce con los nombres de polillas, palomillas y mariposas, son de tamaño muy variable (Coronado y Márquez, 1999).

Su aparato bucal es de tipo sifón, corto, largo pero enrollado, adaptado para succionar el néctar de las flores; los ojos compuestos están bien desarrollados en la mayoría de los casos. Abdomen de 10 segmentos en los machos, lo que generalmente no ocurre en las hembras, en virtud de que el noveno y el décimo se transforma en estructuras que integran la genitalia (Coronado y Márquez, 1999; y Ross, 1970).

A pesar de que los lepidópteros adultos no ocasionan perjuicios, puesto que se alimentan del néctar de las flores, hay especies que atacan a ciertas frutas causando pérdidas al perforarlas con su probóscide, como sucede con la palomilla de la naranja, *Gonodonta bidens* Hübner en los estados de Nuevo León y Tamaulipas (Coronado y Márquez, 1999).

Las larvas de lepidópteros son generalmente de tipo eruciforme, cilíndricas, con cabeza desarrollada provista de ocelos laterales; tórax con patas segmentadas o carnosas, abdomen de 10 segmentos, llevando por el lado ventral varios pares de falsas patas carnosas y son los segmentos 3, 4, 5, 6 y 10. El hábito alimenticio de las larvas da origen a la importancia económica del orden, en virtud de que numerosas

especies son importantes plagas agrícolas (Peterson 1979; Coronado y Márquez, 1999).

Los lepidópteros son insectos de metamorfosis completa, muchas especies son diurnas, otras en cambio son crepusculares o nocturnas; es un grupo de amplia distribución en el mundo y algunas especies son cosmopolitas (Borror *et al*, 1989).

### **Características taxonómicas de la familia Noctuidae**

Los miembros de esta familia tienen cuerpo corto y robusto tapizado de escamas o pelos y de tamaño medio. Probóscide bien desarrollada, palpos labiales largos, ojos grandes y 2 ocelos presentes, antena larga, simple, aserrada y a veces pectinadas en los machos; tibia con espolón; las alas anteriores mas angostas que las posteriores, frénulo presente.

Las larvas se conocen con el nombre de gusanos cortadores, gusanos soldados y rosquillas; se alimentan de materia vegetal viva, por lo cual algunas especies son importantes plagas agrícolas. El color es café oscuro con rayas longitudinales o manchas, patas torácicas presentes y pseudopatas en número de 5 pares; sin embargo, en los llamados falsos medidores algunas de las falsas patas están poco desarrolladas o faltan (Metcalf y Flint 1962; y Coronado y Márquez, 1999).

### **Ubicación taxonómica del falso medidor de la col**

Según Borror (1989) ubica al falso medidor dentro de la siguiente clasificación:

Orden ----- Lepidoptera  
 Suborden ----- Frenatae  
 Superfamilia ----- Noctuoidea  
 Familia ----- Noctuidae  
 Género ----- *Trichoplusia*  
 Especie ----- *ni* (Hübner)

## **Biología y hábitos**

Según Metcalf (1964) y Metcalf y Flint (1962) el ciclo biológico del gusano falso medidor es el siguiente:

**Huevecillo.-** El huevecillo es redondo, de color blanco verdoso, es ovipositado en forma aislada en el envés de las hojas y en 5 o 7 días eclosiona comenzando la larva a alimentarse.

**Larva.-** Es de color verde a verde blanquecino, el cuerpo se adelgaza hacia la cabeza. Tiene una línea blanca delgada conspicua en cada lado del cuerpo longitudinalmente, justamente debajo de los espiráculos y otras dos cerca de la línea media del dorso. La larva tiene tres pares de patas delgadas cerca de la cabeza y tres pares de falsas patas en forma de masa después de la mitad del cuerpo. La parte media de este carece de patas, y generalmente esta región se encuentra jorobada cuando descansa o se mueve la larva. En 2 o 4 semanas la larva alcanza su tamaño completo.

**Pupa.-** Es de color verdoso a café, midiendo casi 1.9 cm de largo, envuelta en un cocón delicado de hilos blancos entretrejidos y sostenidos por uno de sus lados, generalmente a una hoja. El cocón es tan delgado que la pupa se puede ver delineada en su interior.

**Adulto.-** Es una palomilla de color café grisáceo, mide mas o menos 2.5 cm de largo, con una envergadura alar de casi 3.75 cm. Las alas anteriores son de color café moteado y tienen una mancha plateada cerca de la mitad. El adulto presenta las alas posteriores de color café claro a bronceado, es de hábitos nocturnos y es por lo tanto mucho menos notorio en los campos que la mariposa del repollo, alcanzando a depositar de 275 a 350 huevecillos.

El tiempo de desarrollo (huevo al adulto) requiere de 18 a 25 días cuando los insectos se mantienen de 21 a 32 °C. Por lo menos una generación por mes se podría terminar con éxito bajo condiciones atmosféricas favorables. No hay diapausa presente en este insecto, y aunque es capaz de permanecer un tiempo considerable como crisálida, no tolera el tiempo frío prolongado. El límite de temperatura más bajo para el desarrollo es de 10 a 12 °C, y a más de 40°C son fatales en algunas etapas del desarrollo. El número de las generaciones por año varía de dos a tres en Canadá, cinco en Carolina del Norte, de cinco a siete en California. Las generaciones se pueden traslapar considerablemente (Borror *et al*, 1989).

### **Distribución de *T. ni***

El falso medidor se encuentra distribuido desde Canadá a México. En Estados Unidos de América, este insecto es un importante fitoparásito sobre todo en los estados del sur. Aunque el falso medidor se encuentra distribuido en toda América, y en cualquier otro continente donde quiera que se cultiven crucíferas. Este insecto se presenta un año típicamente muy abundante y puede ser escaso los siguientes dos o tres años, esto probablemente debido al virus de la poliedrosis nuclear.

### **Daños**

Cásseres (1981) menciona que la larva se alimenta vorazmente de las hojas tanto exteriores como interiores y el daño más importante lo causa cuando se alimenta del cogollo de plantas jóvenes provocando la no comercialización.

### **Combate de *T. ni***

**Control biológico.-** Se han informado que existen muchos enemigos naturales y parásitos para esta plaga, que pueden ser responsables de la mortalidad

alta en campo del falso medidor. La avispa de la familia Encyrtidae, *Coptisoma truncatellum*, (Poliembriónica) ha sido bastante eficaz controlando el falso medidor en algunas situaciones (Davidson, 1992).

El virus de la poliedrosis nuclear que ocurre naturalmente en el campo también es eficaz contra esta plaga. La larva muerta por este virus es oscura, suave e informe.

La bacteria *Bacillus thuringiensis* es muy eficaz cuando la larva es pequeña. Este tratamiento no afecta a los insectos benéficos y también es eficiente contra otras larvas de lepidópteros. El uso de *B. thuringiensis* se ha expandido mucho, con buen éxito, siempre que este se use durante los primeros estadios de la plaga, al igual que con el uso del virus de la poliedrosis (Davidson, 1992).

**Control cultural.-** Al respecto se recomienda rotar cultivos, especialmente de cucurbitáceas, así como evitar siembras de soya y algodón simultáneas o continuas, por que el néctar de ambos cultivos es muy nutritivo y permite que las hembras sean mas fértiles (Davidson, 1992).

**Control químico.-** Esta especie se considera fácil de controlar, especialmente si las aplicaciones se dirigen a las larvas en sus primeros estadios. Se pueden usar insecticidas de contacto e ingestión (Davidson, 1992).

**Manejo integrado de plagas.-** El uso oportuno de los muestreos y la inclusión de los diversos tipos de control ya señalados como, rotación de cultivos y la incorporación de los enemigos naturales, entre otros, ayudan mucho a mantener las poblaciones debajo de los niveles de daño económico para evitar reducir en lo posible el uso de los insecticidas (Davidson, 1992).

## Efecto del pH del Agua

### Efecto en plaguicidas

Como ya se señaló al uso del agua como vehículo para aplicar una gran cantidad de productos químicos, poca atención se le presta, pudiendo tener resultados insatisfactorios, ya que por lo general no se cuida el pH del agua antes de mezclar el producto químico. Al respecto es común que los agricultores estén concientes del pH del suelo, pero no de sus fuentes de agua (Hock, 1998, Montes y Martínez, 1991).

Se considera que parte de los problemas fitosanitarios que han causado cuantiosas pérdidas en los últimos años, están asociados con una reducción de la efectividad de los productos químicos aplicados debido a la hidrólisis ocasionada por el pH alcalino de las aguas (Montes y Martínez, 1991).

Generalmente los insecticidas son más propensos a la degradación que los fungicidas, herbicidas y reguladores de crecimiento. De los insecticidas, los organofosforados y los carbamatos son los más susceptibles (Reeves, 1995 y Hock, 1998).

Por ejemplo a continuación tenemos dos diferentes productos en los cuales se observa el tiempo de descomposición en diferentes rangos de pH.

Cuadro 1.- Estabilidad de Insecticidas respecto al pH del agua.

<b>CARBAMATO ( Carbaryl)</b>		<b>ORGANOFOSFORADO (Imidan)</b>	
pH	Periodo de degradación	pH	Periodo de degradación
6	100-150 días	4	15 días
7	24-30 días	7	1 día
8	2-3 días	8.3	4 h
9	1 día	10	1 min

Tomado de Hock (1998).

Cabe hacer mención que el proceso de hidrólisis continúa hasta que el químico aplicado se ha secado en la superficie de la hoja, en ese momento la degradación cesa (Reeves, 1995).

En general cuando el pH del agua que se usa en una mezcla con un plaguicida y está fuertemente ácida o básica, el control de plagas tiene problemas (Bohmont, 1990). Especialmente cuando las aguas son alcalinas, es muy importante recalcar que la hidrólisis alcalina es irreversible y la efectividad inicial del producto se pierde (Montes y Martínez, 1991).

### **Mezclas**

La calidad del agua afecta a su vez la mezcla de plaguicidas; así al evaluar la estabilidad de mezclas de plaguicidas, de 2 ingredientes activos de insecticidas con 12 ingredientes activos de herbicidas como CE, determinando el pH de cada formulación comercial por plaguicida, se encontró que cuando cada plaguicida se mezcló con agua a diferente pH al de los plaguicidas, se observó cambios en las formulaciones, las mezclas de plaguicidas no sufrieron modificaciones severas al adicionarles agua al mismo pH (Medina, 1997).

### **Uso de Bufferizantes**

Por lo anterior, al realizar el proceso de mezclado de algún producto químico plaguicida se debe utilizar Buffer para ajustar el pH del agua el cual debe ser agregado antes de la mezcla del agua con el pesticida para evitar que sea hidrolizado (Hawthorne, 1976).

### **Efecto del pH en *B. thuringiensis***

Al evaluar formulaciones comerciales de *B. thuringiensis* mezcladas con agua de un rango de pH 1-13 en bioensayos contra la polilla *Orgia pseudotsugata* (Mc.

Dunnough) se concluye que las propiedades de *B. thuringiensis* no se ven afectadas en pH neutros, excepto en los extremos (Neises, 1980).

### **Persistencia de plaguicidas**

La persistencia de los plaguicidas se refiere a su duración como tales, sin cambio molecular, a partir del momento de su aplicación en el ambiente. La persistencia es afectada por diversos factores entre los que sobresalen: a) La fotodescomposición, b) La adsorción por los coloides del suelo, c) La acción microbiana en el suelo y d) La descomposición química (Fleck, 1996).

La descomposición química ocurre por medio de una serie de reacciones, tales como la oxidación, reducción por hidrólisis, etc; las cuales tienen lugar en el suelo, el aire o el agua. Mediante estas reacciones se pueden descomponer algunos plaguicidas y activar otros, dando lugar a la formación de compuestos inactivos o de otros potencialmente más peligrosos para la vida que el producto original. El oxígeno en el aire combinado con la acción catalítica de la luz solar constituye un agente oxidante muy potente. La oxidación también ocurre rápido cuando el tóxico es depositado sobre el suelo, o en las hojas de las plantas u otras superficies sólidas y queda expuesto al aire y a la luz solar. En el agua ocurren reacciones catalíticas por efecto de pH ácido o alcalino (Fleck, 1996).

### **Fungicidas**

Los fungicidas, muestran a su vez descomposición en agua que tiene un pH alto (alcalino). Esto significa que estos productos comienzan a descomponerse en el tanque de rociado si el agua tiene pH alto. Así productos como benomilo, clorotalonil y captan pueden ser inactivados rápidamente en el tanque de rociado en una fuente de agua alcalina (Maurice, 1996 y Petroff, 1998).

Es importante mencionar que algunos productos pueden pasar a ser fitotóxicos al usar pH bajos, algunos ejemplos se tienen con fungicidas que contienen cobre tales como: sulfato de cobre, óxido de cobre y caldo bordelés (Montes y Martínez, 1991 y Hock, 1998).

Por otra parte en el cuadro 2 se ejemplifica la magnitud de degradación, que sufren algunos fungicidas por efecto del pH del agua, lo que ayuda a entender que no siempre el pH debe ser neutro, sino que dependiendo del producto se deberá ayudar al producto comercial con pH ácidos, alcalinos o neutros.

Cuadro 2.- Estabilidad de fungicidas respecto al pH del agua.

<b>Nombre Técnico</b>	<b>pH</b>	<b>Tiempo de descomposición del 50%</b>
Benomyl	5.6	Arriba de 30 h
	7	12 min
Clorotalonil	6	6.8 h
	7	12 min
Captan	4	4 h
	10	12 min
Captafol	Estable excepto bajo condiciones alcalinas	
Fenaminosulf	Se descompone en agua en solución alcalina	
Dodine	No compatible con cal o clorobenzilato	
Fenfuram	Hidrolizado bajo condiciones alcalinas fuertes	

Tomado de Bohmont, 1990; Montes y Martínez, 1991; y Hock, 1998

### **Insecticidas**

Actualmente se ha demostrado que muchos productos de uso común pierden su efectividad (se hidrolizan) con un pH mayor de 7. El mejor pH del agua para evitar el riesgo de hidrólisis de un producto es de 4 – 6. En algunos casos puede resultar

contraproducente bajar el pH ya que algunos productos se tornan fitotóxicos (Montes y Martínez, 1991).

En los insecticidas y otros plaguicidas el efecto del pH es la causa principal de las aplicaciones sucesivas sin lograr el grado de control o efecto requerido; de esta manera se incrementan los costos de manera desmedida. De acuerdo con muchos trabajos realizados se estima que se puede ahorrar desde un 20 hasta un 30 % de los costos de esas aplicaciones, si se adecua el pH de la solución al nivel requerido para una actividad biológica óptima (Bohmont, 1990).

La descomposición o hidrólisis de pesticidas es medida generalmente en el período que se pierde el 50 % del producto por ejemplo; si un producto es 100 % efectivo, cuando es primero agregado en agua y tiene un período de desintegración de 4 h la eficacia se corta a la mitad (50 %) durante ese período de tiempo, y si se deja en el agua durante las siguientes 4 h se vuelve a reducir otra vez su eficiencia, etc. (Bohmont, 1990).

**Organofosforados.-** El modo de acción de estos compuestos inhibe aparentemente la acción de varias enzimas; pero la actividad mas importante *in vivo* es contra la enzima acetilcolinesterasa. Esta enzima verifica la hidrólisis de la acetilcolina que se genera en las uniones nerviosas, hasta acetato y colina. En la ausencia de acetilcolinesterasa efectiva, la acetilcolina liberada se acumula e impide la transmisión continua de impulsos nerviosos a través del espacio sináptico en las uniones nerviosas. Esto ocasiona la pérdida de coordinación muscular, convulsiones y finalmente la muerte. La acetilcolinesterasa es un compuesto muy importante ya que afecta tanto el sistema nervioso de los insectos como de los mamíferos. (Cremllyn, 1995).

Hidrólisis alcalina.- En particular los insecticidas organofosforados no deben mezclarse con materiales alcalinos, ya que producen una reacción química conocida como hidrólisis, al usar un pH mayor de 7. En cuanto mas alcalina sea el agua es mas rápida la descomposición de los pesticidas (Hock, 1998).

Los fosforados, se componen de dos partes, una parte ácida y un éster, los insecticidas organofosforados son eficaces cuando las dos partes del producto químico están juntas. Cuando las dos partes de los pesticida organofosforados se separan son ineficaces. El ion  $\text{OH}^-$  reacciona fácilmente con la molécula de los organofosforados y rompe la molécula en las dos porciones. Cuanto más alcalina sea el agua (más  $\text{OH}^-$ ) es más rápida la descomposición. Es lo que sucede a la mayoría de los pesticidas organofosforados y carbamatos en la presencia de agua alcalina; el índice de la descomposición varía según la alcalinidad y la temperatura del agua y la extensión del tiempo que la mezcla de rociado se queda en el tanque (Hock, 1998).

Por ejemplo en el caso de hidrólisis alcalina con dimetoato, a un pH de 9.0 pierde su eficacia en 48 min si no es corregida la mezcla para evitar la reducción de efectividad biológica, este efecto se verá acentuado en las últimas hectáreas asperjadas, dado que al comenzar la aplicación no se ve muy afectado el producto químico pero al pasar el tiempo y cumpliéndose lo 48 min o cercano a esto, si aun no se ha terminado de realizar la aspersion, las hectáreas que sean asperjadas al pasar el tiempo antes mencionado no tendrá igual control que en las primeras. Este efecto podrá variar obviamente acorde a la alcalinidad del agua y a la estabilidad de los fosforados que presenten respecto al pH. (Reeves, 1995).

En el cuadro 3 se muestran la velocidad de degradación para varios insecticidas fosforados, o bien recomendaciones generales al respecto a cuidados con la alcalinidad.

Cuadro 3.- Estabilidad de insecticidas fosforados respecto al pH y alcalinidad.

<b>Nombre Técnico</b>	<b>pH</b>	<b>Tiempo de descomposición del 50%</b>
Pirimifos metil	5	7 días
	7	35 días
	8.5	12 días
Monocrotofos Dimetoato		Hidrólisis causada por fuerte alcalinidad o acidez Incompatible con compuestos alcalinos
	2	21 h
	6	12 h
	9	48 h
Diazinon		La presencia de Fe acelera la descomposición Estabilidad máxima en valores de pH entre 4 y 7 Hidrólisis rápida en un pH arriba de 7 y debajo de 3
	5	31 días
	7.5	185 días
	9	136 días
Azinfos metil		Más estable en pH 7. Evite extrema acidez
	5	17.3 días
	7	10 días
	9	12 días
Paration etílico	5	690 días
	7	120 días
	10	29 h
	11	170 min
Lorsban	6 – 7	Estable
Metamidofos	6	Estable
	7	Degradación rápida
Trichlorfon	6	80 h
	7	380 min
	8	63 min
Paration metílico		Hidrólisis 4.3 veces mas rápido que paration etílico
Malation		Se hidroliza rápidamente con pH arriba de 7 y debajo de 3 pH, óptimo de 5 a 7.

Tomado de Bohmont, 1990; Montes y Martínez, 1991; y Hock, 1998.

**Carbamatos.-** Estos insecticidas actúan igual que los fosforados para causar la muerte a los insectos al afectar la acetilcolinesterasa (Cremlyn, 1995). A su vez sufren el mismo proceso de degradación por efecto de pH alcalino en el agua. Por lo

que al ser ácidos débiles igual que los fosforados (Cremllyn, 1995), se deberán tener los mismos cuidados. Al respecto en el cuadro 4 se presentan tiempos de degradación en atención al pH y recomendaciones para cuidar el efecto de la alcalinidad.

Cuadro 4.- Estabilidad de insecticidas carbámicos respecto al pH y alcalinidad.

Nombre Técnico	pH	Tiempo de descomposición del 50%
Dioxacarb	5	3 días
	7	60 h
	9	20 h
	10	2 h
Bendiocarb	7	4 días
	5	Estable
Carbofuradan	6	200 días
	7	40 días
	8	5 días
	9	78 h
	Inestable bajo condiciones alcalinas, pH óptimo de 4-6	
Metomil	9.1	Pierde un 5% en 6 h, estable en soluciones poco ácidas
Propoxur		Estable excepto bajo condiciones alcalinas
Carbaryl	6	100 – 150 días
	7	24 – 30 días
	8	2 – 3 días
	9	Hasta un día

Tomado de Bohmont, 1990; Montes y Martínez, 1991; y Hock, 1998.

**Piretroides.-** Por muchos años los fabricantes químicos tienen conocido que estos pesticidas están a su vez sujetos a hidrólisis alcalina como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5.- Estabilidad de los insecticidas piretroides respecto al pH y alcalinidad.

<b>Nombre Técnico</b>	<b>pH</b>	<b>Tiempo de descomposición del 50%</b>
Alletrina		Incompatible con álcalis
Cipermetrina	9	35 h
		Fácilmente hidrolizables, mas estables en acidez que en alcalino
D- Trans- Alletrin		Evite la alta acidez o alcalinidad

Tomado de Bohmont, 1990; Montes y Martínez, 1991; y Hock, 1998.

## MATERIALES Y METODOS

### Colonia de *Trichoplusia ni*; Incremento de poblaciones

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de laboratorio, iniciando con una colecta de larvas de últimos estadios de la región hortícola de Cadereyta – Allende N. L. durante la primavera del 2002 y otra población de 80 larvas de *T. ni* otorgada por el campo agrícola experimental de Celaya, Gto. del Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria. Las poblaciones se incrementaron alimentando las larvas con una dieta artificial cuyos componentes se enlistan:

Harina de Soya	71.1 g
Germen de Trigo	31.7 g
Sal wesson	10.6 g
Azucar	13.0 g
Ácido sórbico	1.0 g
Metil parabenceno	1.6 g
Agar	15.7 g
Ácido ascórbico	4.3 g
Aureomycin	2.2 g
Ácido acético	12 mL
Formalina	4.4 mL
Cloruro de colina	7.3 mL
Vitaminas S/N	3.5 mL

Con las dosis señaladas se prepara 1 L de dieta, la cual fue colocada en vasos de unicel de 250 mL de capacidad, en los que se colocó 50 mL de dieta, en estos recipientes se confinaron 10 larvas L1, estos se taparon con su tapa plástica con pequeñas oradaciones para permitir el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono hasta que llegaron a pupa, a los que se les retiró el cocon y se desinfectaron con cloro al 5 %, para luego colocar las pupas en jaulas de emergencia de malla de

punto de plata, colocando en el interior de su pared papel absorbente (Sanita), estas jaulas se cubrieron con tela de organza, la que se sujetó con bandas de caucho donde se aparearon, estos adultos se alimentaron con agua y miel de abeja (Relación 2 :1) en un vasito plástico de 25 mL con algodón. (Figura 1).

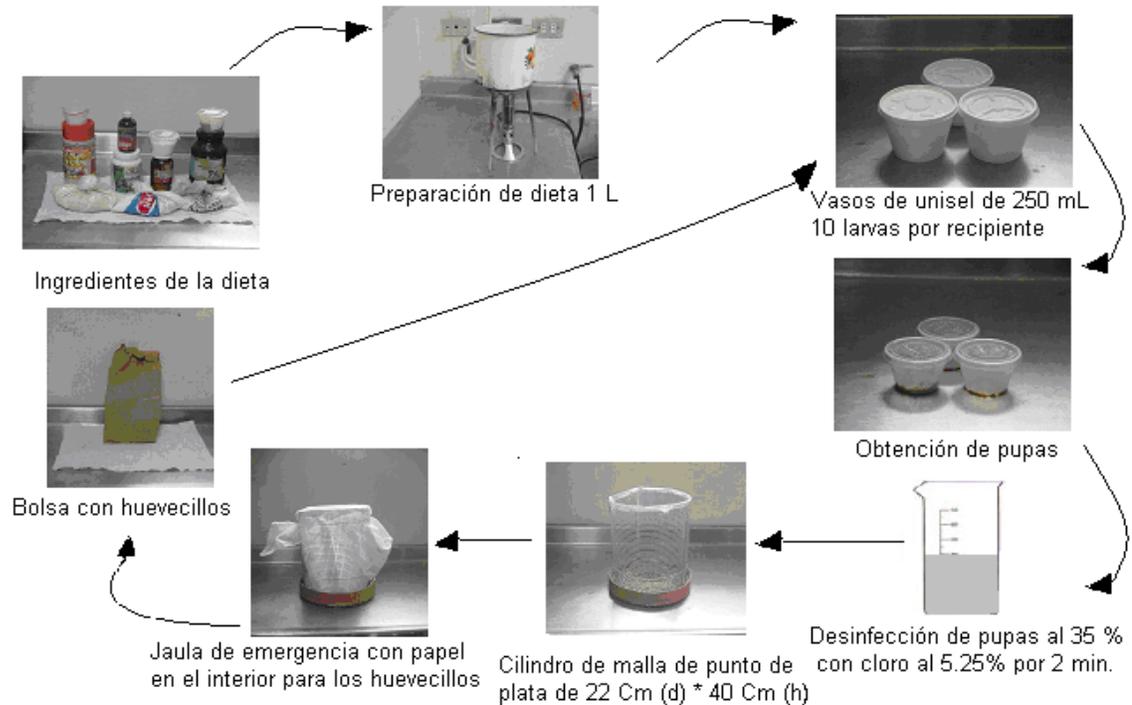


Figura 1.- Diagrama del manejo de la colonia de *Trichoplusia ni* (Hübner).

La oviposición de las hembras se realizó en el papel absorbente y tela de organza, estos huevecillos se colocaron en bolsas gruesas de papel estraza para esperar su eclosión y pasar las larvas emergidas a los vasos con dieta, ya mencionados anteriormente.

### Preparación del Agua a Diferente pH

Para la preparación del agua a pH diferentes se utilizaron vasos de precipitados de 100 mL con agua destilada, para preparar los 5 diferentes pH (5, 6, 7, 8 y 9) de los 5 productos evaluados y el testigo con ayuda de un peachimetro marca

Thermo Orion localizado en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología. Para preparar los diferentes pH deseados se utilizó el compuesto Hidróxido de Potasio diluido para subir el pH, el cual se agregó al agua destilada con un gotero hasta lograr el pH deseado; por otra parte, con Ácido acético diluido previamente se bajó el pH. En cada lectura de pH, el electrodo del potenciómetro se limpió con agua destilada para evitar una toma de lectura de pH errónea. Una vez obtenidos los valores requeridos de pH en el agua de los diferentes tratamientos se etiquetó cada vaso de precipitado con un plumón para evitar cualquier confusión.

### Bioensayo

Una vez obtenidos los pH deseados, se agregaron las dosis estimadas partiendo de la dosis comercial menor recomendada, la cual se redujo 10 veces, ya que en laboratorio están controlados todos los factores que afectan en el campo tales como temperatura, luz, humedad, aire, acción microbiana, entre otros; la reducción se hizo para los 5 productos de diferentes grupos toxicológicos, los cuales a continuación se describen:

Producto	Dosis comerciales		Dosis evaluadas
	Menor	Mayor	
Diazinon	1 Lt / ha	1.5 Lt / ha	0.0250 mL / 100 mL
Paration metilico	1 Lt / ha	1 Lt / ha	0.0250 mL / 100 mL
Permetrina	0.25 Lt / ha	0.4 Lt / ha	0.00624 mL / 100 mL
Deltametrina	0.5 Lt / ha	0.5 Lt / ha	0.01250 mL / 100 mL
Metomilo	0.35 gr / ha	0.4 gr / ha	0.00874 gr / 100 mL

Posteriormente se utilizó la técnica adaptada de Sancén, donde las mezclas se dejaron reposar en los vasos de precipitado por una hora. Pasado este tiempo se colocaron 10 larvas de primer estadio con el pincel en la tela de organza, las cuales

por inmersión se expusieron en los vasos con insecticida en los pH del 5 al 9 por tres segundos las que se dejaron secar en la misma tela y el testigo se expuso de la misma forma, pero con simple agua de pH 7.6; Una vez secas las larvas se colocaron en los vasos con dieta para cuantificar la mortalidad.

### **Toma de Datos**

La toma de lectura de datos se realizó a las 24 y 48 horas después de haber aplicado la mezcla insecticida + agua a pH diferente y el testigo sobre larvas de primer estadio de *T. ni*.

### **Análisis Estadístico**

Después de la toma de datos se procedió a obtener los porcentajes de mortalidad y posteriormente estos, corregirse en caso de mortalidad en el testigo por medio de la formula de Abbott (1925) para obtener la mortalidad corregida. Los datos de los 5 tratamientos con sus tres repeticiones donde se utilizaron 10 larvas por repetición se metieron a un análisis de varianza para un diseño bloques al azar y una prueba de comparación múltiple de medias por el método de DMS con un 95 % significancia, con la finalidad de definir el efecto para cada uno de los diferentes valores de pH.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos del presente trabajo, se muestran en el cuadro 6, en el cual se discuten los porcentajes de mortalidad de larvas de primer estadio de *T. ni* por exposición a los 5 insecticidas de 3 diferentes grupos toxicológicos en mezcla con agua a diferente pH.

Cuadro 6.- Mortalidad corregida (Abbott, 1925) en los bioensayos con larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por insecticidas mezclados en agua a diferentes pH. 2003.

pH	<u>Diazinon</u>		<u>Paration m.</u>		<u>Permetrina</u>		<u>Deltametrina</u>		<u>Metomilo</u>	
	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h
5	100 a	100 a	92 a	92 a	100 a	100 a	100 a	100 a	77ab	85.5 a
6	46 c	63.5 b	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	81ab	85 a
7	54 bc	63.5 b	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	59 b	65.5 b
8	90.5ab	90.5ab	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
9	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	11 c	23 c
<b>Testigo</b>	26 c	26 c	13 b	20 b	10 b	13 b	13 b	13 b	10 c	13 c
<b>*DMS</b>	<b>38.43</b>	<b>30.23</b>	<b>11.86</b>	<b>16.77</b>	<b>7.26</b>	<b>11.09</b>	<b>8.38</b>	<b>8.38</b>	<b>24.80</b>	<b>18.27</b>

\* Comparación de medias por DMS al 0.05.

En este cuadro 6 se observa el comportamiento de los testigos para cada uno de los bioensayos y vemos que en el primero (Diazinon) la mortalidad es relativamente alta para los bioensayos, ya que alcanza un 26 % de mortalidad. En cambio la mortalidad de los testigos en los siguientes bioensayos es mas o menos uniforme, ya que esta se mantuvo en un rango aceptable a las 24 h (10 – 13 %), en tanto que a las 48 h se incrementó ligeramente (13 – 20 %) pero manteniéndose en niveles aceptables. Es probable que la alta mortalidad del primer bioensayo sea debido a un deficiente manejo de las larvas al manipularlas con el pincel y colocarlas

en la tela de organza para luego exponerlas a la mezcla con insecticida por ser el primer estudio. Enseguida se discuten los resultados por producto con diferente pH del agua en atención a las figuras que se derivan del cuadro 6.

### **Diazinon**

En la figura 2 tenemos que para el pH 9 encontramos el porcentaje de mortalidad mas alto con 100 %, a pH 8 la mortalidad alcanza el 90.5 % y para los pH 6 y 7 se tiene de 46 al 54 % de mortalidad respectivamente, al respecto Bohmont (1990), cita que el diazinon es estable en el rango de pH evaluado (5 – 9). A su vez Larson *et al.* (2002), señalan que al evaluar el fosforado lorsban que tiene el mismo nivel de respuesta con respecto al diazinon (Bohmont, 1990), encuentran que en larvas de *Heliothis virescens* se obtienen degradaciones mayores al 50 % pero a pH 10, por lo que estos autores concuerdan en lo general con las respuestas obtenidas a pH 8 y 9.

Sin embargo, como ya se mencionó a pH 6 y 7 si se afecta la respuesta ya que la mortalidad disminuye. Cabe enfatizar que de la preparación del agua con los pH y con el tóxico, hasta la colocación de las larvas en los vasos con la dieta se requirió para todos los bioensayos de 80 a 90 min. Por lo que el tiempo de degradación es relativamente bajo, ya que para ello se trató de simular el tiempo que se demanda para la preparación del caldo y su aspersion en campo. En caso del pH 5 que manifestó alto nivel de control (100 %), no se puede explicar, por que no conserva la tendencia de mortalidad observada con los otros pH.

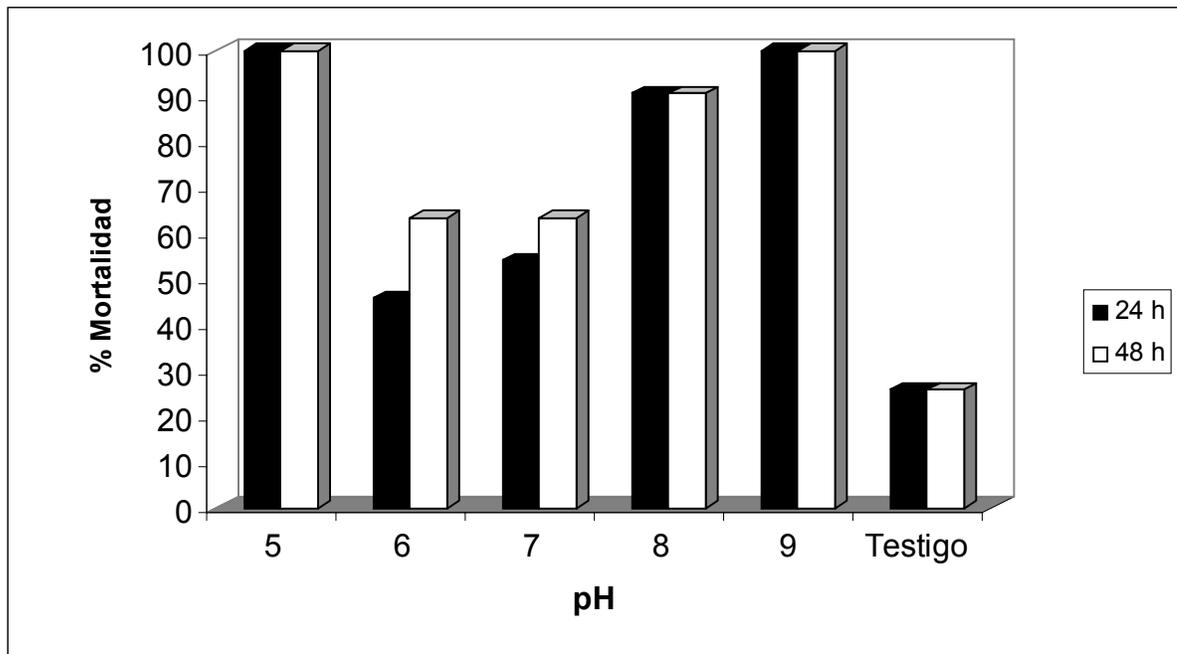


Figura 2. Mortalidad en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por exposición a diazinon en agua a diferente pH. 2003.

### Paration metílico

En la figura 3 tenemos que los pH del 6 al 9 tienen un porcentaje de mortalidad de 100 % y solo el pH 5 presenta una ligera reducción en la eficiencia con un 92 % de mortalidad. Según Bohmont, señala que este producto se degrada rápidamente a pH muy alcalino de 10 y 11. Este efecto no se alcanzó a observar en el presente estudio, ya que el pH mas alto fue de 9 y la estabilidad del producto fue adecuada. Lo anterior a su vez concuerda con lo señalado por Larson *et al.* (2002) respecto a productos fosforados. Se debe recordar que la mezcla se dejó reposar los 90 min por lo que no se tiene el efecto de reacción inmediata en el álcali y el ácido débil (Paration metílico). En el caso de la mortalidad en el pH 5 es mas probable que se deba a un efecto de manejo de las poblaciones.

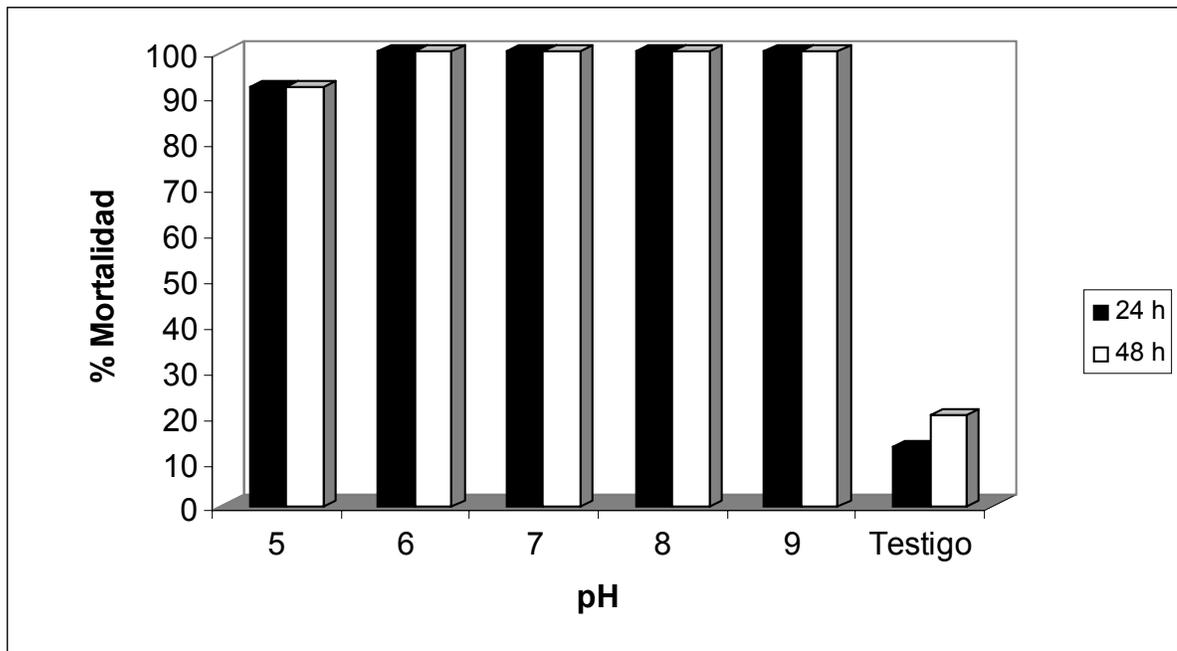


Figura 3. Mortalidad en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por exposición a paration metílico en agua a diferente pH. 2003.

### Permetrina

Por lo que corresponde a este piretroide en la figura 4 se muestra que se tiene un 100 % de mortalidad en los pH del 5 al 9. Esto es debido a que este insecticida no muestra alteración en su respuesta cuando se mezcla con agua con pH que varía de 5.7 a 7.7 rangos en que se cita tiene su óptima efectividad; se señala que a 42 días puede haber un 11 % de degradación a pH 9 (Bohmont, 1990).

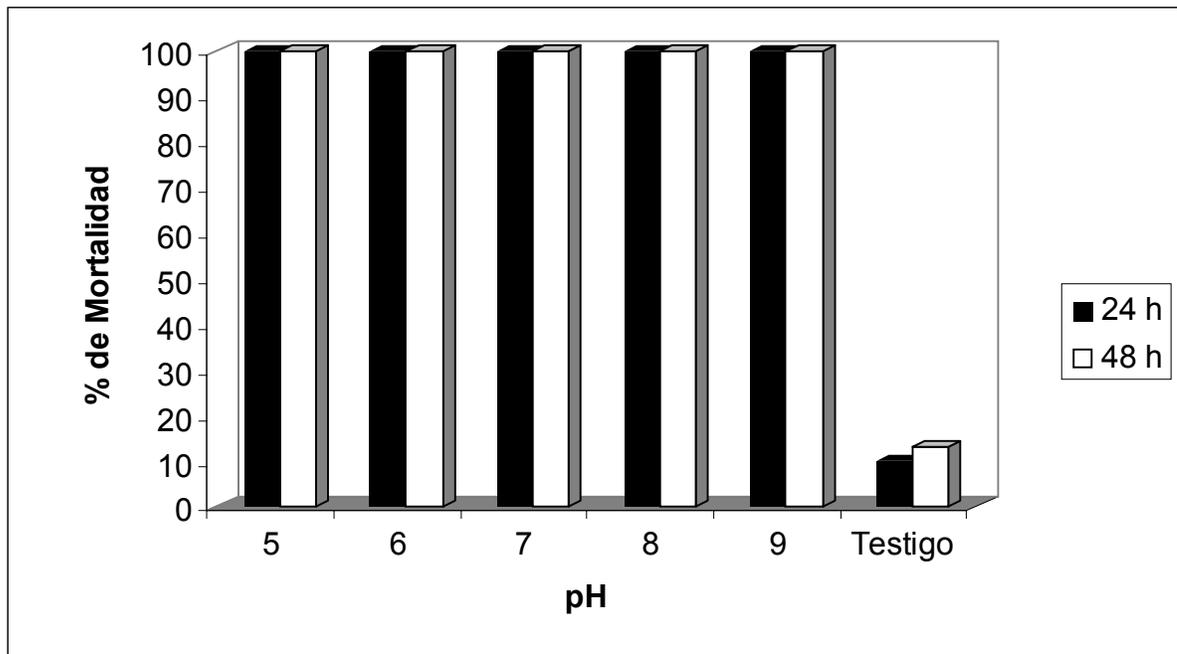


Figura 4. Mortalidad en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por exposición a permetrina en agua a diferente pH. 2003.

### Deltametrina

En la figura 5 se observa que en todos los pH (5 al 9) el porcentaje de mortalidad fue de 100 %, ya que la dosis evaluada no sufrió degradación por el impacto de álcalis y ácidos. Al respecto Bohmont, (1990) cita que en general los piretroides son estables de pH 5.7 a 7.7 y solo a pH 9 presenta ligera degradación a más de un mes. Por su parte Larson *et al.* (2002), reporta que en particular la lambda cyalotrina en larvas de *T. ni*, solo a pH 10 presenta reducción en la eficiencia de mortalidad.

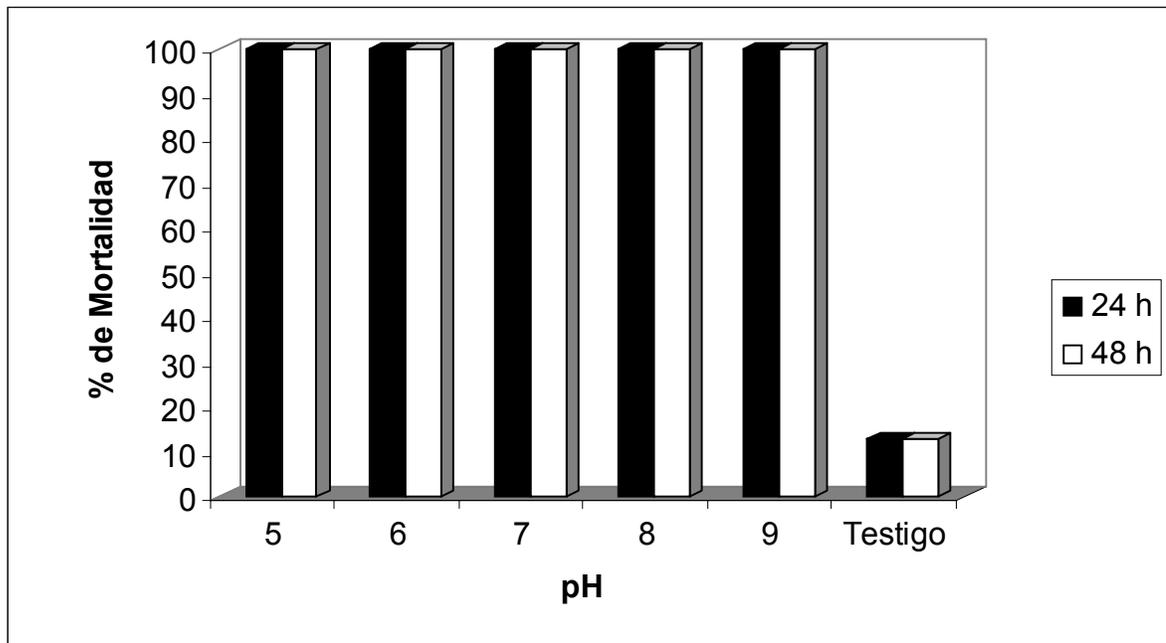


Figura 5. Mortalidad en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por exposición a deltametrina en agua a diferente pH. 2003.

### Metomilo

En la figura 6 se observa que los pH ligeramente ácidos a neutro son los que manifiestan valores uniformes en reducción en la respuesta de mortalidad ya que esta varió de 60 a 85 %; en cambio a pH 8 se obtuvo la mortalidad mas alta llegando a 100 %. En caso del pH 9 la mortalidad fue muy baja (23 %), debido a que desde que se aplicó la dosis de insecticida al vaso de precipitado hubo rompimiento de la formulación, observando productos humectantes adheridos a las paredes y probablemente del ingrediente activo, en cambio el polvo se separó y precipitó en el vaso de precipitado, por lo tanto su acción fue pobre, no por degradación del ingrediente activo sino por la separación de los componentes de la formulación. Al respecto del metomilo se cita que de pH 6 a 9 se deben tener condiciones de estabilidad, aspecto que en este trabajo no se observa (Bohmont, 1990).

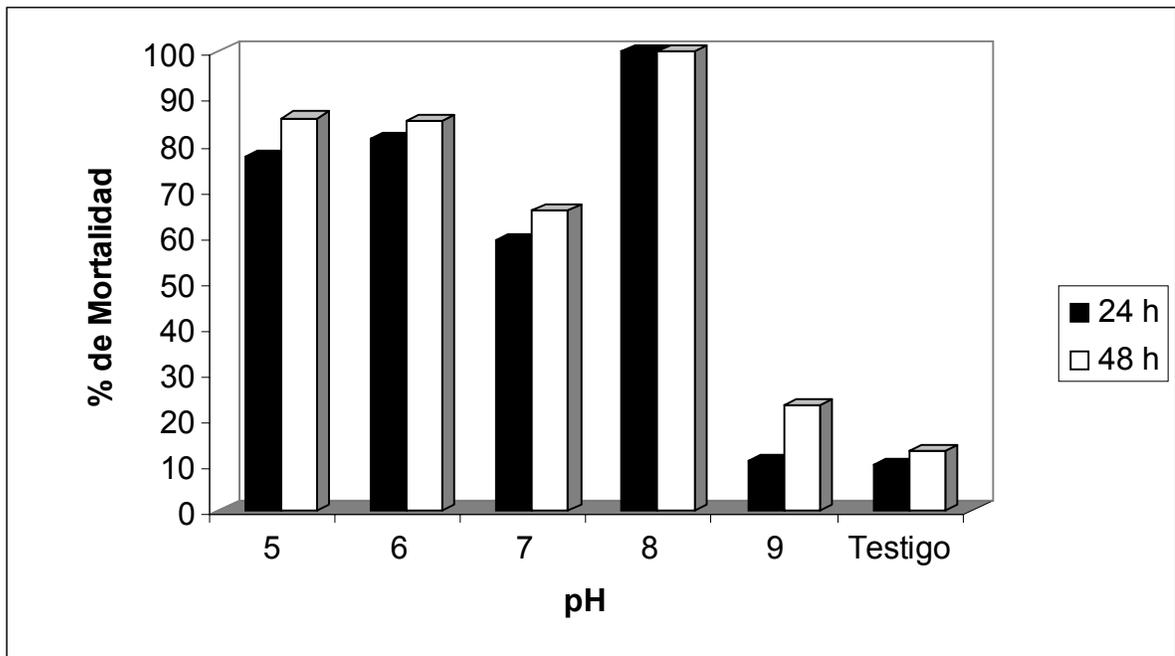


Figura 6. Mortalidad en larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) por exposición a metomilo en agua a diferente pH. 2003.

En general el tiempo de manejo en cuanto a exposición del tóxico en los pH (80 – 90 min), no afectó notoriamente la respuesta en cuanto a mortalidad. Contrariamente a lo reportado se obtuvo más variación en soluciones ácidas que en las alcalinas. Sin embargo, varios autores citan respuestas en ese sentido por ejemplo Sancén, (1999) reporta disminución de mortalidad al bajar o aumentar pH a partir de 7 con adultos de *Amphidees latrifons*.

Por otra parte Larson *et al.* (2002), cita que el piretroide lambda cyalotrina en larvas de *T. ni* y *H. virescens* muestra solo haber afectado al producto por arriba de pH 10. Pero en las larvas de *Cydia pomonella* y *Spodoptera exigua* los mejores resultados se tienen a pH 7.

Esto implica que los resultados del presente trabajo y de otros ya citados pueden ser influenciados por factores como la especie, o por otros factores no

citados como el tiempo de reposo del pH del agua con el tóxico y el estadio de desarrollo.

Por otra parte la respuesta en la mortalidad de las larvas de *T. ni* evaluados en este trabajo puede estar influenciado por el numero de individuos observados, que en este trabajo fue de 30, por lo que es probable que al aumentar el número de individuos por el efecto de la selección al azar permita tomar muestras de la población que pudiera incluir individuos con alta y baja susceptibilidad a los tóxicos.

## CONCLUSIONES

Con un tiempo de reposo de 90 min no se observó efecto de la mezcla con los diferentes pH (5 – 9) en cuanto a diferencia de mortalidad de larvas de primer estadio de *T. ni*, en paration metílico, permetrina y deltametrina.

En el diazinon a pH 6 y 7 se disminuyó la mortalidad en las larvas de *T. ni*.

En caso del metomilo fue el producto que muestra índices de mortalidad más variable en cuanto a los pH (65 a 85 %). En el pH 9 se observó que afecta la formulación del producto.

## LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of insecticides. J. Econ. Entomol. 18: 267-269.
- Bohmont, B. L. 1990. The standard pesticide users guide. Prentice Hall, Inc. a Simon & Schuster, Company Englewood Cliffs, New Jersey. EUA. 498 p.
- Borror, D. J; De Long. D. M. and Triplehorn, C. A. 1989. An introduction to the study of insects. 5<sup>a</sup> Edición. Ed. Saunders College. Publishing USA. 827 p.
- Casseres, E. 1981. Producción de hortalizas. San José. Costa Rica 387 p.
- Coronado, P. P. y Márquez, D. A. 1999. Introducción a la entomología. 10<sup>a</sup> Edición. Editorial Limusa. Pp. 170-179.
- Cremllyn, R. J. 1995. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Editorial Limusa. México. 335 p.
- Davidson, R. H. 1992. Plagas de insectos. Agrícolas y del jardín. 1<sup>a</sup> Edición. Editorial Limusa. 743 p.
- Doe, K. G; Ernest, W. R. and Julien, G. R. Influence of pH on the acute lethality of fenitrothion, 2,4-D, and aminocarb and some pH- altered sublethal. Canadian Journal of Fisheries an Acuatic Sciences Environmental. p 287-293.
- Fleck, E. E. 1966. Chemistry of insectides: Pesticides and their effects on soils and water. ASA Soil Society of America. Special Publication. 8: 18-24.
- Hawthorne, 1976. Pest control failures: check your solution pH. In Plant Protection Abstracts. 13 (3): 21-22.
- Hock, K. W. 1998. Effect of pH on pesticide stability and efficacy, extension pesticide specialist, Penn State University.  
<http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/gen-peapp-ph.html>
- Larson, L; Kempe, M; Hendrix, B; Nead, Barb. 2002. pH and its effects on key new Insecticide formulations: Potencial guidelines for the field. Dow AgroSciences. Zionsville Rd. Indianapolis.
- Maurice, D. 1996. Water quality and pesticides perfomance. AGROMANAGER.  
<http://www.westcoag.com/alerts/alert08.htm>
- Medina, V. J. 1997. Modificación del pH del agua y estabilidad de mezclas de plaguicidas de uso común en el norte de Tamaulipas. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Metcalf, C. L. y Flint, W. P. 1962. Insectos destructivos e insectos útiles: Sus costumbres y su control. 4ª Edición. Editorial Continental. 1087 p.
- Metcalf, R. F. y Luckmann, W. H. 1992. Introducción al manejo de plagas de insectos. 1ª Edición. Editorial Limusa, México, D. F. 571 p.
- Montes, C. F. y Martínez, J. 1991. El efecto del pH en pesticidas. Horti-Notas. Programa de hortalizas. FAUANL. 14 p.
- Neises, J. 1980. Effect of pH and chlorine concentration on activity of *Bacillus thuringiensis* tank mixes. Journal of Economic Entomology. 73:186 - 188.
- Peterson, A. 1979. Larvae of insects: An Introduction to nearctic species. 6ª Edición. Editorial Edwards Brothers. Columbus Ohio.
- Petroff, R. 1998. Water quality and pesticide performance. Pesticide Education Specialist, Montana State University, Extension Service.  
<http://scarab.msu.montana.edu/extension/MTAIWQPP.htm>
- Redondo, J. E. 1991. Taller regional centroamericano y consulta sobre planificación de investigación hortícola: Importancia de las hortalizas en México. Editorial IICA, San José, Costa Rica.
- Reeves, J. M. 1995. Crop protection manager. Ed. Mexicana Otoño. México, DF. P 12.
- Ross, H. H. 1970. Introducción a la entomología general y aplicada. 3ª Edición. Editorial OMEGA. Barcelona, España. 536 p.
- Sancén, L. J. 1999. Influencia del pH del agua sobre la efectividad de insecticidas de tres grupos toxicológicos sobre picudo de la yema del Manzano *Amphidees latifrons* (Sharp). Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 38 p.

# **APENDICE**

Cuadro 7.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a diazinon en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	6	4	2	8	10	0	18	12	6	4
7	4	6	6	4	10	0	20	10	6.6	3.3
8	10	0	8	2	10	0	28	2	9.3	0.7
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	2	8	4	6	2	8	8	22	2.6	7.3

\* Agua destilada = 7.6 \*\* M = Muertos, V = Vivos

Cuadro 8.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a diazinon a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	12644.445313	2528.889160	5.4190	0.008
ERROR	12	5600.000000	466.666656		
TOTAL	17	18244.445313			

C.V. = 29.02 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
5	100.0000 A
4	90.5000 AB
3	54.0000 BC
2	46.0000 C
6	26.0000 C

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 38.4339

Cuadro 9.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a diazinon en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	8	2	4	6	10	0	22	8	7.3	2.6
7	6	4	6	4	10	0	22	8	7.3	2.6
8	10	0	8	2	10	0	28	2	9.3	0.6
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	2	8	4	6	2	8	8	22	2.6	7.3

Cuadro 10.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a diazinon a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	11644.445313	2328.889160	8.0615	0.002
ERROR	12	3466.664063	288.888672		
TOTAL	17	15111.109375			

C.V. = 21.85 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
5	100.0000 A
4	90.5000 AB
2	63.5000 B
3	63.5000 B
6	26.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 30.2397

Cuadro 11.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a paration metílico en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>					
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5	10	0	10	0	8	2	28	2	9.3	0.6
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	2	8	2	8	4	26	1.3	8.7

Cuadro 12.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a paration metílico a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	18311.117188	3662.223389	82.4008	0.000
ERROR	12	533.328125	44.444012		
TOTAL	17	18844.445313			

C.V. = 7.89 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
1	92.0000 A
6	13.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 11.8609

Cuadro 13.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a paration metílico en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>					
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5	10	0	10	0	8	2	28	2	9.3	0.6
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	4	6	2	8	6	24	2	8

Cuadro 14.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a paration metílico a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	15577.781250	3115.556152	35.0503	0.000
ERROR	12	1066.656250	88.888023		
TOTAL	17	16644.437500			

C.V. = 11.02 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
1	92.0000 A
6	20.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 16.7739

Cuadro 15.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a permetrina en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	1	9	2	8	3	27	1	9

Cuadro 16.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a permetrina a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	20250.000000	4050.000000	243.0000	0.000
ERROR	12	200.000000	16.666666		
TOTAL	17	20450.000000			

C.V. = 4.80 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
6	10.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 7.2633

Cuadro 17.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a permetrina en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	1	9	3	7	4	26	1.3	8.7

Cuadro 18.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a permetrina a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	18777.765625	3755.553223	96.5703	0.000
ERROR	12	466.671875	38.889324		
TOTAL	17	19244.437500			

C.V. = 7.29 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
6	13.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 11.0950

Cuadro 19.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a deltametrina en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	2	8	2	8	4	26	1.3	8.7

Cuadro 20. Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a deltametrina a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	18777.765625	3755.553223	168.9966	0.000
ERROR	12	266.671875	22.222656		
TOTAL	17	19044.437500			

C.V. = 5.51 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
6	13.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 8.3871

Cuadro 21.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a deltametrina en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		M	V	M	V
	M	V	M	V	M	V				
5	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
6	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
7	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
Test.*	0	10	2	8	2	8	4	26	1.3	8.7

Cuadro 22. Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a deltametrina a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	18777.765625	3755.553223	168.9966	0.000
ERROR	12	266.671875	22.222656		
TOTAL	17	19044.437500			

C.V. = 5.51 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.0000 A
2	100.0000 A
3	100.0000 A
4	100.0000 A
5	100.0000 A
6	13.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 8.3871

Cuadro 23.- Mortalidad a 24 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a metomilo en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						$\Sigma$		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>					
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5	8	2	8	2	8	2	24	6	8	2
6	8	2	7	3	10	0	25	5	8.3	1.7
7	6	4	6	4	7	3	19	11	6.3	3.7
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	4	6	1	9	1	9	6	22	2	8
Test.*	0	10	2	8	1	9	3	27	1	9

Cuadro 24.- Análisis de varianza y tabla de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a metomilo a 24 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	20444.445313	4088.889160	21.0285	0.000
ERROR	12	2333.335938	194.444656		
TOTAL	17	22777.781250			

C.V. = 22.82 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
4	100.0000 A
2	81.0000 AB
1	77.0000 AB
3	59.0000 B
5	11.0000 C
6	10.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 24.8090

Cuadro 25.- Mortalidad a 48 h de larvas de primer estadio de *Trichoplusia ni* (Hübner) expuesto a metomilo en mezcla con agua a diferente pH.2003.

pH	R E P E T I C I O N E S **						Σ		X	
	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>					
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
5	8	2	9	1	9	1	26	4	8.7	1.3
6	9	1	7	3	10	0	26	4	8.7	1.3
7	6	4	8	2	7	3	21	9	7	3
8	10	0	10	0	10	0	30	0	10	0
9	5	5	2	8	3	7	10	20	3.3	6.7
Test.*	1	9	2	8	1	9	4	26	1.3	8.7

Cuadro 26.- Análisis de varianza y tablas de medias con la prueba de DMS al 95 % de significancia de la respuesta de *Trichoplusia ni* (Hübner) a metomilo a 48 h en mezcla con agua a diferente pH. 2003.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	17583.343750	3516.668701	33.3161	0.000
ERROR	12	1266.656250	105.554688		
TOTAL	17	18850.000000			

C.V. = 15.81 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
4	100.0000 A
1	85.5000 A
2	85.0000 A
3	65.5000 B
5	23.0000 C
6	13.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 18.2789

