

**Niveles de colinesterasa sérica en
agricultores de la localidad de Carapongo
(Perú) y determinación de residuos de
plaguicidas inhibidores de la
acetilcolinesterasa en frutas y hortalizas
cultivadas.**

TESIS para optar al Título Profesional de: QUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTORES:

**OSCAR MANUEL MILLA COTOS;
WILLIAM RODOLFO PALOMINO HORNA**

ASESORA: Mg. ROSALÍA ANAYA PAJUELO

LIMA - PERÚ 2002

Agradecimientos

A Dios, por brindarnos la fortaleza y sabiduría necesaria para lograr nuestras metas, en especial la culminación del presente trabajo.

A la Universidad, por brindarnos todo lo necesario para nuestro desarrollo tanto profesional como personal para que de esta forma podamos integrarnos como individuos útiles a la sociedad.

A nuestra muy estimada Asesora, Mg. Rosalía Anaya Pajuelo, por apoyarnos y guiarnos en el desarrollo de nuestro trabajo.

A nuestros distinguidos miembros del Jurado Examinador y

Calificador:

Dra. Eloísa Hernández Fernández.

Q.F. Elizabeth Carranza Alva.

Q.F. Manuel Torres Roca.

Q.F. Rosario Carreño Quispe.

Por su paciencia y dedicación al realizar las correcciones del presente trabajo.

William

Oscar

Dedicatoria

A mi querida madre Petronila, por brindarme su paciencia y confianza, por hacer de mí una persona justa, responsable y respetuosa, para ella mi infinita gratitud y amor pues le debo todo lo que soy.

A mi querido padre Rodolfo, por enseñarme a ser paciente y sensato, por inculcar en mi el deseo de superación y dedicación tanto en mis labores cotidianas como académicas, por su apoyo en la realización y corrección del presente trabajo.

A mi hermano Enrique, por su apoyo incondicional en la realización de mis labores.

A todos mis amigos y compañeros de estudios, por su cooperación y preocupación por brindarme lo mejor de ellos y alentarme a alcanzar mis metas.

William

Dedicatoria

Con todo cariño a mi queridísima madre, quien con sus sabios consejos, abnegación e inmenso amor supo guiarme por el verdadero camino en mis aspiraciones y obtención de objetivos, para ella mis más fervientes votos de eterna gratitud.

A la memoria de mi muy recordada abuelita Felli y de mi querido tío José, por el aliento, orientación y apoyo que me brindaron y cuyos más caros anhelos fueron siempre la culminación de mi profesión.

A mi querido padre, por el soporte, cariño y estímulo que me brindó a pesar de la distancia.

A mi hermano David, por la dicha de compartir nuestras inquietudes y esperanzas al perseguir ambos ideales semejantes y por el apoyo dado en momentos muy difíciles.

A mis tíos Donnie, Julia, Dishy, Fany y Loreta, por que siempre constituyeron fuentes de estímulo en mis estudios, mi profunda gratitud a ellos por que supieron ser modelos y afianzar en mi la solidez de una vida cristiana.

Oscar

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	IV
OBJETIVOS	V
I. GENERALIDADES	
1.1. PLAGUICIDAS.....	1
1.2. LA ENZIMA COLINESTERASA.....	2
1.3. PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS.	5
1.4. PLAGUICIDAS CARBÁMICOS.	14
1.5. DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN DE LA INTOXICACIÓN POR PLAGUICIDAS.....	16
1.6. EFECTOS NOCIVOS DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE EL AMBIENTE.....	22
II. PARTE EXPERIMENTAL	
2.1. POBLACIÓN.....	24
2.2. TAMAÑO DE MUESTRA.....	24
2.3. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	26
2.4. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA - MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (TÉCNICA ELLMAN MODIFICADO).....	27
2.5. DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE RESIDUOS DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS Y CARBÁMICOS EN VEGETALES – MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.....	32
III. RESULTADOS	38
IV. DISCUSIÓN	61
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
VIII. ANEXOS	75

RESUMEN

Se realizó la determinación de la actividad de la colinesterasa sérica en 134 muestras biológicas (109 muestras de agricultores que trabajan con pesticidas inhibidores de la colinesterasa y 25 de un grupo de control (grupo no expuesto a los pesticidas)) y el análisis toxicológico en 300 muestras de productos vegetales [coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), apio (*Apium graveolens*), lechuga (*Lactuca sativa* L.), maracuyá (*Passiflora edulis*)] procedentes de la localidad de Carapongo, distrito de Lurigancho - Chosica, Lima - Perú.

La cuantificación de la actividad de la colinesterasa sérica se realizó empleando la técnica de Ellman modificada mediante espectrofotometría de luz ultra violeta. El análisis de plaguicidas se realizó por cromatografía en capa fina (CCF).

El valor promedio de actividad de la colinesterasa sérica en los agricultores que trabajan con los pesticidas fue de **1827,18** mU/mL D.E. +/- **269,99** (valor máximo: **2540,09** mU/mL; valor mínimo: **1294,54** mU/mL) y en el grupo control fue de **2263,92** mU/mL D.E. +/- **216,40** (valor máximo: **2771,01** mU/mL; valor mínimo: **1959,30** mU/mL); Valor normal de actividad de la colinesterasa sérica: **1800 – 3600** mU/mL. **55,05** % de los agricultores que trabajan con los pesticidas presentaron valores por debajo de los niveles normales de actividad de la colinesterasa sérica (**58,89** % de los varones y el **36,84** % de las mujeres). El grupo de agricultores cuyos tiempos de trabajo es superior a los 40 años era el que tenía el nivel promedio de actividad de colinesterasa sérica más bajo (**1596,99** mU/mL).

Los plaguicidas detectados en las muestras de productos vegetales antes de la cosecha fueron: metamidofos (**24,67** %), clorpirifos (**15,33** %), metomilo (**14,67** %) y dimetoato (**8,67** %), también se encontraron las combinaciones: metamidofos/metomilo (**11,33** %) dimetoato/metomilo (**6,67** %), metamidofos/clorpirifos (**11,99** %), metamidofos/dimetoato (**6,67** %).

Palabras claves: actividad de la colinesterasa sérica, plaguicidas inhibidores de la colinesterasa, productos vegetales, espectrofotometría de luz ultravioleta, cromatografía en capa fina, localidad de Carapongo, Lurigancho - Chosica, Lima - Perú.

SUMMARY

The determination of the activity of seric cholinesterase in 134 biological samples (109 samples of farmers that work with cholinesterase inhibitor pesticides and 25 of a control group (non exposed group to pesticides)) and the toxicological analysis in 300 samples of vegetable products [cauliflower (*Brassica oleracea var. botrytis*), tomato (*Lycopersicon esculentum*), celery (*Apium graveolens*), lettuce (*Lactuca sativa L.*), passion fruit (*Passiflora edulis*)] were realized in Carapongo, district of Lurigancho – Chosica, Lima - Peru.

Quantification of activity of seric cholinesterase was realized applying the Ellman modified technique by ultra violet light spectrophotometry. The pesticide analysis was realized by thin layer chromatography (TLC).

The average value of activity of seric cholinesterase in farmers that work with the pesticides was **1827,18** mU/mL D.E. +/- **269,99** (maximun value: **2540,09** mU/mL; minimum value: **1294,54** mU/mL) and in the control group was **2263,92** mU/mL D.E. +/- **216,40** (maximun value: **2771,01** mU/mL; minimum value: **1959,30** mU/mL); Normal level of activity of seric cholinesterase: **1800 – 3600** mU/mL. **55,05** % of the group of farmers that work with the pesticides presented values under normal levels of activity of seric cholinesterase (**58,89** % of men and **36,84** % of women). The group of farmers that have been working for more than 40 years had the lowest average level of activity of seric cholinesterase (**1596,99** mU/mL).

The pesticides detected in vegetable samples before harvest were: methamidophos (**24,67** %), chlorpyrifos (**15,33** %) methomyl (**14,67** %) and dimethoate (**8,67** %), also the combinations: methamidophos/methomyl (**11,33** %), dimethoate/methomyl (**6,67** %), methamidophos/chlorpyrifos (**11,99** %) methamidophos/dimethoate (**6,67** %).

Key words: activity of seric cholinesterase, cholinesterase inhibitor pesticides, vegetable products, ultra violet light spectrophotometry, thin layer chromatography, Carapongo, Lurigancho - Chosica, Lima - Peru.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura es de vital importancia que en cada siembra se obtenga la mayor cantidad de beneficios y evitar que los cultivos sean dañados por organismos no deseados que en ocasiones transmiten enfermedades al hombre. Por estas razones, desde tiempos remotos se han venido utilizando los plaguicidas, cuyos efectos tóxicos se han convertido en un problema mundial. Los agricultores que trabajan con plaguicidas están frecuentemente expuestos a estos tóxicos pudiendo sufrir intoxicaciones, las cuales no sólo producen una serie de signos y síntomas propios, sino que a posteriori podrían dar lugar a secuelas o efectos crónicos. Cuando el organismo humano sufre los efectos propios de los plaguicidas inhibidores de la enzima colinesterasa se produce una disminución en los niveles normales de dicha enzima en la sangre. Este hecho trae consigo una serie de efectos sobre el organismo, de ahí la importancia su monitoreo periódico en los agricultores.

Lo antes expuesto nos ha motivado a la realización del presente trabajo, el cual forma parte de un estudio a nivel del departamento de Lima para evaluar el riesgo de la salud (del agricultor que trabaja con plaguicidas y del consumidor) por el uso de plaguicidas inhibidores de la colinesterasa, considerándose para nuestro estudio la localidad de Carapongo, distrito de Lurigancho- Chosica, departamento de Lima-Perú, zona eminentemente agrícola. Dicho trabajo nos permitirá conocer los niveles de actividad de la colinesterasa sérica en estos pobladores, así como detectar residuos de plaguicidas organofosforados y carbámicos en los productos hortícolas de esta zona. Asimismo, la realización de una encuesta a los agricultores seleccionados nos permitirá conocer el grado de relación entre sus niveles de actividad de la colinesterasa sérica y algunas de sus características, hábitos y costumbres.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar los niveles de actividad de la colinesterasa sérica en agricultores que trabajan con plaguicidas inhibidores de la colinesterasa y determinar residuos de plaguicidas en hortalizas y frutas de la localidad de Carapongo, distrito de Lurigancho-Chosica (Lima - Perú).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los niveles de actividad de la enzima colinesterasa sérica en muestras de sangre tomadas a un grupo de agricultores que trabaja con plaguicidas que contienen compuestos que inhiben esta enzima y a un grupo de control no expuesto a estos plaguicidas.
- Determinar cualitativamente la presencia de residuos de plaguicidas que contienen compuestos inhibidores de la colinesterasa sérica (organofosforados y carbamatos) en productos agrícolas.
- Determinar la relación entre los niveles de actividad de colinesterasa sérica y algunas de las características, hábitos y costumbres de los agricultores expuestos a plaguicidas que contienen compuestos que inhiben esta enzima.

I. GENERALIDADES

1.1. PLAGUICIDAS

1.1.1. Definición.

(Producto fitosanitario) Sustancia química de origen natural o sintético u organismo vivo, sus sustancias y/o subproductos, que se utilizan solas, combinadas o en mezclas para la protección (combatir o destruir, repeler o mitigar: virus, bacterias, hongos, nemátodos, ácaros, moluscos, insectos, plantas no deseadas, roedores, otros) de los cultivos y productos agrícolas. Igualmente cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se las use como desfoliantes, desecantes, reguladores de crecimiento, y las que se aplican a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto ⁽⁶⁾.

1.1.2. Clasificación ^{(7), (8)}.

Los plaguicidas se pueden clasificar según:

- a. **Según el tipo de organismo que se desea controlar:** Insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, molusquicidas, rodenticidas, avicidas.
- b. **Según grupo químico del principio activo:** Compuestos organofosforados, compuestos carbamatos, compuestos organoclorados, piretroides, derivados del bipiridilo, triazinas, tiocarbamatos, derivados del ácido fenoxiacético, derivados de la cumarina, derivados del cloronitrofenol, compuestos organomercuriales, entre otros.
- c. **Según su persistencia al medio ambiente:** Persistentes, poco persistentes, no persistentes.
- d. **Según su toxicidad aguda (O.M.S.):** Esta se basa principalmente en la toxicidad por vía oral en ratas y ratones. Usualmente la dosis se registra como el valor DL50 (Dosis Letal Media) que es la dosis requerida para matar al 50% de la población de animales de prueba

y se expresa en términos de mg/kg del peso del cuerpo del animal (CUADRO N° 01).

Cuadro N° 01

Clasificación de los plaguicidas según toxicidad aguda expresada en DL50⁽⁷⁾

<i>Clase</i>	<i>Por vía oral</i>		<i>Por vía dérmica</i>	
	<i>Sólidos</i>	<i>Líquidos</i>	<i>Sólidos</i>	<i>Líquidos</i>
Ia Sumamente tóxico	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
Ib Muy tóxico	5 – 50	20 – 200	10 - 100	40 - 400
II Moderadamente tóxico	50 – 500	200 - 2000	100 – 1000	400 – 4000
III Poco tóxico	Más de 500	Más de 2000	Más de 1000	Más de 4000

1.2. LA ENZIMA COLINESTERASA

1.2.1. Acetilcolina.

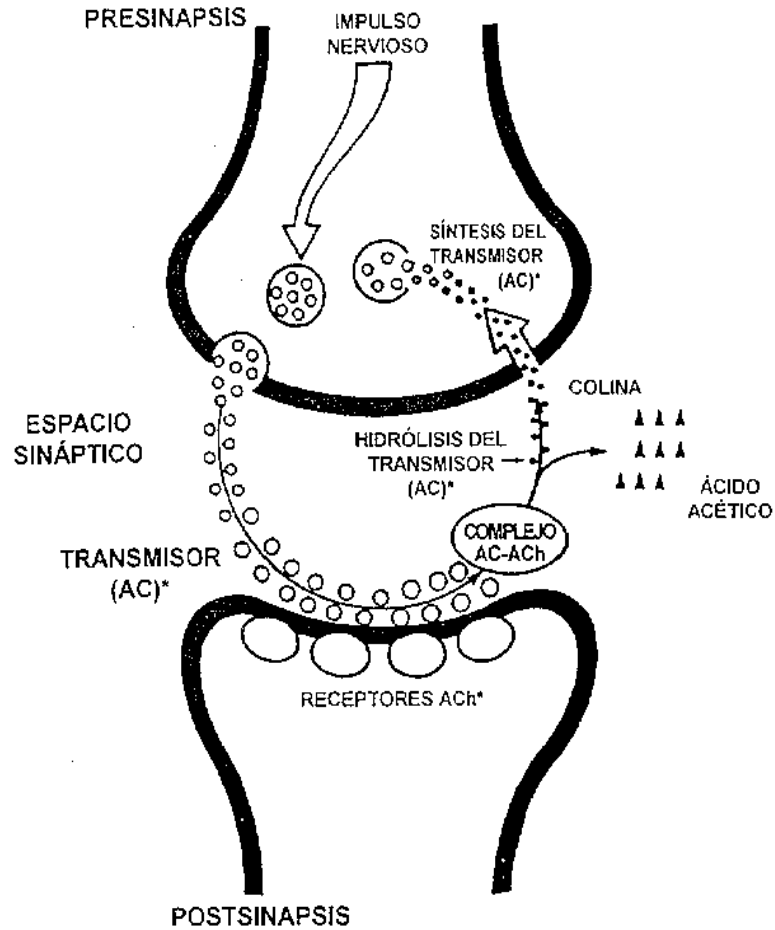
Neurotransmisor endógeno, a nivel de la sinapsis y las uniones neuroefectoras colinérgicas en los sistemas nervioso central y periférico. La acetilcolina media el cambio de potencial de membrana para la transmisión de impulsos nerviosos. La acetilcolina es metabolizada por la enzima acetilcolinesterasa con la consiguiente interrupción de la transmisión del impulso nervioso, la acción de la acetilcolina debe ser muy rápida, cerca de 1/1500 segundos. Por lo cual la acetilcolinestasa hidroliza rápidamente en colina y ácido acético^{(7), (10)} (FIGURA N° 01).

1.2.2. Tipos de colinesterasa.

Las enzimas colinesterasas son de dos tipos:

- a. La colinesterasa verdadera, acetilcolinesterasa, colinesterasa eritrocitaria, específica o de tipo e:** Se encuentra unida a las membranas de las neuronas, en las sinapsis ganglionares de la estructura neuromuscular del organismo y en los eritrocitos⁽⁴⁰⁾.

Figura N° 01

Esquema del Proceso Fisiológico Neuromuscular durante la Estimulación ⁽⁷⁾

* AC = ACETILCOLINA
 ** ACh = ACETILCOLINESTERASA

- b. *La pseudocolinesterasa o colinesterasa inespecífica:* También denominada butirilcolinesterasa, colinesterasa plasmática o de tipo s, está presente generalmente en forma soluble en casi todos los tejidos principalmente hígado y plasma, pero en poca concentración en el sistema nervioso central y periférico ⁽⁴⁰⁾. Dicha enzima es inhibida por los plaguicidas organofosforados y carbamatos, pero sin relación con la manifestación de síntomas clínicos.

En algunos casos los organofosforados inhiben también la esterasa neuropática y esta inhibición junto con un incremento de calcio intracelular por alteración de la enzima calcio-calmodulina-quinasa II, parecen constituir el mecanismo de producción de la neuropatía retardada caracterizada por la desmielinización y degeneración axónica ^{(6), (12)}.

1.2.3. Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa.

Constituyen el grupo más numeroso de plaguicidas. La característica común de estos plaguicidas es que inhiben específicamente la acetilcolinesterasa a nivel de la sinapsis ⁽³⁸⁾.

Los plaguicidas inhibidores de las colinesterasas de los grupos organofosforados y carbámicos se usan a gran nivel a nivel mundial, sobre todo para reemplazar a los plaguicidas organoclorados persistentes.

La toxicidad aguda de la gran mayoría de estos plaguicidas es muy alta y los casos de intoxicaciones humanas son frecuentes, además de las intoxicaciones agudas, los organofosforados también pueden causar efectos a largo plazo ⁽⁷⁾.

1.2.4. Mecanismos de acción de los plaguicidas inhibidores de la colinesterasa.

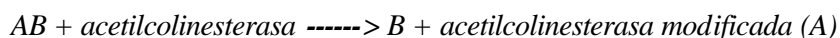
Los compuestos organofosforados y carbamatos reaccionan con la enzima de manera similar a la acetilcolina es decir inhiben competitivamente la actividad colinesterásica comportándose como sustancias anticolinesterásicas (permitiendo así que la acetilcolina siga ejerciendo su actividad).

La enzima acetilcolinesterasa es la responsable de la destrucción y terminación de la actividad biológica del neurotransmisor acetilcolina, al estar esta enzima inhibida se acumula acetilcolina en el espacio sináptico alterando el funcionamiento normal del impulso nervioso. La acumulación de acetilcolina se produce en las uniones colinérgicas neuroefectoras (efectos muscarínicos), en las uniones mioneurales del

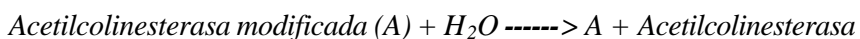
esqueleto y los ganglios autónomos (efectos nicotínicos) así como en el sistema nervioso central ^{(14), (22)}.

Seguidamente se muestra de qué manera los plaguicidas de tipo organofosforados y carbamatos actúan sobre el organismo humano.

Paso 1:



Paso 2:



Donde AB representa la molécula del organofosforado o carbamato.

En el primer paso, la parte ácida (A) del plaguicida se incorpora covalentemente en el sitio activo de la enzima, mientras que se libera su fracción alcohólica (B).

En el segundo paso, una molécula de agua libera la parte ácida (A) del plaguicida, dejando la enzima libre y, por lo tanto, reactivada. Este proceso de reactivación dura menos tiempo con los carbamatos, mientras que con los organofosforados puede ser mucho más prolongado e incluso llegar a ser irreversible ^{(7), (11)}.

1.3. PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS

1.3.1. Usos:

Se utilizan como insecticidas, nematocidas, herbicidas, fungicidas, plastificantes y fluidos hidráulicos (en la industria). También son utilizados como armas químicas ⁽⁷⁾.

1.3.2. Propiedades ^{(11), (13)}.

- a. **Liposolubles:** Facilitan su absorción porque atraviesan fácilmente las barreras biológicas (piel, mucosas), también penetran en el Sistema Nervioso Central. Algunos productos pueden almacenarse en tejido graso lo que puede provocar toxicidad retardada debido a la liberación tardía.

- b. **Mediana tensión de vapor:** Lo que hace que sean volátiles facilitando la absorción inhalatoria.
- c. **Degradables:** Sufren hidrólisis en medio alcalino en tierra y en líquidos biológicos, no siendo persistentes en el ambiente.

1.3.3. Presentaciones:

Los insecticidas de uso doméstico que contienen compuestos organofosforados vienen en concentraciones muy bajas, generalmente del orden del 0.5% - 5%. Se presentan generalmente en forma de aerosoles y cintas repelentes⁽¹³⁾ (CUADRO N° 02).

Cuadro N° 02

Principales Plaguicidas Organofosforados de Uso Doméstico⁽¹⁹⁾

<i>Nombre Común</i>	<i>Nombre Comercial</i>
• Azametifos	• Snip
• Coumaphos	• Asuntol ,Cumafos
• Phorate	• Thimet
• Demetón-s-metil	• Systox
• Diazinón	• Basudin
• Disulfotón	• Disystón
• Metamidofos	• Tamarón
• Monocrotophos	• Azodrin
• Malathion	• Belatión
• Metil Paratión	• Metilparatión, Folidol-M
• P-nitrofenil tiofosfato	• Baythion
• Terbuphos	• Counter

Por otro lado los compuestos de uso agrícola están formulados a altas concentraciones que varían desde 20% - 70% del principio activo. Su presentación más frecuente es en líquido con diferentes tipos de solventes, generalmente hidrocarburos derivados del petróleo como tolueno, xileno, esto favorece la absorción del principio activo. Estas

presentaciones reciben el nombre de concentrados emulsionables. Existen además presentaciones sólidas en forma de polvos, polvos humectables, gránulos, que son menos tóxicas por la forma de presentación dada la menor absorción ⁽¹³⁾ (CUADRO N° 03).

Cuadro N° 03

Principales Plaguicidas Organofosforados Utilizados en la Agricultura ⁽¹⁹⁾

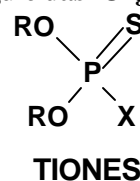
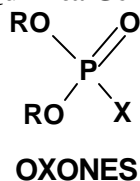
<i>Tipo</i>	<i>Nombre Común</i>	<i>Nombre Comercial</i>
I. No Sistémicos		
<i>Dialquifosfatos</i>	Diclorvos	"Lainsec", "Vapona"
<i>Dimetil Tionofosfatos Fenólicos</i>	Fenitrotión	"Sumithion", "Folithion",
	Metilparatión	"Folido-M", "Metacide"
<i>Dietil Tionofosfatos Fenólicos</i>	Paratión	"Folidol"
<i>Dialquil Tionofosfatos Heterociclicos</i>	Clorpirifos	"Dursban", "Lorsban"
	Diazinón	"Basudin", "Diacide", "Diazil"
	Fentoato	"Cidial", "Taonone"
<i>Dimetil Ditioposfatos</i>	Malatión	"Malathion", "Cythion"
	Metilazinfos	"Guthion", "Gusathion").
<i>Dietil Ditioposfatos</i>	Carbofenotión	"Garath", "Trithion"
<i>Fosfonatos</i>	Leptofos	"Phosvel", "Abar"
	Triclorfón	"Dipetrex", "Neguron", "Dylox"
II. Sistémicos		
<i>Tiofosforil Dialquil Tioeteres</i>	Disulfón	"Disyston"
	Forato	"Thimet"
<i>Tiofosforil Dialquil Sulfóxidos</i>	Metiloxidemotón	"Metasyst ox"
<i>Tiofosforil Dialquilsulfomas</i>	Metildemetonsulfo	"Metalsosystoxsul"
<i>Fosforil Alquil Amidas</i>	Monocrotofos	"Azodrin", "Nuvacron"
<i>Tiofosforil Alquilamidas</i>	Dimetoato	"Cygon", "Perfektion",
<i>Fosforilaquil Carboxilatos</i>	Mevinfos	"Phosdrin"
<i>Amidofosfotiolatos</i>	Metamidofos	"Monitor", "Tamarón"
III. Herbicida	Glicosato	"Roundrup"
IV. Acaricidas Organofosforados		
<i>Formetanato</i>	Carbol	"Dicarzol"

1.3.4. Características Químicas de los compuestos organofosforados ^{(7), (13)}.

- a. Los compuestos organofosforados son ésteres, amidas o tioderivados del ácido fosfórico, fosfónico, fosforotioico o fosfonotioico.
- b. Cuando el átomo que se une al fósforo con el doble enlace es el oxígeno, el compuesto se denomina oxon y es un potente inhibidor de la colinesterasa. Sin embargo con el oxígeno en esta posición, se favorece la hidrólisis del compuesto, especialmente bajo condiciones alcalinas. Para hacerlos más resistentes a la hidrólisis, se ha sustituido al oxígeno por un átomo de azufre. Estos compuesto son llamados tiones, y son pobres inhibidores de la colinesterasa (FIGURA N° 02). Pero tienen la característica de atravesar la membrana celular más rápidamente que los oxones. En el ambiente los tiones son convertidos en oxones por acción de la luz solar y el oxígeno. En el organismo son convertidos por acción de las enzimas microsomales del hígado.

Figura N° 02

Estructura Química General de los Plaguicidas Organofosforados ⁽⁷⁾



1.3.5. Clasificación de los compuestos Organofosforado

Tenemos dos grandes grupos:

- a. **Organofosforados no sistémicos o de contacto.**

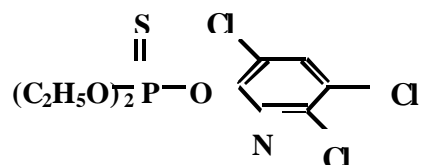
Estas sustancias deben ser lo suficientemente estables a las condiciones del medio ambiente y al mismo tiempo tener condiciones físicas adecuadas para ser absorbidas por los tejidos de los insectos que rodean la cutícula, recubrir el canal alimenticio o el sistema traqueal adyacente, y luego ser

transportadas intactas hacia el sitio de acción de los tejidos susceptibles⁽¹³⁾. Entre los compuestos de este tipo tenemos:

Clorpirifos

Nombre Químico: 0,0 phosphorothioic acid,0,0-diethyl 0-(3,5,6-Trichloro-2-pyridinyl)éster

Estructura Química:



Nombre Comercial: Dursban, Lorsban4E, Paladín, Pyrifos 48EC.

Toxicidad: DL50 oral aguda: 135 – 163mg/Kg. Categoría II – Moderadamente tóxico.

Usos: Posee una marcada acción de profundidad siendo activo contra insectos minadores y áfidos, larvas de insectos masticadores, cochinillas, barrenadores. En la formulación de polvo seco se adhiere a la materia orgánica y arcilla presentando buena persistencia y residualidad y pérdidas mínimas por lixiviación^{(7), (28)}.

Toxicidad Aguda: Puede afectar el sistema nervioso central, el sistema cardiovascular y el sistema respiratorio, también causa irritación en la piel y ojos. Los síntomas de exposición aguda al Clorpirifos puede ser el entumecimiento, sensación de hormigueo, incoordinación, dolor de cabeza, vértigos, temblor, náuseas, calambres abdominales, sudoración, visión borrosa, depresión respiratoria, bradicardia. La dosis muy alta puede producir inconsciencia, convulsiones y muerte.

El Clorpirifos puede causar síntomas tardíos que empiezan de 1 a 4 semanas después de una exposición aguda que puede o no haber producido los síntomas inmediatos estos son: entumecimiento, hormigueo, debilidad, calambres que puedan aparecer en los

miembros inferiores y pueden progresar a una incoordinación y parálisis. La mejora puede ocurrir durante meses o años y en algunos casos el deterioro residual permanecerá.

Toxicidad Crónica: La exposición repetida o prolongada al organofosforado puede producir los mismos efectos como la exposición aguda e incluso los síntomas tardíos. Los síntomas de exposición crónica al clorpirifos incluyen daño de la memoria y concentración, desorientación, depresiones severas, irritabilidad, confusión, dolor de cabeza, dificultad al hablar, adormecimiento, insomnio, náuseas, pérdida del apetito ⁽²²⁾.

Destino del Clorpirifos en humanos: El clorpirifos se absorbe por el tracto gastrointestinal, pulmones o a través de la piel, se distribuye rápidamente por el torrente sanguíneo y se elimina a través de los riñones en la forma de metabolitos y como tal (sin metabolizar).

Destino del clorpirifos en el medio ambiente:

- **Destino en la tierra.-** Es ligeramente persistente, la vida media está entre 60 y 120 días, pero puede ir 2 semanas a 1 año, dependiendo del tipo de tierra, clima y otras condiciones.
- **Destino en la vegetación.-** Los residuos permanecen durante 10 a 14 días ⁽⁹⁾.

b. Organofosforados sistémicos.

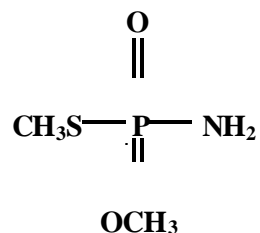
Los organofosforados sistémicos son compuestos que frecuentemente son transformados en cantidades considerables dentro del organismo, ya sea en productos de descomposición menos tóxicos o productos metabólicos que también tienen propiedades insecticidas y acaricidas ^{(9), (13)}.

Entre los principales compuestos de este tipo tenemos:

Metamidofos

Nombre Químico: O,S-dimethyl phosphoramidothioate

Estructura Química:



Nombre Comercial: Monitor 600, Tamarón 600, Stermin, Rondero.

Toxicidad: DL50 oral aguda: 35 – 44mg/Kg. Categoría Ia – Muy tóxico.

Usos: La acción de contacto e ingestión controla insectos masticadores por su efecto sistémico, controla insectos picadores-chupadores. De amplio espectro de acción para el control de la mayoría de insectos que atacan a los cultivos ^{(7), (28)}.

Toxicidad Aguda: Es muy tóxico, los síntomas se presentan dentro de las 12 horas, como: ataxia, dolor de cabeza, visión borrosa, sudoración, vómitos, diarrea etc. Los problemas neurológicos se han descrito 24 semanas después de la exposición a grandes dosis, se incluyen: dolores en pies, piernas y manos.

Toxicidad Crónica: No se reporta ⁽²²⁾.

Destino del Metamidofos en humanos: Es absorbido metabolizado y excretado por el organismo. La excreción se da principalmente por vía renal y a través del aire expirado.

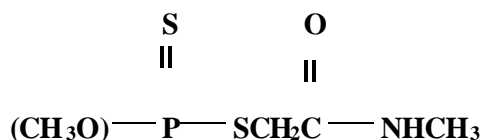
Destino del Metamidofos en el medio ambiente:

- **Destino en la tierra.-** La vida media es de 1.9 días en el cieno, 4.8 días en la marga, 6.1 días en la arena.
- **Destino en la vegetación.-** La vida media es de:
 - 4.8 – 5.1 días en el fruto.
 - 5.5 – 5.9 días en las hojas ⁽⁹⁾.

Dimetoato

Nombre Químico: phosphorothioic acid,0,0-diethyl 0-(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl) éster

Estructura Química:



Nombre Comercial: Perfekthion, Agrixon SL, Cygon, Defend.

Toxicidad: DL50 oral aguda: 215 – 250mg/Kg. Categoría II – Moderadamente tóxico.

Usos: Se usa contra una amplia gama de insectos, incluso áfidos, thrips, planthoppers y moscas blancas en las plantas ornamentales y frutos como: uva, limones, naranjas, melones, tomates ^{(7), (28)}.

Toxicidad Aguda: Los síntomas de exposición pueden incluir: entumecimiento, incoordinación, dolor de cabeza, vértigo, dolores abdominales, visión borrosa, dificultad respiratoria, bradicardia. Las dosis muy altas pueden producir inconsciencia, incontinencia, convulsiones y muerte.

Toxicidad Crónica: A exposiciones repetidas o prolongadas puede producir los mismos efectos como a la exposición aguda, incluso los síntomas tardíos. Otros efectos informados repetidamente en obreros expuestos incluyen daño de la memoria y concentración, desorientación, depresión severa, irritabilidad, dolor de cabeza, dificultad al hablar, adormecimiento, náuseas, debilidad, pérdida del apetito y malestar ⁽²²⁾.

Destino del Dimetoato en humanos: Se metaboliza rápidamente, la excreción se da por los riñones, entre un 76 a 100% del dimetoato, 24 horas después su ingreso al organismo.

Destino del Dimetoato en el medio ambiente:

- **Destino en la tierra.-** El Dimetoato es de persistencia baja con una vida media de 4 a 16 días o tan alto como se ha

informado de 122 días, pero un valor representativo puede estar en el orden de 20 días.

- **Destino en la vegetación.** - No es tóxico a la planta⁽⁹⁾.

1.3.6. Toxicocinética

- Absorción** Se absorben por las vías respiratoria, dérmica y digestiva. La exposición ocupacional es más común por vía dérmica y pulmonar, y la ingestión es más común en casos de envenenamiento accidental o por suicidio.
- Biotransformación.** La transformación de organofosforados es a nivel hepático por procesos de hidrólisis, conjugación con glutatión y oxidasas. En algunos casos pueden producirse metabolitos más tóxicos.
- Eliminación.** La eliminación es por orina y en menor cantidad por heces o aire espirado, su máxima excreción se produce a las 48 horas^{(14), (22), (35)}.
- Mecanismo de Acción:** Los compuestos organofosforados inactivan la actividad de la enzima Acetilcolinesterasa, mediante inhibición enzimática competitiva e irreversible, su mecanismo de acción se basa en la fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, provocando inhibición de la misma. El átomo central de fósforo de estos compuestos organofosforados tiene una deficiencia de electrones y esta configuración favorece la atracción hacia el sitio esteárico de la acetilcolinesterasas que posee un excedente de electrones. El fósforo forma un enlace covalente con el grupo nucleofílico de la enzima⁽³⁸⁾.

1.4. PLAGUICIDAS CARBÁMICOS

1.4.1. Usos:

Existen más de 50 compuestos carbámicos conocidos: se emplean como insecticidas, fungicidas, herbicidas y nematocidas. Los carbamatos utilizados como insecticidas son alquilcarbamatos ⁽⁷⁾.

1.4.2. Propiedades.

Los carbamatos empleados como insecticidas tienen baja presión de vapor y baja solubilidad en agua; son moderadamente solubles en benceno y tolueno y lo son más en metanol y acetona. La primera etapa de su degradación metabólica en suelos es la hidrólisis ^{(11), (13)}.

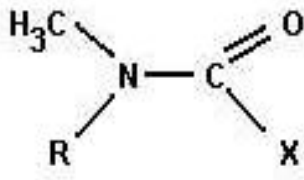
1.4.3. Presentaciones ⁽¹⁹⁾.

Su presentación más común es el polvo soluble en disolventes orgánicos, entre los más importantes plaguicidas carbámicos tenemos:

- ***Carbaryl o serin o metil carbamatos de α -naftilo (Dicarban):*** El cual es un polvo cristalino ligeramente coloreado (rosa o verde pálido), inodoro, insoluble en agua y soluble en los disolventes orgánicos. Se presenta en polvos humedificables al 50% destinados a la preparación de suspensiones o como polvo seco que contiene un 1.5-10%.
- ***Propoxosur o metil carbamato de o-ixoproposifenilo (Baygon):*** Es un polvo cristalino blanco de olor ligeramente fenolado; está dotado de las mismas propiedades de solubilidad que el anterior.
- ***Dimetam (Dimetan), isolam (Primina), pirolam (Pirolam):*** En conjunto, la toxicidad de los carbamatos empleados como insecticidas se sitúa a mitad de camino entre los organofosforados y los clorados. La dosis peligrosa es de 2-3 gramos para el isolam, que es el más tóxico y de 20 gramos o superior para el resto.
- ***Metomilo (Lannate).***
- ***Carbofurano (Furadam).***
- ***Aldicarb (Temik).***

1.4.4. Características Químicas de los compuestos carbámicos.

La estructura básica de los carbamatos es la siguiente



En donde R es H o un grupo metilo (CH_3) y X es un alcohol que determina el grado de acoplamiento al centro activo de las colinesterasas y por lo mismo, su capacidad inhibitoria. Este alcohol usualmente es un grupo arilo, un heterocíclico o una oxima. La estructura química del carbamato es importante para predecir su grado de toxicidad. Los carbamatos más tóxicos son aquellos que mejor se acoplan al centro activo de la enzima ^{(7), (13)}.

1.4.5. Clasificación de los compuestos carbámicos.

El grupo de los carbamatos corresponde en su mayor parte a derivados del ácido N-metil-carbámico, con una serie de radicales que le dan la acción anticolinesterásica, en el caso de añadir un radical bencénico al oxígeno del éter o bien un hidrógeno o un radical metomilo al átomo de nitrógeno dando lugar a los metil y dimetilcarbamatos. Los ditiocarbamatos tienen actividad antifúngica y herbicida con poco efecto anticolinesterásico ⁽¹³⁾.

1.4.6. Toxicocinética.

- a. **Absorción.** Ingresan al organismo a través de la piel, conjuntiva, vía respiratoria y vía digestiva.
- b. **Biotransformación.** No se acumulan en el organismo; la biotransformación se realiza a través de tres mecanismos básicos: hidrólisis, oxidación y conjugación.

c. Eliminación La eliminación se hace principalmente por la orina, las heces y el aire expirado ^{(14), (23), (35)}.

d. Mecanismo de Acción: La acción de los carbamatos, como la de los organofosforados, puede ser de acción directa o retardada. ⁽⁷⁾.

Los insecticidas carbámicos son activos inhibidores de la acetilcolinesterasa, pero esta inhibición es sólo transitoria, sólo por algunas horas. Hay que dejar sentado que los fungicidas y herbicidas carbámicos no son inhibidores de las colinesterasas. Este hecho resulta de importancia cuando se efectúa actividades de vigilancia en personas expuestas, pues no corresponde para estos plaguicidas practicar el monitoreo mediante la determinación de la enzima. Además, la pronta recuperación de la actividad colinesterásica que se observa en intoxicaciones por insecticidas carbámicos, pueden inducir a confusión en el manejo clínico de los intoxicados cuando transcurren varias horas entre el inicio del cuadro en el terreno y el momento de la atención médica, en que ya pueden encontrarse niveles normales de la enzima ^{(13), (17), (38)}.

1.5. DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN DE LA INTOXICACIÓN POR PLAGUICIDAS

1.5.1. Diagnóstico.

a. Para los organofosforados.

El diagnóstico inicial es por clínica, en la que se toman en cuenta los antecedentes ocupacionales, y no sólo la ocupación actual sino también sus actividades anteriores, puesto que un paciente que sufre determinadas dolencias puede no estar aún expuesto al medio laboral responsable de su estado actual. Asimismo, se deben considerar los antecedentes no ocupacionales, ya que el trabajador podría haber ingerido un medicamento que haya contribuido a la enfermedad o dedicarse a

algún pasatiempo en sus horas libres que implique la manipulación de un agente dañino ^{(11), (19)}.

Sea o no en el medio ambiente ocupacional el diagnóstico debe basarse en:

- La reconstrucción meticulosa de la historia.
- El conocimiento de la naturaleza y gravedad de la exposición.
- Los signos y síntomas del paciente.
- Los análisis clínicos y de laboratorio que indiquen la importancia de la exposición.

Para el diagnóstico se puede utilizar la **prueba de la atropina**, consiste en administrar al sujeto, cuando no está expuesto a los plaguicidas que inhiben la colinesterasa, una dosis mayor a la normal de atropina, entonces podrán aparecer con rapidez los signos de intoxicación por atropina. Esta prueba debe realizarse con precaución en pacientes con glaucoma ⁽²⁴⁾.

Para el diagnóstico por laboratorio tenemos:

- Determinación de la actividad de la colinesterasa en la sangre.
- Determinación del compuesto organofosforado o de sus metabolitos en los materiales biológicos (orina y sangre).

En la determinación de la colinesterasa sanguínea, tan pronto se detectan cifras inferiores al valor normal se debe separar al trabajador hasta pasado un mes, fecha en que se repetirá la prueba de colinesterasa ⁽²⁵⁾. El método más efectivo y práctico para evaluar la exposición a los insecticidas organofosforados es la determinación de la colinesterasa en sangre. Es de validez universal para todos los plaguicidas organofosforados y refleja no sólo el nivel de exposición sino también la intensidad de los efectos biológicos. La medición de la actividad de la colinesterasa se realiza en con sangre entera y en el suero ⁽⁴⁾. También hay pruebas a base de estuches colorimétricos o de papeles indicadores. Siempre que se requiere una valorización más precisa se debe utilizar métodos basados en principios espectrofotométricos o de medición del pH. La sangre contiene

dos clases de colinesterasa, la eritrocítica o auténtica llamada acetilcolinesterasa que se encuentra en el tejido nervioso (neuronas), y en la cubierta de los eritrocitos y la colinesterasa plasmática, pseudocolinesterasa o butirilcolinesterasa que es sintetizada por el hígado y está presente en el suero. La determinación de esta enzima ha sido usada para valorar la función del hígado y monitorear la exposición a insecticidas organofosforados. La actividad de esta enzima está deprimida en la intoxicación por insecticidas organofosforados, en hepatitis aguda, hepatitis metastásica y cirrosis hepática o alcohólica ^{(4), (6), (27)}.

En la determinación del compuesto organofosforado o de sus metabolitos en los materiales biológicos (orina y sangre), para el caso de la intoxicación por paratión aproximadamente el 70% de este plaguicida absorbido se excreta por la orina en forma de su metabolito el P-nitrofenol; mientras que en el caso del fenitrotión se excreta por orina alrededor del 50-70% en forma de P-Nitro-M-cresol. La determinación de tales sustancias se puede usar como prueba para valorar la exposición.

Diagnóstico diferencial:

- ***En la intoxicación aguda*** deben excluirse otras causas de manifestaciones clínicas similares como enfermedades respiratorias, enfermedades diarreicas agudas y afecciones del sistema nervioso central y cardiovascular. Desde el punto de vista del diagnóstico son indicadores importantes, la inhibición de la actividad de la colinesterasa sanguínea y los antecedentes de exposición a plaguicidas organofosforados.
- ***El diagnóstico de la enfermedad crónica*** es muy difícil. Si se han excluido otras causas como explicación de la deficiente salud, puede tomarse como factor causal la existencia de un nivel alto y persistente de exposición a plaguicidas organofosforados ^{(4), (16), (27)}.

b. Para los carbamatos.

El diagnóstico se basa ante todo en la clínica y en la determinación de la colinesterasa, aunque ésta debe realizarse de inmediato pues se reactiva rápidamente luego de una intoxicación. La historia clínica y la aparición de síntomas característicos nos orientarán hacia el diagnóstico ^{(4), (23)}

1.5.2. Prevención.

En primer lugar pasamos a dar una serie de recomendaciones generales, para luego referirnos a consideraciones más específicas para lograr una protección efectiva contra los plaguicidas, sean organofosforados o carbamatos.

a. Consideraciones generales.

La FAO ha preparado un código de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas, basado en normas técnicas internacionalmente aceptadas. Este código fue adoptado en noviembre de 1985 y en él se enuncian las responsabilidades y se establecen normas de conducta de carácter voluntario para los diferentes sectores de la sociedad (en particular los gobiernos y las industrias), a fin de reducir los riesgos derivados de la introducción, distribución y el empleo de plaguicidas. También se define en el código las condiciones en que puedan utilizarse eficazmente los diferentes plaguicidas reduciendo por otra parte al mínimo los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El uso incorrecto de los plaguicidas se debe muchas veces a la ignorancia, que sólo puede combatirse mediante la formación y el adiestramiento. Esta labor educativa puede abordarse de diversos modos formando y adiestrando a los trabajadores sanitarios y agrícolas con funciones de responsabilidad en sus respectivas comunidades, organizando programas y emisiones de radio, o recurriendo a grupos o cooperativas de agricultores, a minoristas o a otras personas con puestos importantes en la comunidad. De momento la etiqueta constituye el medio más práctico y sencillo

de facilitar información, sin embargo, las etiquetas exigidas actualmente por muchos servicios oficiales de registro contienen tantos detalles que resultan a menudo incomprensibles. Por consiguiente, suele ser sumamente útil expresar el peligro potencial mediante una segunda etiqueta en la que el color indique claramente la clase de riesgo y en un sencillo dibujo las precauciones que haya que tomar. Las calaveras y las tibias cruzadas deben ser el símbolo reservado para las formulaciones de las clases muy tóxico o tóxico según proceda. La cruz de San Andrés figurará con la palabra peligroso y otro textualmente se designará con la palabra precaución⁽³⁰⁾.

b. **Consideraciones específicas durante la utilización** ^{(26), (32), (35)}.

Las medidas esenciales de prevención son las siguientes:

- **Durante el almacenamiento:** Conservar los productos con su embalaje de origen, en locales cerrados con llave, lejos de todo alimento. Estos locales han de ser frescos y ventilados para evitar la acumulación de vapores.
- **Durante el empleo:**
 - Los usuarios deben llevar ropas de trabajo adecuadas, guantes impermeables y gafas de protección y evitar la inhalación (mascarillas) de vapores, el contacto de los productos con la piel y cualquier ingestión.
 - En caso de contaminación de la piel hay que lavarla inmediatamente con agua y jabón.
 - Cambiar de ropa de trabajo si se ha contaminado.
 - No se manipularán los productos a contravientos.
 - Estará prohibido fumar.
 - Se establecerá una rotación con el fin de que los obreros no efectúen los tratamientos durante más de media jornada.
- **Después de la aplicación:**
 - Se vaciarán y limpiarán los aparatos en el mismo lugar de trabajo.

- No se tirarán los productos reducibles en las cunetas de las carreteras, en charcas o ríos; por el contrario, se enterrarán lejos de puentes y de pozos.
- Se destruirán o internarán los embalajes vacíos.
- Se lavará la ropa de trabajo.
- Es obligatorio lavarse las manos y la cara antes de comenzar a ingerir cualquier alimento.

Se tendrá especial énfasis en distintos Equipos de protección personal, estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Protección de la cabeza:** Protección del cabello: un gorro que puede evitar que el polvo se deposite sobre la cabeza con la consiguiente exposición del cuero cabelludo.
- **Protección de los oídos:** Se utilizan tapaorejas o tapones desechables para los oídos en el curso de operaciones ruidosas que no permitan reducir el ruido a un nivel aceptable.
- **Protección de la cara y los ojos:** Capucha o caretas, espejuelos o gafas de seguridad para evitar las salpicaduras.
- **Equipo respiratorio:** Se utilizan mascarar desechables contra polvos.
- **Protección de manos, pies y piernas:** Guantes y guanteles de cuero, botas de gomas o caucho de seguridad.
- **Ropa protectora:** Se han de poner ropas protectoras limpias de caucho natural consistentes en un delantal de cuerpo entero, una gorra o sombrero y guantes. Lleven gafas de seguridad y cuando estén trabajando con líquidos, una protección de plástico que les cubra la cara completamente. Lleven un respirador y cambien el filtro dos veces al día o más frecuentemente si se hace difícil la respiración. Cambien el cartucho después de ocho horas de uso o cuando puedan detectar el olor de los fosfatos orgánicos. Retire el filtro, el cartucho y laven la pieza facial con agua caliente y jabón, la enjuaguen y la sequen después de cada jornada de uso.

1.6. EFECTOS NOCIVOS DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE EL AMBIENTE

(5), (35), (29), (30).

Los efectos nocivos de los plaguicidas sobre el ambiente se agrupan en:

1.6.1. Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano.

En el ambiente cercano el lugar donde se aplican causan la contaminación inmediata del ambiente abiótico (suelos, aguas superficiales y subterráneas y aire) y sobre el ambiente biótico (muerte de organismos a los que no se deseaba afectar, como los insectos que son enemigos naturales de las plagas). En el corto plazo, los plaguicidas afectan el equilibrio fisiológico de todos los organismos expuestos a ellos, incluidos los seres humanos.

1.6.2. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano.

Cuando los plaguicidas son persistentes, con cada aplicación, además del daño inmediato, se agregan al ambiente nuevos contaminantes que requerirán años para degradarse. Cuando el surgimiento de especies resistentes y las alteraciones ecológicas (incluidas las agronómicas) causan cambios en el uso del suelo, surgen problemas adicionales, entre ellos, la transferencia acelerada y continua de residuos de estos plaguicidas a la cadena trófica y, por lo tanto, la exposición crónica de la población que consume de esta forma los alimentos contaminados. Otro efecto a largo plazo en el ambiente cercano es el desarrollo de resistencia en los organismos plaga y la aparición de nuevas plagas o de plagas secundarias. También puede suceder que los suelos se contaminen de forma irreversible y con ello también el agua de pozos.

1.6.3. Efectos dañinos a largo plazo en el ambiente lejano.

Estos fueron los primeros efectos indeseables que se conocieron de los plaguicidas, puesto que los primeros plaguicidas sintéticos que se usaron ampliamente fueron los organoclorados, que son muy persistentes.

1.6.4. Efectos sobre el ambiente abiótico.

Afectan al *aire*, que es una ruta importante para el transporte y distribución de plaguicidas a sitios distantes de aquél en donde se aplicaron. Los residuos de plaguicidas pueden encontrarse en el aire en forma de vapor, aerosoles, o asociados con partículas sólidas. También afectan al *agua*; los plaguicidas según sus características químicas, pueden ser degradados parcial o totalmente, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera por volatilización o bioconcentrarse en los organismos de dichos ecosistemas. En el *suelo*, los factores que influyen en el comportamiento y destino de los plaguicidas se clasifican en dependientes del suelo (tipo de suelo, humedad, pH, temperatura, capacidad de adsorción, etc.) y del plaguicida (naturaleza química y estabilidad ante la degradación química, microbiológica y fotoquímica).

1.6.5. Efectos sobre el ambiente biótico.

Los plaguicidas afectan a los *microorganismos*, así pueden dañar el plancton, con lo que se afecta la base de las redes tróficas acuáticas. También actúan sobre las bacterias nitrificantes y sobre los hongos, con lo cual se altera, transitoria o permanentemente, los procesos esenciales que dependen de estos organismos, como la fertilidad de los suelos. Los plaguicidas tienen también efectos nocivos sobre las plantas; así perjudican la germinación de las semillas, el desarrollo vegetativo, la reproducción sexual, la maduración, al igual que el valor alimenticio y la calidad comercial del producto. Los plaguicidas pueden también causar la muerte de los *peces y aves*, lo que altera el equilibrio ecológico, además se ven afectados notablemente los *mamíferos*, pues con frecuencia ocurren envenenamientos accidentales de animales domésticos y silvestres con plaguicidas. Pueden verse afectados el desarrollo sexual, alteraciones metabólicas y enzimáticas, disminuyen el nivel de actividad física, alteran el SNC, producen teratogénesis, mutagénesis y carcinogénesis.

II. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. POBLACIÓN

La parte experimental de la presente investigación se realizó en la localidad de Carapongo, distrito de Lurigancho - Chosica, departamento de Lima - Perú.

Según lo indicado por los dirigentes la población cuenta con aproximadamente 1000 individuos, todos ellos dedicados a la agricultura y de un bajo nivel socio – cultural y con pocos recursos económicos, lo cual se pudo constatar por observación y previa encuesta a los agricultores incluidos en el estudio.

Entre los indicadores observados en los agricultores y sus familias se pueden mencionar:

- El bajo nivel cultural de los pobladores, quienes se ven obligados a trabajar a temprana edad descuidando su educación. La mayoría de ellos sólo tiene estudios primarios.
- Precariedad de las viviendas en las que viven que apenas cuentan con servicio de luz en algunos casos, no existiendo servicios de agua y desagüe.

2.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

De acuerdo al teorema del Limite Central e Intervalos Confiables se determino un tamaño de muestra de 106 de acuerdo a la siguiente formula: ^{(2), (39)}

$$n = (Z)^2 \times (P) \times (1-P) / (D)^2$$

Donde: n : Tamaño de la muestra

Z : Factor para un nivel de confianza del 95%, valor: 1,96.

P : Proporción poblacional de individuos con niveles de actividad de la colinesterasa sérica disminuidos. Como no se tiene valores anteriormente determinados para la población en estudio se tomara el valor de 0,5 para obtener el mayor tamaño de muestra posible.

(1-P) : Proporción poblacional de individuos con niveles de actividad de colinesterasa sérica normales. El valor sería de 0,5.

D : Precisión elegida para el calculo es de 0,09 (9 %).

Aplicando la formula con los valores anteriores tendremos que $n = 119$.

Luego aplicamos el factor de corrección poblacional para la muestra con la siguiente formula:

$$n' = n / (1 + (n/N))$$

Donde: n' : Tamaño de muestra a considerar.

n : Tamaño de muestra sin corrección.

N : Tamaño de la población.

Aplicando la formula con los valores anteriores tendremos que $n' = 106$.

Se tomaron al azar 109 muestras (3 más que el tamaño de muestra óptimo calculado) de agricultores de ambos sexos para lo cual se tuvo en cuenta los siguientes criterios de selección:

- Individuos mayores de 17 años que declararon haber trabajado con plaguicidas en un periodo no mayor de 14 días antes de la toma de la muestra⁽³¹⁾.
- No se considero mujeres gestantes o en periodo menstrual ni individuos que seguían algún tratamiento farmacológico⁽⁷⁾.

Para el grupo de control se tomo 25 muestras de sangre de individuos de ambos sexos mayores de 17 años aparentemente sanos no expuestas a los plaguicidas con labores diferentes a las agrícolas (amas de casa, conductores, obreros, entre otros) de una zona cercana a la zona de estudios (Vitarte).

Se tomaron al azar 300 muestras de productos agrícolas, (coliflor, tomate, apio, lechuga y maracuyá) 150 muestras antes de la cosecha (30 de cada

espécimen antes mencionado) y 150 después de la cosecha y antes de su distribución a los mercados (30 de cada espécimen antes mencionado).

2.3. METODOLOGÍA EMPLEADA

2.3.1. Toma de muestras biológicas en agricultores

Las muestras sanguíneas del grupo de 109 agricultores expuestos a los plaguicidas y del grupo no expuesto (grupo control) fueron obtenidas mediante punción venosa del antebrazo entre los meses de abril y mayo del 2001; Las muestras del grupo en estudio fueron tomadas en 5 sesiones (días) y las del grupo de control en una sola sesión. De cada persona se extrajo 5 mililitros de sangre sin anticoagulante previa asepsia. Todas las muestras recolectadas fueron rotuladas y trasladadas en condiciones de temperatura controlada para una mejor conservación de la enzima (Temperatura de 2 a 5 °C en un envase de tecnopor) al laboratorio del Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, para ser centrifugadas a 2500 revoluciones por minuto (r.p.m.) por 10 minutos, así se obtuvo el suero, el cual se etiquetó y refrigeró de 2 a 5 °C para su posterior análisis. Las lecturas espectrofotométricas y determinación del nivel de actividad de la colinesterasa de las muestras de suero se llevaron a cabo en un plazo no mayor a las 48 horas posteriores a la toma de la muestra.

2.3.2. Recolección de muestras de hortalizas y frutas

Se tomaron muestras de maracuyá, apio, coliflor, tomate y lechuga provenientes de los campos de cultivo de la Localidad de Carapongo entre los meses de mayo y junio del 2001, en varias sesiones (días). Las muestras, tanto antes de la cosecha (al día siguiente de la última fumigación antes de la cosecha) como después de la cosecha y antes de la distribución a los mercados, fueron obtenidas en forma aleatoria.

Aunque la mayoría de agricultores usan combinaciones de plaguicidas para la fumigación de sus sembríos, para la recolección de muestras se tuvo en cuenta que estos hubiesen sido fumigados por lo menos con uno de los plaguicidas inhibidores de la colinesterasa elegidos para el estudio, para lo cual se consulto previamente a los agricultores, encontrándose que el plaguicida más usado, ya sea solo o en combinación, fue el metamidofos (Tamaron 600 SL).

Las muestras pesaban de ½ a 1 kg. aproximadamente, se colectaron de las zonas de cultivo, se colocaron en bolsas de polietileno, se etiquetaron y se transportaron al laboratorio toxicológico donde se refrigeraron a una temperatura de 2 a 5 °C para su posterior análisis en cromatografía de capa fina. Las muestras fueron analizadas en un periodo no mayor a 72 horas después de su recolección.

2.4. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA - MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO (TÉCNICA DE ELLMAN MODIFICADO).

2.4.1. Fundamento ^{(10), (27)}.

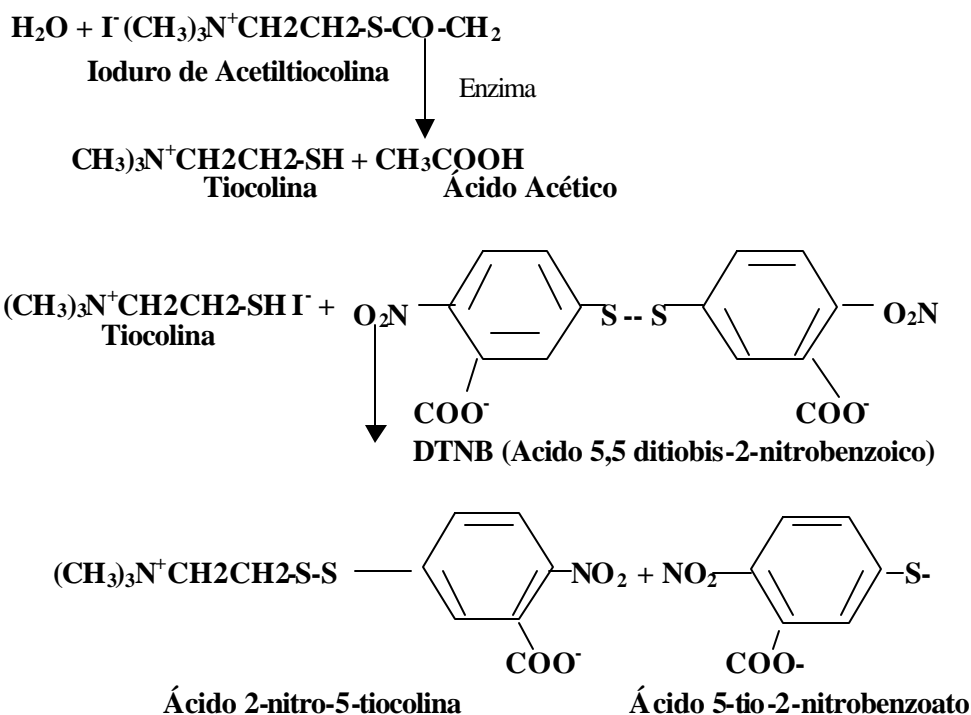
La enzima colinesterasa cataliza la hidrólisis de ésteres de colina, tal como la s-butiltiocolina, con máxima actividad a pH 7,7. Como sustrato se emplea el yoduro de acetiltiocolina que es escindido muy fácilmente por acción de la colinesterasa del plasma a tiocolina. La tiocolina liberada reacciona con el ácido 5,5 ditiobis - 2 - nitrobenzoico (DTNB) produciendo un compuesto de color amarillo, el ditiobisnitrobenzoato, el cual en medio alcalino genera compuestos resonantes de color amarillo (FIGURA N° 03).

Hay que señalar que la acetilcolinesterasa de los eritrocitos, que es liberada ya en una hemólisis ligera, en este caso no interfiere.

La velocidad de aparición de la coloración es proporcional a la actividad enzimática y se mide a 405 nm a una temperatura fija de 25 °C.

Figura N° 03

Reacción de Fundamento para la Cuantificación de la Colinesterasa Sérica ⁽²⁷⁾



2.4.2. *Materiales:*

- Agujas descartables de # 20 x 1 ½
- Balanza analítica digital OHAUS.
- Baño Maria.
- Beaker de 10 mL, marca PYREX.
- Botella de vidrio 200 mL con tapón atornilla ble.
- Caja Tecnopor.
- Centrifuga Clay Adams, modelo DYNAC, N° serie: 148185.
- Celdas de plástico cuadradas de 10mm de longitud de paso de luz (ancho), Glass Quartz, marca Cole Parmer, capacidad 3,5 mL.
- Cronómetro.
- Erlenmeyer de 10 y 200 mL, marca PYREX.

- Espectrofotómetro Milton Rey Spectronic 601 – 220V, N° serie: 3M15039003.
- Etanol 98°.
- Fiolas de 10, 100, 200 mL, marca PYREX.
- Gradillas para tubos de ensayo.
- Micropipetas automáticas de 20 y 50 mL.
- Ligaduras de goma.
- Papel absorbente.
- Pipetas de 5 mL.
- Puntas amarillas para micropipetas.
- Refrigerador.
- Termómetro.
- Tubos de ensayo, marca PYREX.
- Viales aproximadamente de 5 mL.

2.4.3. **Reactivos:**

- ácido ditiobisnitrobenzoico DTNB 0,25 mM, pH final 7,7. (5,5 Dithiobis (2 - Nitrobenzoil acid)) SIGMA, lote 29H0951, fw. 396,3.
- Ioduro de acetiltiocolina 0,075 M, SIGMA, lote 1941067, fw. 286,2.
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ al 99,5%, $M=177,99 \text{ g/mol.}$, Merck,
- KH_2PO_4 al 99,7%, Fisher Chemicals.

2.4.4. **Preparación de los reactivos:**

a. Buffer fosfato 0.1 M. pH 8.0:

- Tomar 55,85 mL de solución $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (17.800 g % p/v en agua).
- Tomar 44,15 mL de solución KH_2PO_4 (9.073 g % p/v en agua).
- Mezclar ambas soluciones.

b. Buffer fosfato 0.1 M. pH 7.0:

- Tomar 61,2 mL de solución $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (17.800 g % p/v en agua).
- Tomar 38,8 mL de solución KH_2PO_4 (9.073 g % p/v en agua).
- Mezclar ambas soluciones.

c. Sustrato yoduro de acetilcolina 0,075 M:

- Yoduro de acetilcolina 217 mg.
- Agua destilada 10 mL.
- Estable a 4 °C durante 15 días.

d. Solución madre de DTNB 10 mM:

- Ácido ditiobisnitrobenzoico (DTNB) 39,6 mg.
- Buffer fosfato 0,1 M. pH 7,0 10 mL.
- Bicarbonato de sodio 15 mg.
- Estable 1 mes a 4 °C.

e. Solución hija de DTNB 0,25 mM:

- Por dilución de la anterior en buffer fosfatos 0,1 M. pH 8,0:
- Solución madre de DTNB 0,2 mL.
- Buffer fosfatos 0,1 M. pH 8,0 c.s.p. 8,0 mL.

2.4.5. Técnica Operatoria ⁽²⁷⁾.

Se procede en 2 tubos de ensayo, uno para la muestra y otro para el blanco, sometidos a baño María para mantener la temperatura a 25 °C:

	PRUEBA	BLANCO
Reactivo DTNB (reactivo e)	3 mL	3 mL
Suero	50 µL	----
Sustrato (reactivo c)	20 µL	20 µL

Se ajusta la absorbancia del espectrofotómetro a cero (automático).

Se mezcla bien por inversión el contenido de los tubos de ensayo.

Se determina la absorbancia a 405 nm cada minuto durante 3 minutos. Se calcula el promedio de los cambios de absorbancia por minuto de la muestra (ΔA_{pm}), es decir hallamos el promedio de las diferencias entre la segunda y primera lectura, y la tercera y segunda lectura, previa corrección de estas (restar la absorbancia de la muestra de la del blanco).

2.4.6. *Cálculos* ^{(27), (40)}:

Tenemos:

$$A_{cm} = (A_m - A_b)$$

ΔA_{pm} = Promedio de los cambios de absorbancia por minuto
(promedio de las diferencias de A_{cm}).

Donde:

A_m : Absorbancia de muestra.

A_b : Absorbancia del blanco.

A_{cm} : Absorbancia corregida de la muestra.

Además la fórmula para el cálculo de la actividad de la colinesterasa sérica en miliunidades por mililitro de muestra ($ActCoSe$ (mU/mL)) es:

$$ActCoSe \text{ (mU/mL)} = \frac{\Delta A_{pm} \times VT \times 10^3}{\epsilon \times LCO \times VM}$$

Donde:

U : Representa la cantidad de enzima que convierte un micromol de sustrato por minuto en condiciones estándares.

ϵ : Absortividad milimolar del 5 - tio - 2 - nitrobenzoato.
Factor calculado para cubetas de sección cuadrada de un cm de paso de luz y cuyo valor a 405 nm es de 13,162.

10^3 : Factor de corrección para pasar de milimol a micromol.

VT : Volumen total de la reacción en mL.

VM : Volumen de muestra sin diluir en mL.

LCO : Longitud de camino óptico (1 cm).

Realizando los cálculos en la formula anterior obtenemos:

$$\text{ActCoSe (mU/mL)} = \Delta\text{Apm} \times 4665$$

Donde:

4665 : Es el factor hallado y con el cual se trabajara para el cálculo de la actividad de la colinesterasa sérica en las muestras tomadas.

2.4.7. *Análisis de resultados.*

Los resultados se expresaran en términos de media y desviación estándar. Se compararan las medias del grupo de agricultores expuesto a los plaguicidas y del grupo de control, se considerara un nivel de significancia de $p < 0,05$ para la prueba t – Student realizada ⁽²⁷⁾.

2.5. ***DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE RESIDUOS DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS Y CARBÁMICOS EN VEGETALES - MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.***

2.5.1. *Fundamento:*

Los organofosforados a separar se desplazan en una dirección predeterminada por medio de un material sólido insoluble inorgánico: Silicagel G 60 (fase estacionaria) y la fase móvil (metanol - acetona - alcohol isopropílico) que migra a través de la superficie de la placa.

La fase móvil arrastra los organofosforados por un proceso de reparto múltiple o uno continuo de absorción - desorción que se da en toda sustancia de mediana o baja polaridad (como el caso de los organofosforados) ⁽³⁾.

2.5.2. *Materiales:*

- Atomizador.
- Balanza analítica sensibilidad 0,1 mg, OHAHUS.
- Bagueta.

- Beaker de 250 mL, marca de PYREX.
- Campana extractora.
- Cámara cromatográfica.
- Capilares de vidrio.
- Embudo de vidrio.
- Fiolas de 25 mL.
- Matraz de vidrio de 250 mL.
- Papel filtro Wathman N1 de 10 x 10 cm.
- Pera de bromo de 250 mL, marca de PYREX.
- Pipetas de 1 y 10 mL.
- Placas cromatográficas de vidrio 20 x 20 cm y 2,5 mm de espesor, revestidas con Silicagel G, MERCK.
- Placas cromatográficas de silicagel G 60 de 20x20cm y 0,25mm de espesor, MERCK.
- Mortero y Pilón.

2.5.3. **Reactivos:**

- Acetona QP, MERCK.
- Ácido Clorhídrico al 37%, MERCK.
- Alcohol isopropílico al 99%, MERCK.
- Azul de bromofenol, SIGMA.
- Dicloruro de paladio al 59%, BDH Laboratorios Reagenst.
- Éter etílico QP, SIGMA.
- Nitrato de plata al 99%, SIGMA.
- N – hexano al 95%, M= 86,18 g/mol., Riedel de Haen
- Metanol, M= 32,04 g/mol., Fisher Chemicals.
- Ácido p - dimetil Aminobenzaldehido QP, MERCK.
- Ácido sulfúrico al 95,97%, M=98,08 g/mol., MERCK.

2.5.4. **Estándares de plaguicidas inhibidores de la colinesterasa.**

- **Metamidofos** (Tamaron 600SL): Concentrado soluble, concentración 600 g/L, importado por Bayer (Alemania), Uso común 800 mL / 200 L de agua.

- **Clorpirifos** (Lorsban): Concentrado emulsionable, concentración 480 g/L, importado por Bayer (Colombia), Uso común 500 mL / 20 L de agua.
- **Dimetoato** (Perfektion): Concentrado soluble, concentración 500 g/L, importado por Basf (Alemania), Uso común 250 – 400 mL / 200 L de agua.
- **Metomilo** (Lannate): Líquido soluble, concentración 240 g/L, importado por Farmagro (U.S.A.), Uso común 550 mL / 100 L de agua.

2.5.5. *Preparación de reveladores* ⁽³⁾.

a. *Dicloruro de paladio:*

Pesar 250 miligramos de cloruro de paladio, colocar dicho peso en una fiola de 50 mL y enrasarlo con agua destilada. Agregar II - III gotas de HCl concentrado, agitar y disolverlo a fuego lento.

b. *Azul de bromofenol:*

Pesar 0,05 gramos de azul de bromofenol, disolverlo con 10 mL de acetona llevar a un volumen de 100 mL con una solución de nitrato de plata 1 % p/v en una mezcla de agua:acetona (3:1).

c. *PABA:*

Pesar 1 gramo de ácido p - dimetil Aminobenzaldehido y llevar a un volumen de 100 mL con una dilución de ácido Sulfúrico (4,2 mL de ácido sulfúrico en 100 mL de agua destilada).

2.5.6. *Preparación de estándares de plaguicidas inhibidores de la colinesterasa*

Medir 1 mL del estándar de plaguicidas inhibidores de la colinesterasa, colocar en un matraz y llevar a 100 mL con metanol. Esta concentración se determino de un aproximado de la cantidad de plaguicidas usados por los agricultores sometidos al presente estudio.

2.5.7. *Método operatorio* ^{(3), (41)}.

a. *Preparación de la muestra:* Pesar aproximadamente 150 gramos de la muestra del vegetal a analizar, colocar en el mortero y triturar con ayuda del pilón. Luego pesar aproximadamente 50 gramos de muestra pulverizada y colocar en un matraz de 250 mL. Adicionar al matraz una mezcla de 50 mL de Nhexano : Acetona (1:1) agitar por 30 minutos. Dejar reposar por 15 minutos. Filtrar en un beaker con la ayuda de un embudo de vidrio y papel filtro.

b. *Extracción y concentración de la muestra:* Tomar 30 mL del filtrado, colocarlo en una pera de bromo de 250 mL, agregar 12,5 mL de éter etílico, agitar por 5 minutos y descartar la fase acuosa. Colocar la fase orgánica en un vial y evaporar a sequedad a medio ambiente o dentro de la cámara extractora. El residuo obtenido será disuelto en 0,5 - 1 mL de metanol para realizar el análisis de identificación de plaguicidas por cromatografía de capa fina (FIGURA N° 04).

c. *Realización de cromatografía:* Utilizar placas de silicagel G60 Merck y placas cromatográficas de vidrio revestidas con Silicagel G como fase estacionaria y 100 mL de una mezcla de alcohol isopropílico : acetona : metanol (5:3:2) como fase móvil.

Aplicar, con ayuda de capilares de vidrio, las 4 muestras y las 4 diluciones de los estándares (metamidofos, clorpirifos, dimetoato y metomilo, en ese orden) haciendo un total de 8 puntos de aplicación sobre la placa, todos espaciados aproximadamente 2 cm entre si. Para la muestra realizar 8 aplicaciones, y para las diluciones de los estándares 5 aplicaciones.

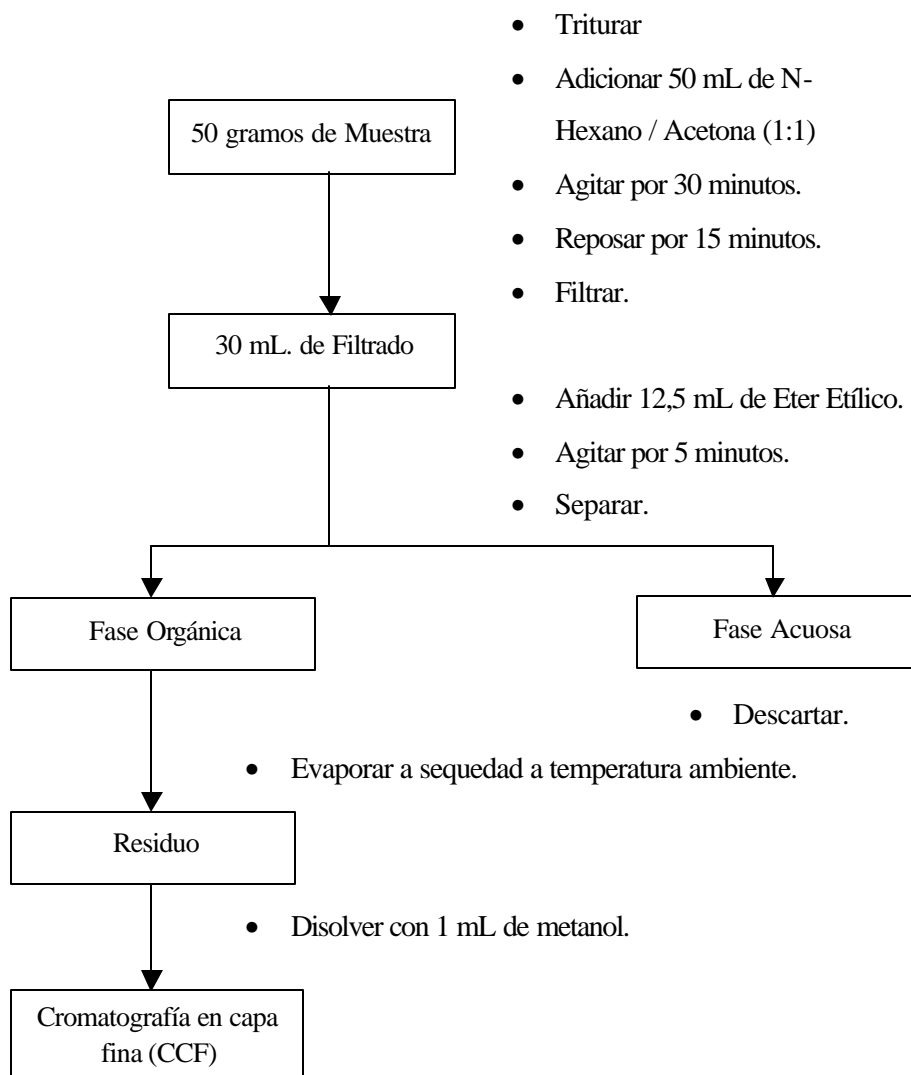
Colocar la placa dentro de la cámara cromatográfica de manera inclinada y dejar correr hasta un frente de solvente aproximadamente de 3/4 partes (15 cm) de la placa cromatográfica.

Luego retirar la placa de la cámara cromatográfica y atomizar sobre ella los reactivos reveladores, se observaran claramente manchas, diferenciadas tanto para los diferentes estándares, como

para las muestras sembradas (en caso de ser positivas) (CUADRO N° 04).

Figura N° 04

Flujograma de Método Operatorio



Fuente: Directa.

Cuadro N° 04**Cuadro de resultados Cromatográficos** ^{(3), (41)}

<i>Plaguicida</i>	<i>Forma</i>	<i>Coloración con Revelador</i>		
		<i>Azul de Bromo Fenol</i>	<i>Dicloruro de Paladio</i>	<i>Ácido p - dimetil Aminobenzaldehido</i>
Clorpirifos	Redonda	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo limón fosforescente. • Amarillo verdoso. • Verde fosforescente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo tenue o blanco. 	
Dimetoato	Redonda	<ul style="list-style-type: none"> • Azul. 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo. 	
Metamidofos	Redonda	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo anaranjado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo anaranjado. 	
Metomilo	Redonda			<ul style="list-style-type: none"> • Azul oscuro.

2.5.8. Análisis de resultados.

Los resultados se expresaran en términos de presencia o ausencia de los residuos de plaguicidas en las muestras de vegetales analizados. Se compararan las manchas obtenidas para las muestras con las obtenidas para los estándares de plaguicidas usados (metamidofos, clorpirifos, dimetoato y metomilo).

III. RESULTADOS

3.1. DE ACUERDO AL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS COMPARATIVOS DE LA ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA DEL GRUPO DE CONTROL Y DEL GRUPO DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Abril – Mayo del 2001.

Número de muestras: 134.

<i>Parámetros</i>	<i>Grupo</i>	
	<i>Expuesto</i>	<i>Control</i>
Número de muestras	109	25
Valor promedio (mU/mL)	1827,18	2263,92
Valor máximo (mU/mL)	2540,09	2771,01
Valor mínimo (mU/mL)	1294,54	1959,30
Desviación estándar	269,99	216,40
Coefficiente de variación (%)	0,148	0,096

Cuadro N° 01

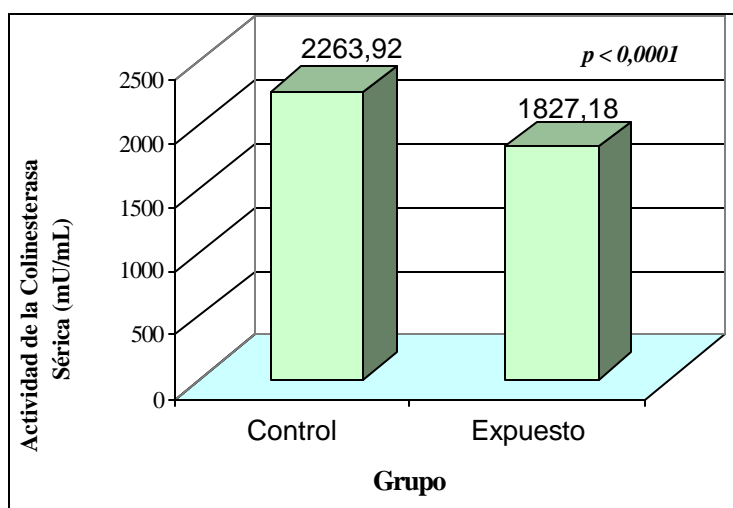


Gráfico N° 01

**DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA
ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES
EXPUESTOS A PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 109.

<i>Intervalos de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
1000 – 1399	2	1,84
1400 – 1799	58	53,21
1800 – 2199	34	31,19
2200 – 2599	15	13,76
2600 – 2999	0	0,00
3000 – 3400	0	0,00
Total	109	100,00

Cuadro N° 02

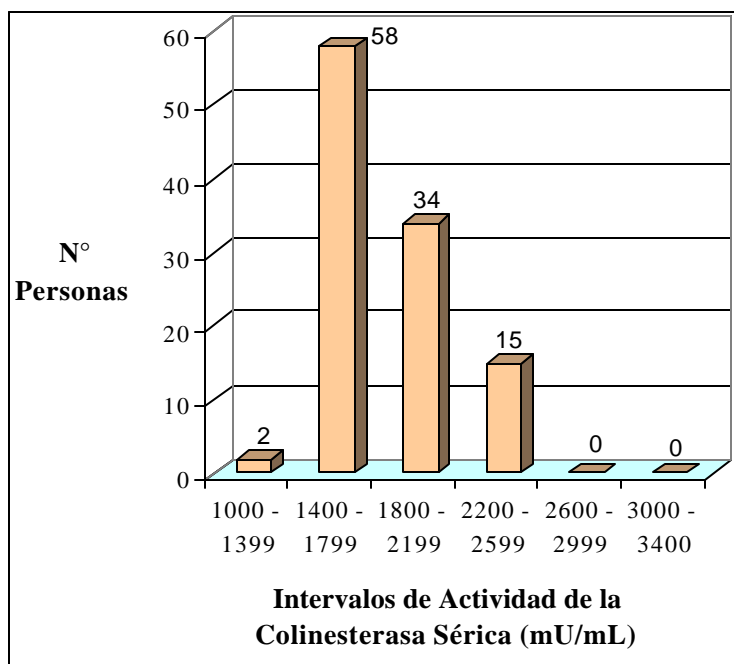


Gráfico N° 02

**DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA
ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA EN INDIVIDUOS DEL
GRUPO NO EXPUESTO A PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 25.

<i>Intervalos de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>	<i>N° Personas</i>	<i>%</i>
1000 – 1399	0	0,00
1400 – 1799	0	0,00
1800 – 2199	9	36,00
2200 – 2599	14	56,00
2600 – 2999	2	8,00
3000 – 3400	0	0,00
Total	25	100,00

Cuadro N° 03

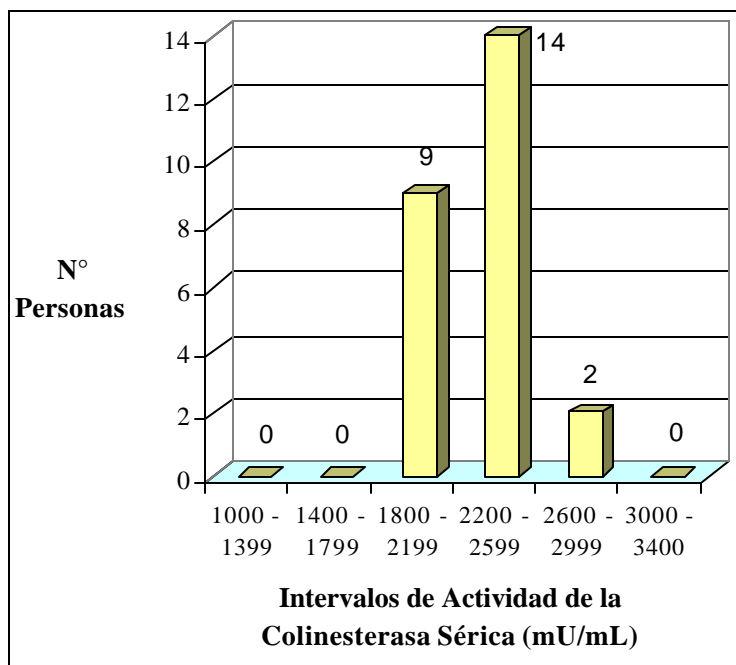


Gráfico N° 03

**DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS DE
ACUERDO A LA NORMALIDAD DE SUS NIVELES DE ACTIVIDAD DE LA
COLINESTERASA SÉRICA**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 109

<i>Nivel de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Disminuido (1000– 1799 mU/mL)	60	55,05
Normal (1800 – 3600 mU/mL)	49	44,95
Total	109	100,00

Cuadro N° 04

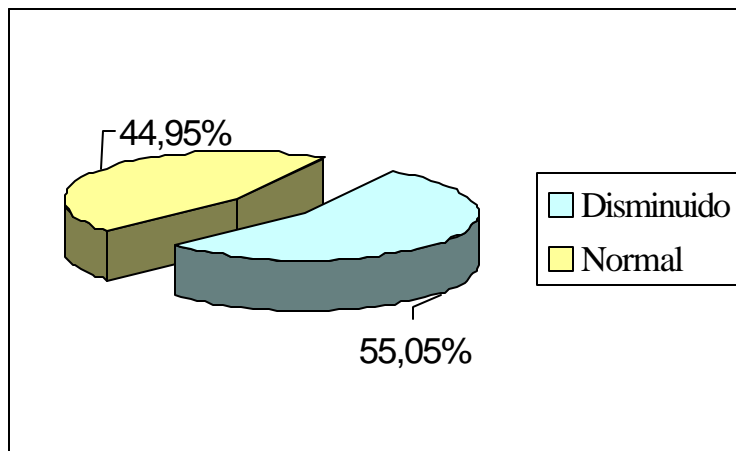


Gráfico N° 04

3.2. DE ACUERDO AL ANÁLISIS CUALITATIVO DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS INHIBIDORES DE LA COLINESTERASA SÉRICA.

DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS, SEGÚN LA MUESTRA VEGETAL ANALIZADA, EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS ANTES DE LA COSECHA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 150.

<i>Plaguicida hallado</i>	<i>Muestra Vegetal Analizada</i>									
	<i>Apio</i>		<i>Lechuga</i>		<i>Coliflor</i>		<i>Tomate</i>		<i>Maracuyá</i>	
	<i>F *</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
Metamidofos	9	30,00	8	26,67	7	23,33	7	23,33	6	20,00
Clorpirifos	6	20,00	3	10,00	5	16,67	3	10,00	6	20,00
Metomilo	5	16,67	5	16,67	4	13,33	5	16,67	3	10,00
Dimetoato	1	3,33	2	6,67	1	3,33	3	10,00	6	20,00
Metamidofos / Metomilo	2	6,67	3	10,00	6	20,00	6	20,00	0	0,00
Dimetoato / Metomilo	1	3,33	2	6,67	3	10,00	2	6,67	2	6,67
Metamidofos / Clorpirifos	5	16,67	4	13,32	2	6,67	3	10,00	4	13,33
Metamidofos / Dimetoato	1	3,33	3	10,00	2	6,67	1	3,33	3	10,00
<i>Total casos positivos:</i>	30	100,00	30	100,00	30	100,00	30	100,00	30	100,00

Cuadro N° 05

*: Frecuencia.

DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS, SEGÚN EL PLAGUICIDA, EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS ANTES DE LA COSECHA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 150.

<i>Tipo de Plaguicida Encontrado</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Metamidofos	37	24,67
Clorpirifos	23	15,33
Metomilo	22	14,67
Dimetoato	13	8,67
Metamidofos / Metomilo	17	11,33
Dimetoato / Metomilo	10	6,67
Metamidofos / Clorpirifos	18	11,99
Metamidofos / Dimetoato	10	6,67
Total	150	100,00

Cuadro N° 06

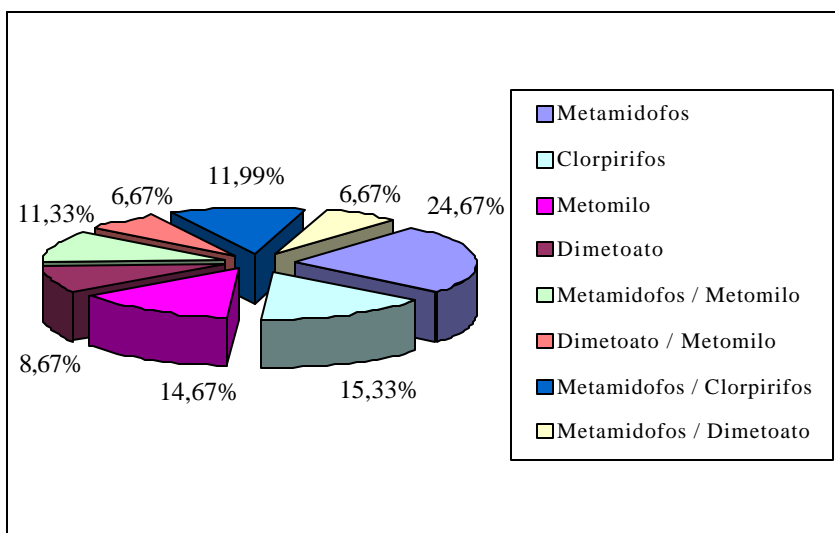


Gráfico N° 05

**DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRESENCIA DE
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS, SEGÚN LA MUESTRA VEGETAL
ANALIZADA, EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS DESPUÉS DE LA
COSECHA Y ANTES DE LA DISTRIBUCIÓN A LOS MERCADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 150.

<i>Plaguicida hallado</i>	<i>Muestra Vegetal Analizada</i>									
	<i>Apio</i>		<i>Lechuga</i>		<i>Coliflor</i>		<i>Tomate</i>		<i>Maracuyá</i>	
	<i>F *</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>	<i>F</i>	<i>%</i>
Metamidofos	6	37,50	5	31,25	4	26,67	5	29,41	2	25,00
Clorpirifos	4	25,00	3	18,75	4	26,67	4	23,53	2	25,00
Metomilo	3	18,75	2	12,50	3	20,00	4	23,53	0	0,00
Dimetoato	0	0,00	3	18,75	1	6,67	1	5,88	2	25,00
Metamidofos / Metomilo	1	6,25	1	6,25	2	13,33	2	11,76	0	0,00
Dimetoato / Metomilo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Metamidofos / Clorpirifos	2	12,50	2	12,50	1	6,67	1	5,88	1	12,50
Metamidofos / Dimetoato	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	12,50
<i>Total casos positivos:</i>	16	100,00	16	100,00	15	100,00	17	100,00	8	100,00

Cuadro N° 07

*: Frecuencia.

DISTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS, SEGÚN EL PLAGUICIDA, EN CULTIVOS DE VEGETALES Y FRUTAS DESPUÉS DE LA COSECHA Y ANTES DE LA DISTRIBUCIÓN A LOS MERCADOS

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 150.

<i>Tipo de Plaguicida Encontrado</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Metamidofos	22	30,56
Clorpirifos	17	23,61
Metomilo	12	16,67
Dimetoato	7	9,72
Metamidofos / Metomilo	6	8,33
Dimetoato / Metomilo	0	0,00
Metamidofos / Clorpirifos	7	9,72
Metamidofos / Dimetoato	1	1,39
Total	72	100,00

Cuadro N° 08

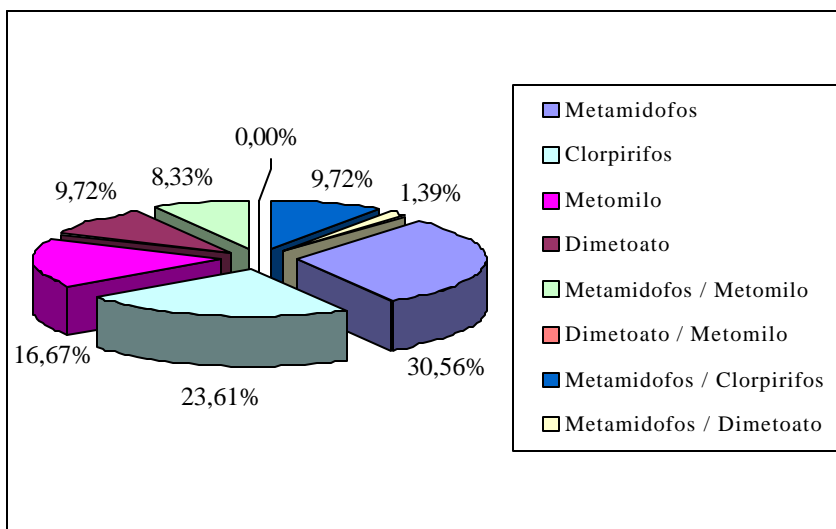


Gráfico N° 06

**PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PLAGUICIDAS INHIBIDORES DE
LA COLINESTERASA EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS DESPUÉS
DE LA COSECHA Y ANTES DE LA DISTRIBUCIÓN A LOS MERCADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 150.

<i>Muestra</i>	<i>Número de muestras</i>	<i>Positivos</i>		<i>Negativos</i>	
		<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>%</i>
Apio	30	16	53,33	14	46,67
Lechuga	30	16	53,33	14	46,67
Coliflor	30	15	50,00	15	50,00
Tomate	30	17	56,67	13	43,33
Maracuyá	30	8	26,67	22	73,33
Total	150	72	48,00	78	52,00

Cuadro N° 09

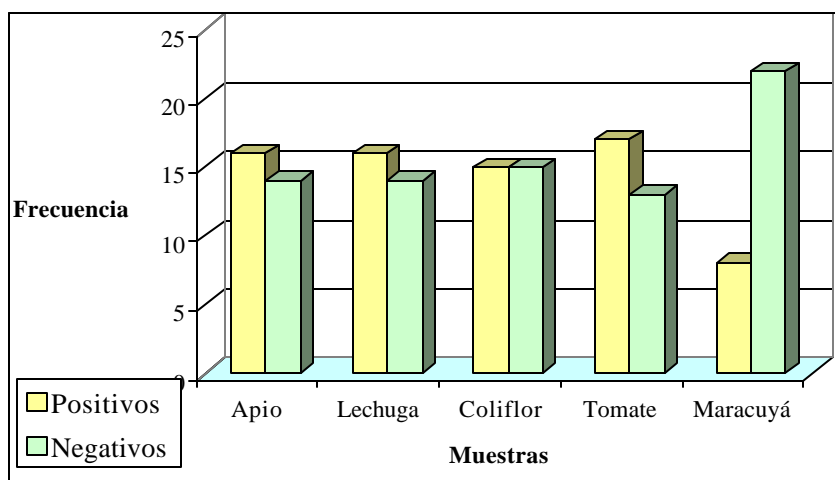


Gráfico N° 07 a

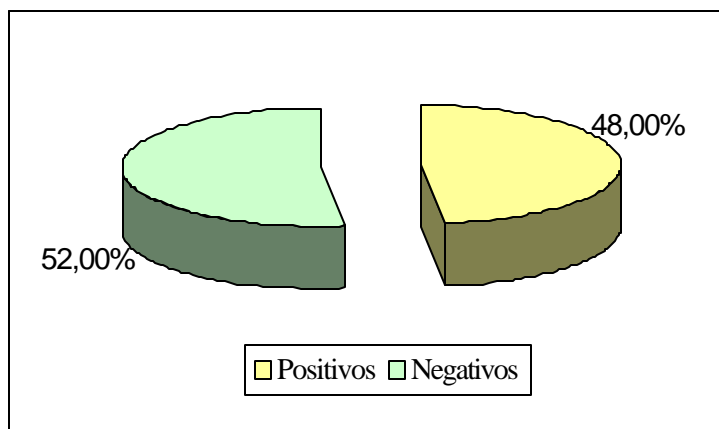


Gráfico N° 07 b

**COMPARACIÓN DE CASOS POSITIVOS DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE
PLAGUICIDAS EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS ANTES DE LA
COSECHA Y DESPUÉS DE LA COSECHA Y ANTES DE SU DISTRIBUCIÓN A
LOS MERCADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Número de muestras: 300.

<i>Muestra</i>	<i>Antes de la cosecha</i>	<i>Después de la cosecha y antes de la distribución al mercado</i>	<i>% Variación (Disminución)</i>
Apio	30	16	46,67
Lechuga	30	16	46,67
Coliflor	30	15	50,00
Tomate	30	17	43,33
Maracuyá	30	8	73,33
Total	150	72	52,00

Cuadro N° 10

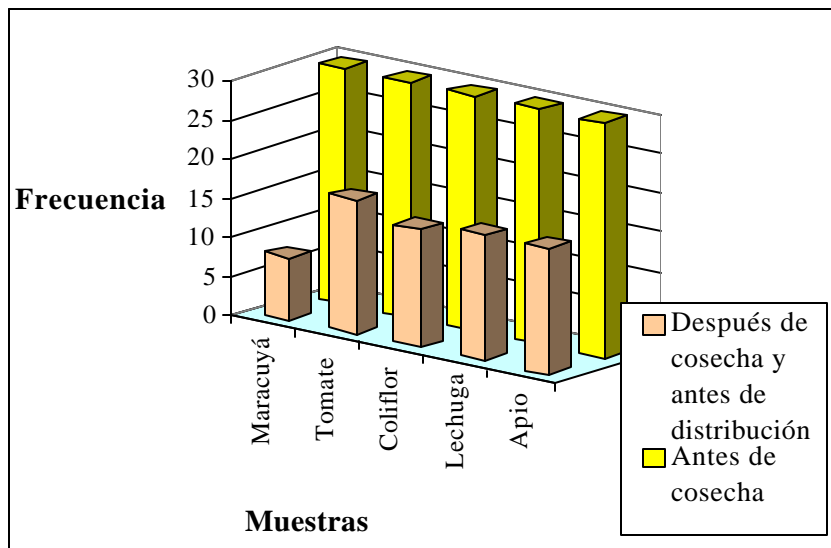


Gráfico N° 08

3.3. DE ACUERDO A LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS.

NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS SEGÚN SEXO

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Abril – Mayo del 2001.

Número de muestras: 109.

Valores normales de Colinesterasa: 1800 – 3600 mU/mL.

<i>Sexo</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel Promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
Hombres	90	82,57	1810,98 +/- 265,43
Mujeres	19	17,43	1903,93 +/- 285,45
Total	109	100,00	

Cuadro N° 11

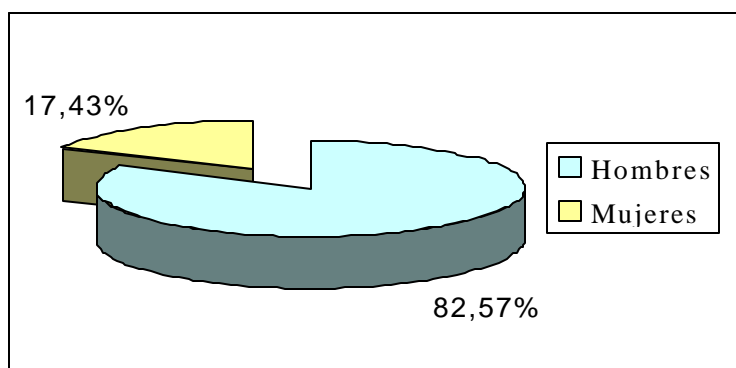


Gráfico N° 09 a

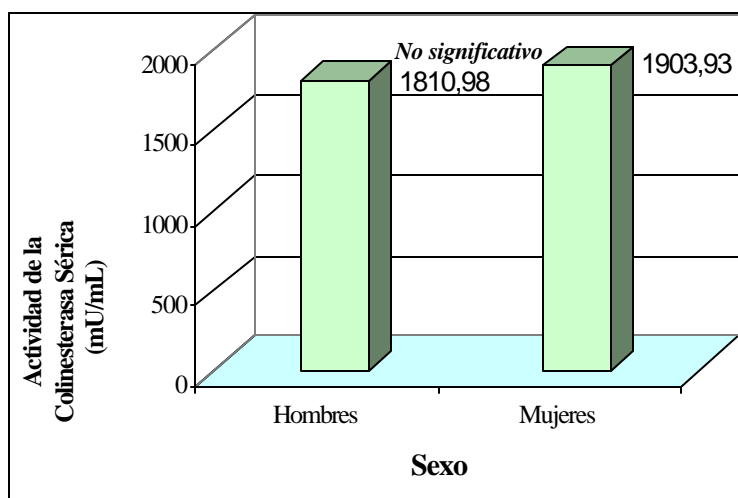


Gráfico N° 09 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN EDAD**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Edad (Años)</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel Promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
10 a 20	11	10,09	1981,78 +/- 263,44
21 a 30	38	34,86	1903,38 +/- 298,83
31 a 40	20	18,35	1916,03 +/- 246,66
41 a 50	23	21,10	1696,94 +/- 195,01
51 a más	17	15,60	1628,50 +/- 105,84
Total	109	100,00	

Cuadro N° 12

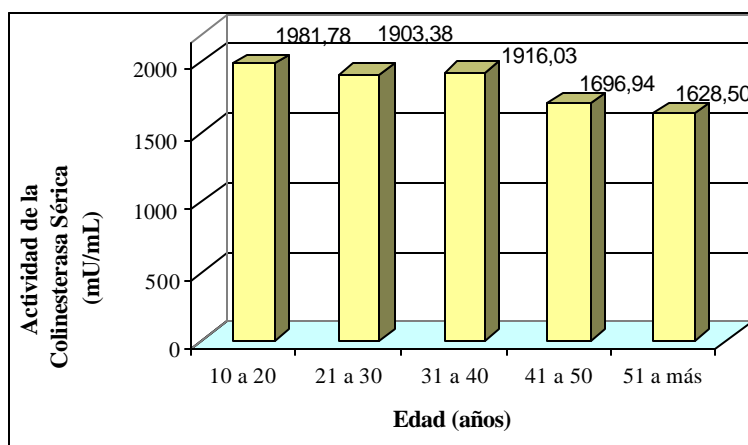


Gráfico N° 10 a

CORRELACIÓN ENTRE EDAD Y ACTIVIDAD DE COLINESTERASA SÉRICA

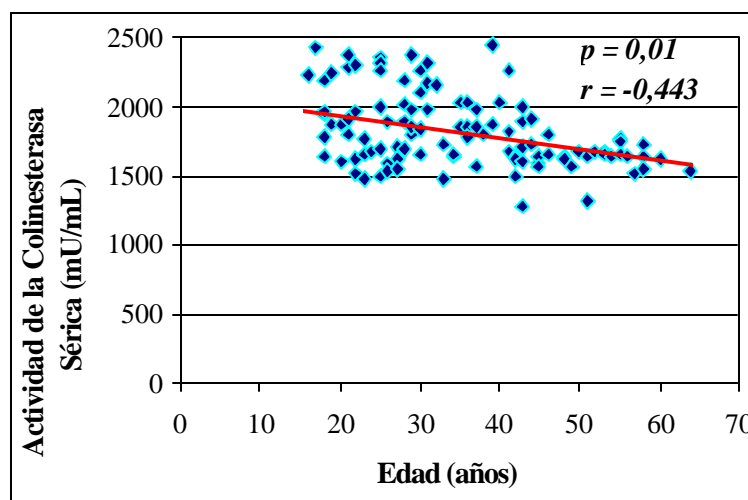


Gráfico N° 10 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN TIEMPO DE OCUPACIÓN**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Tiempo de Ocupación (Años)</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel Promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
≤ 10	35	32,11	1935,51 +/- 297,93
11 a 20	49	44,95	1848,82 +/- 260,62
21 a 30	9	8,26	1643,89 +/- 69,80
31 a 40	13	11,93	1634,01 +/- 118,59
41 a más	3	2,75	1596,99 +/- 57,34
Total	109	100,00	

Cuadro N° 13

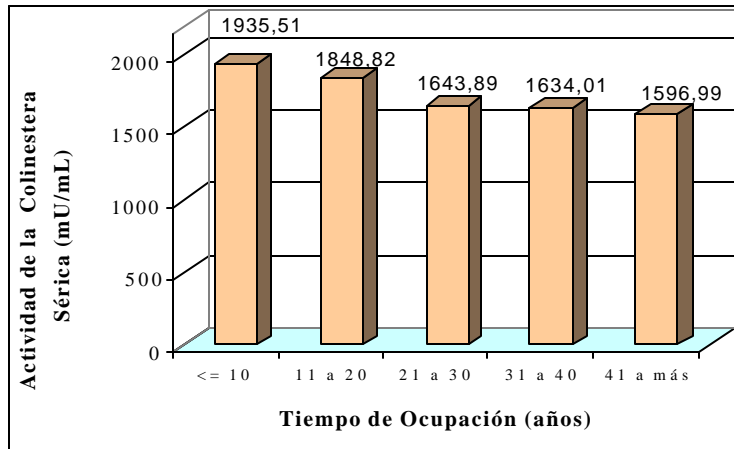


Gráfico N° 11 a

CORRELACIÓN ENTRE TIEMPO DE OCUPACIÓN Y ACTIVIDAD DE COLINESTERASA SÉRICA

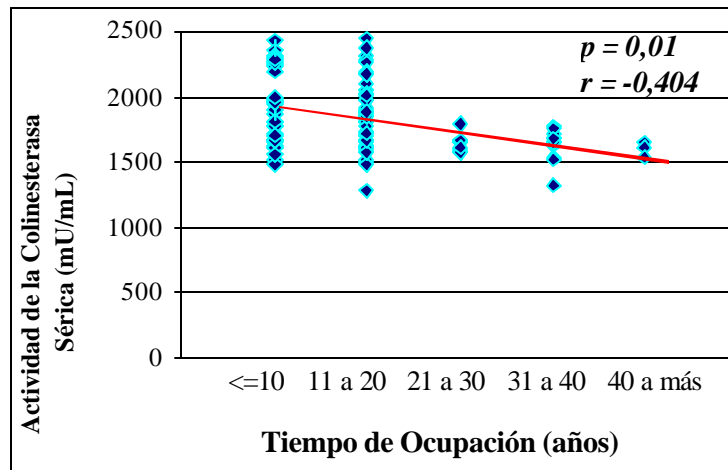


Gráfico N° 11 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN SU GRADO DE INSTRUCCIÓN**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Grado de Instrucción</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
Analfabeto	8	7,34	1627,79 +/- 99,97
Primaria Incompleta	38	34,86	1729,00 +/- 189,52
Primaria Completa	34	31,19	1742,79 +/- 201,27
Secundaria Incompleta	21	19,27	2033,94 +/- 256,90
Secundaria Completa	8	7,34	2308,88 +/- 139,52
Total	109	100,00	

Cuadro N° 14

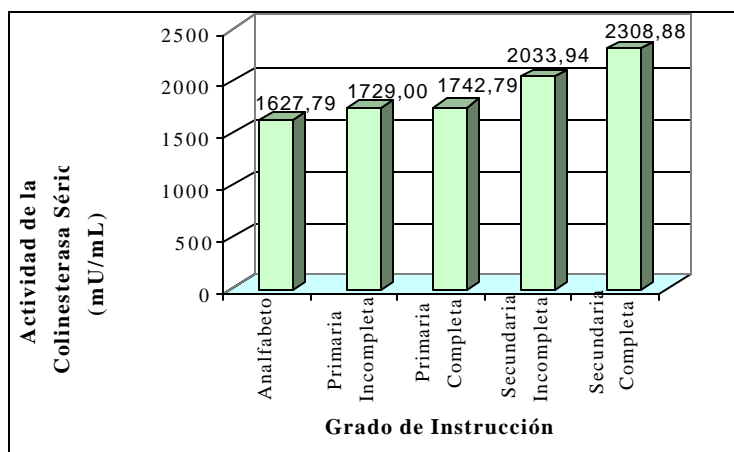


Gráfico N° 12 a

CORRELACIÓN ENTRE GRADO DE INSTRUCCIÓN Y ACTIVIDAD DE COLINESTERASA SÉRICA

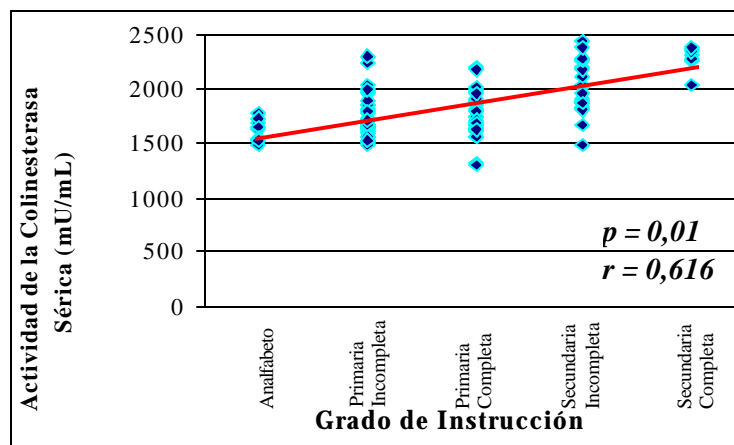


Gráfico N° 12 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN EL USO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL MOMENTO DE
FUMIGAR**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Uso de Medidas de Prevención</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
Adecuado	15	13,76	2267,81 +/- 156,31
Inadecuado	94	86,24	1756,87 +/- 211,33
Total	109	100	

Cuadro N° 15

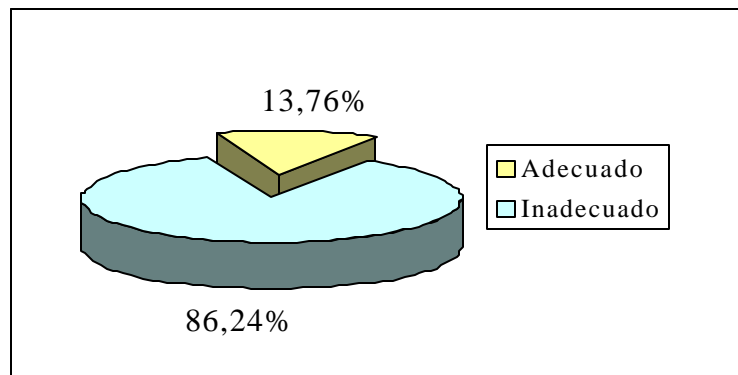


Gráfico N° 13 a

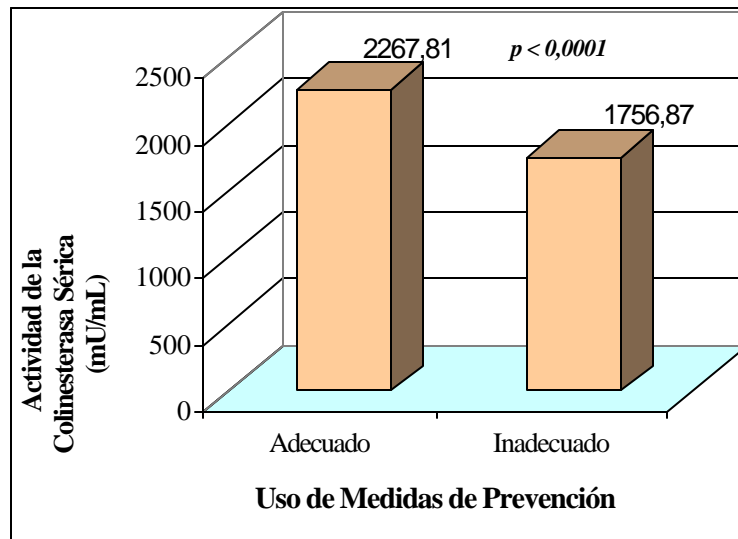


Gráfico N° 13 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN EL LUGAR DE ALMACENAMIENTO DE LOS PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Lugar</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
En la casa	79	72,48	1698,59 +/- 159,90
En deposito fuera de la casa	30	27,52	2165,80 +/- 197,58
Total	109	100,00	

Cuadro N° 16

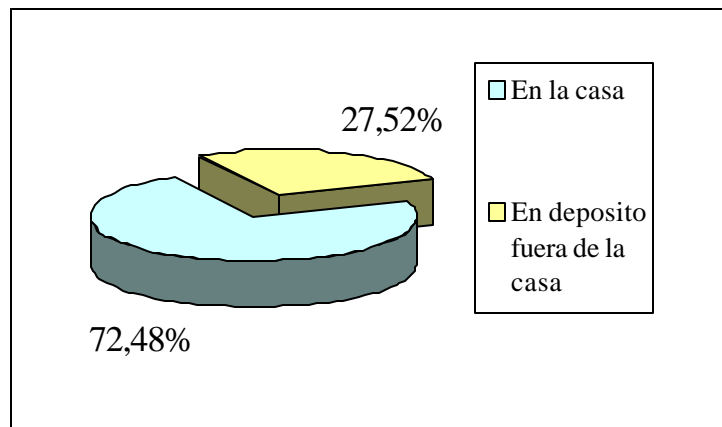


Gráfico N° 14 a

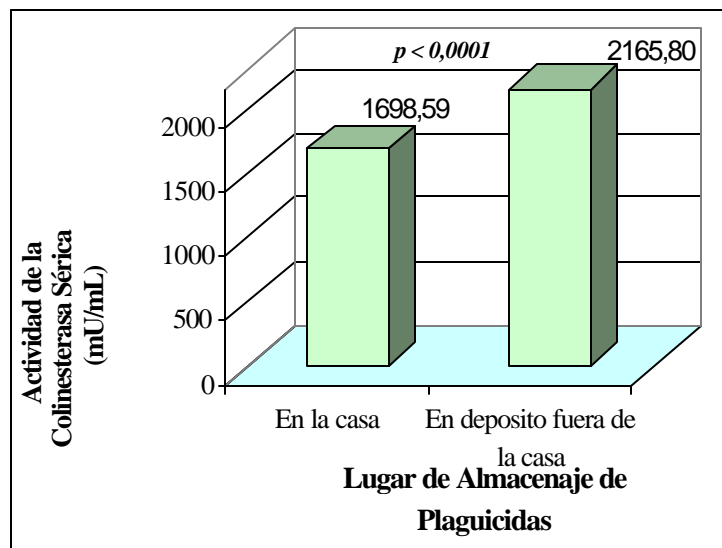


Gráfico N° 14 b

**NIVELES PROMEDIO DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA Y
DISTRIBUCIÓN DE AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN ANTECEDENTES DE INTOXICACIÓN CON PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Antecedente de Intoxicación</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>	<i>Nivel promedio de Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)</i>
Si	26	23,85	1640,64 +/- 193,76
No	83	76,15	1885,62 +/- 264,71
Total	109	100,00	

Cuadro N° 17

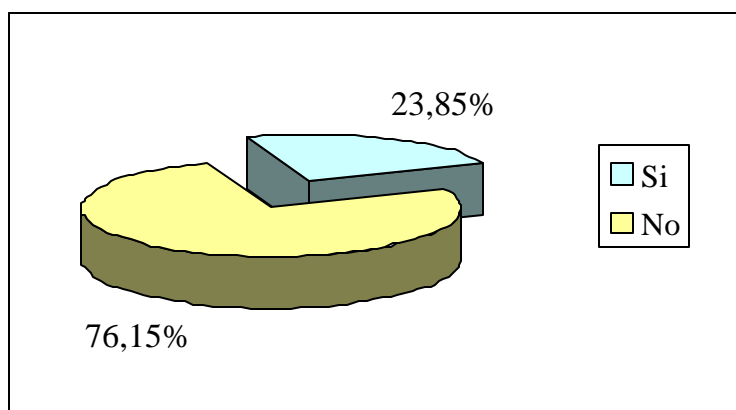


Gráfico N° 15 a

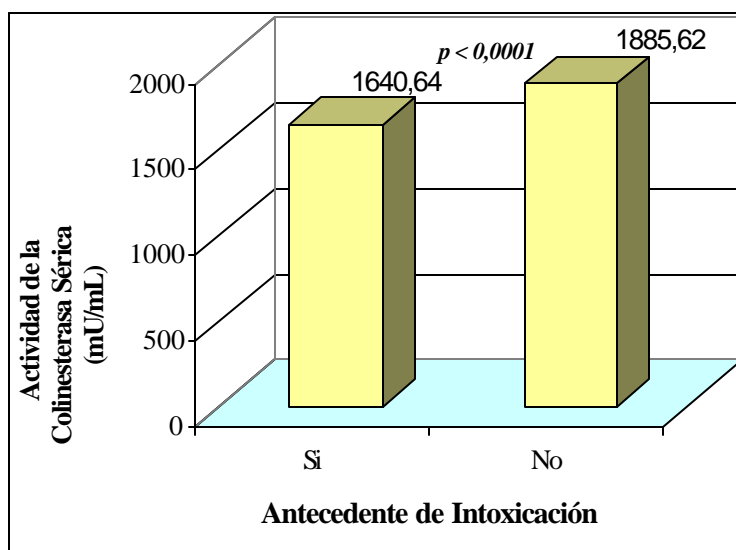


Gráfico N° 15 b

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN LOS SIGNOS Y SÍNTOMAS MUSCARÍNICOS PRESENTADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Signos y Síntomas</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Sudoración	82	75,23
Visión borrosa	68	62,39
Rinorrea	60	55,05
Disnea	49	44,95
Sialorrea	36	33,03
Broncoconstricción	35	32,11
Hiperemia conjuntival	32	29,36
Anorexia	33	30,28
Dolor torácico	33	30,28
Náuseas	31	28,44
Disuria	28	25,69

Cuadro N° 18

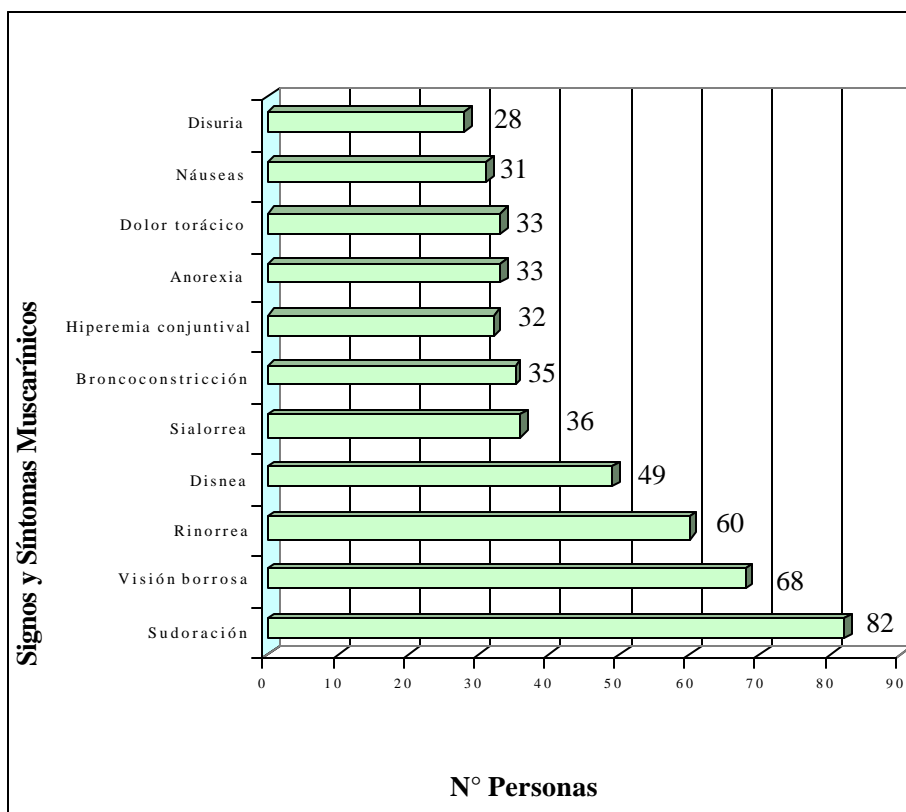


Gráfico N° 16

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN LOS SIGNOS Y SÍNTOMAS NICOTÍNICOS PRESENTADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Signos y Síntomas</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Cefaleas y mialgias	82	75,23
Calambres	67	61,47
Fasciculaciones	57	52,29
Debilidad general	56	51,38
Palidez	49	44,95
Mareos	26	23,85

Cuadro N° 19

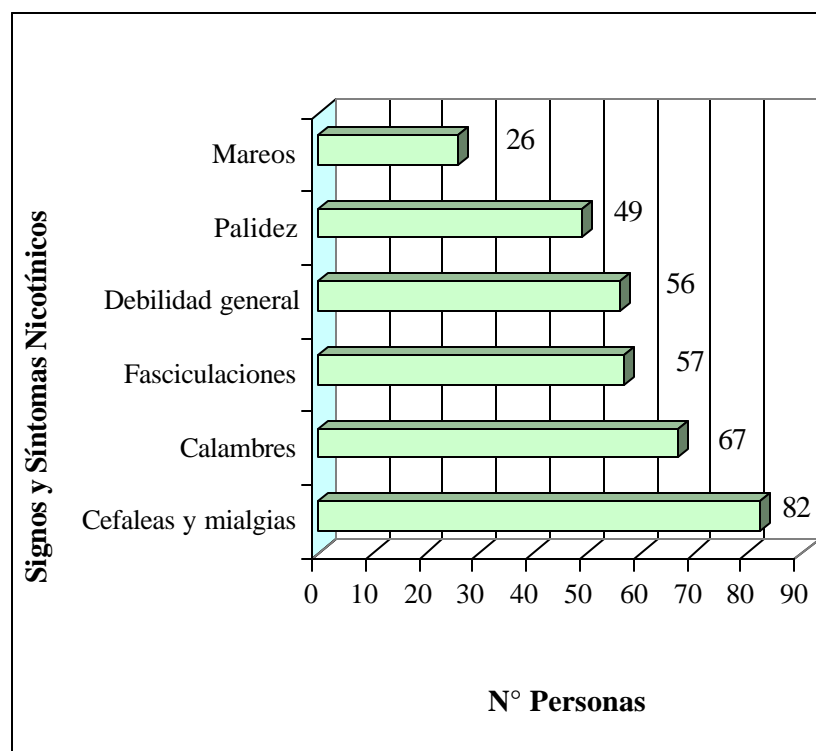


Gráfico N° 17

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN LOS SIGNOS Y SÍNTOMAS NEURÁLICOS PRESENTADOS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Signos y Síntomas</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Calambres	67	61,47
Somnolencia	55	50,46
Ansiedad	54	49,54
Depresión	40	36,70
Confusión	22	20,18

Cuadro N° 20

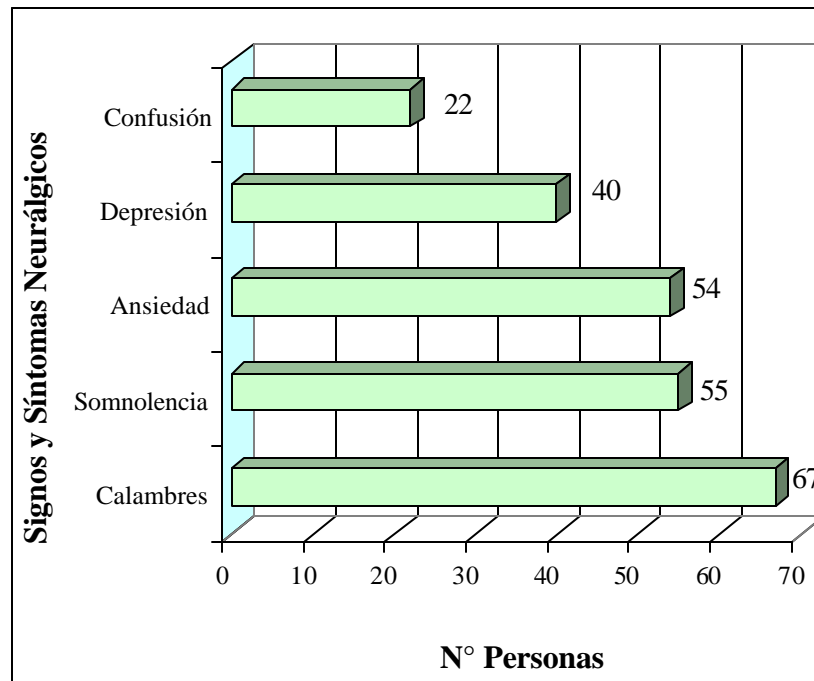


Gráfico N° 18

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN SUS HÁBITOS ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE FUMIGAR**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Hábito	Antes de fumigar		Durante la fumigación		Después de fumigar	
	N° Personas	(%)	N° Personas	(%)	N° Personas	(%)
Fuma	30	27,52	6	5,50	40	36,70
Toma bebidas alcohólicas	25	22,94	4	3,67	23	21,10
Bebe leche	22	20,18	15	13,76	59	54,13
Bebe agua	57	52,29	90	82,57	98	89,91
Bebe aceite	5	4,59	3	2,75	5	4,59
Come	45	41,28	5	4,59	38	34,86
Se asea	5	4,59	44	40,37	92	84,40

Cuadro N° 21

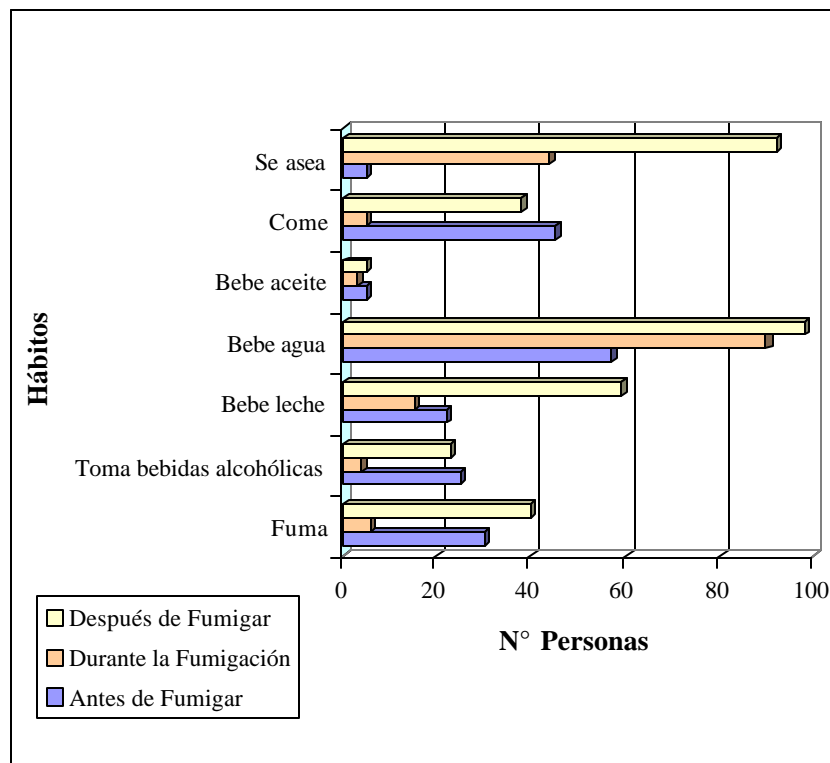


Gráfico N° 19

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN SU CONOCIMIENTO DE LOS EFECTOS TÓXICOS DE LOS
PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Conocimiento</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Adecuado	39	35,78
Inadecuado	70	64,22
Total	109	100,00

Cuadro N° 22

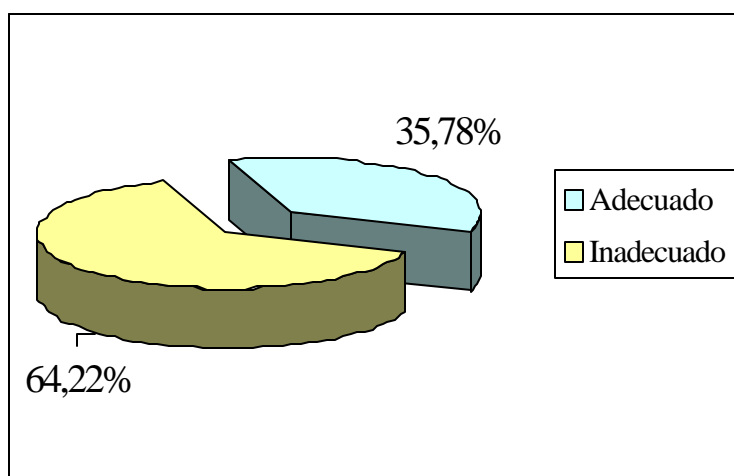


Gráfico N° 20

**DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS
SEGÚN EL DESTINO QUE LE DAN A LOS ENVASES VACÍOS DE
PLAGUICIDAS**

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

<i>Destino</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Los queman	30	27,52
Los tiran a la basura	65	59,63
Los entierran en el campo	32	29,36
Los reutilizan	25	22,94
Los tiran al río	12	11,01
Los tiran al campo	54	49,54

Cuadro N° 23

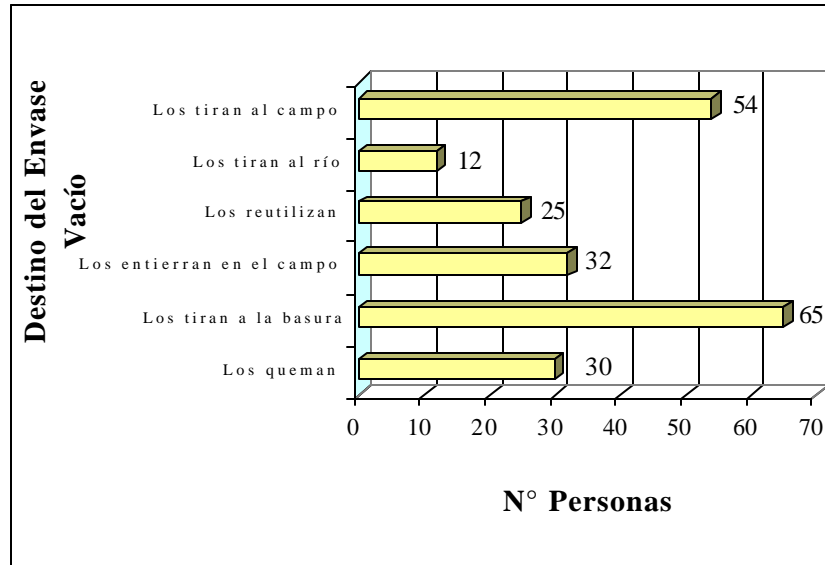


Gráfico N° 21

DISTRIBUCIÓN DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS SEGÚN EL IMPLEMENTO DE PROTECCIÓN QUE USAN AL FUMIGAR

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Luriganchó – Chosica).

<i>Implemento</i>	<i>N° Personas</i>	<i>(%)</i>
Botas	26	23,85
Botas y mascarillas	10	9,17
Botas y guantes	17	15,60
Botas, mascarillas y guantes	15	13,76
Ninguno	41	37,62
Total	109	100

Cuadro N° 24

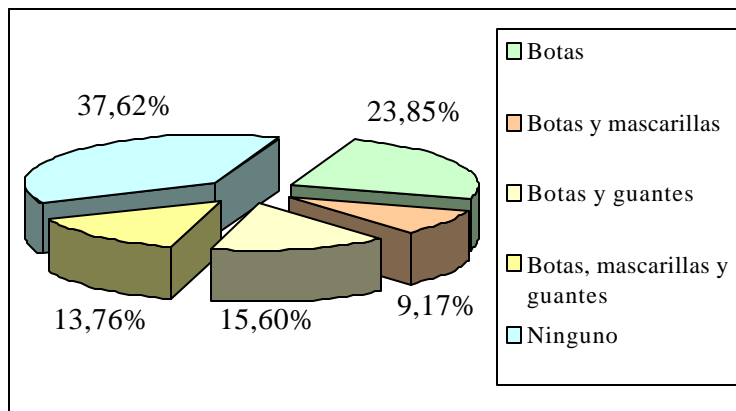


Gráfico N° 22

IV. DISCUSIÓN

4.1. *DE ACUERDO A LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LOS NIVELES DE ACTIVIDAD DE COLINESTERASA SÉRICA EN LAS MUESTRAS DE SANGRE*

Después del análisis de las 109 muestras tomadas a agricultores que trabajan con pesticidas inhibidores de la colinesterasa y de las 25 muestras tomadas a personas no expuestas a los plaguicidas (Grupo de Control) se observó lo siguiente:

- De acuerdo al amplio rango de valores en los niveles de actividad de la colinesterasa sérica, existe una alta variabilidad tanto en el grupo de agricultores expuestos a los plaguicidas como en el grupo de control, pero según los coeficientes de variación (C.V.) la variabilidad es mayor en el grupo de agricultores expuestos (C.V.: 0,148) que en el grupo de control (C.V.: 0,096). Además, para el valor medio de actividad de la colinesterasa sérica de los agricultores que trabaja con plaguicidas (1827,18 mU/mL) y del grupo de control (2263,92 mU/mL) existe una diferencia de medias estadísticamente significativa ($p < 0,0001$), lo cual indica que la exposición a los plaguicidas afecta considerablemente los niveles de colinesterasa sérica en los agricultores expuestos a los plaguicidas (CUADRO N° 01). Los valores de actividad de la colinesterasa sérica son menores, en ambos casos, a los observados en el estudio de Malpartida V. A. y Sánchez B. J. ⁽³⁷⁾.
- De acuerdo a los resultados agrupados en intervalos según el nivel de actividad de la colinesterasa sérica para los agricultores que trabajan con plaguicidas: De 1000 a 1399 mU/mL se presentaron 2 casos; de 1400 a 1799, 58 casos; de 1800 a 2199, 34 casos; de 2200 a 2599, 15 casos; de 2600 a 2999 y de 3000 a 3400 no se presentaron casos (CUADRO N° 02). El 55,05% del total de agricultores (60 casos) tienen sus niveles de actividad de la colinesterasa sérica por debajo de lo normal (1800 – 3600 mU/mL) mientras que sólo el 44,95% (49 casos) de ellos tienen sus niveles dentro de un rango normal (CUADRO N° 04), valores muy parecidos a los obtenidos

por Silva Izaguirre A. R. y Zenteno Ricce R. L. ⁽³⁴⁾. Los valores observados se deberían a las malas condiciones de trabajo y el poco conocimiento que los agricultores tienen sobre el correcto uso de los plaguicidas nocivos para la salud. Por otro lado todos los individuos del grupo de control (25 casos) poseen sus niveles de actividad de colinesterasa sérica dentro de los niveles normales (CUADRO N° 03), lo cual es de esperarse ya que todos ellos no están expuestos a los plaguicidas.

- Aunque el valor medio de actividad de la colinesterasa sérica en mujeres (1903,93 mU/mL) es mayor que en los hombres (1810,98 mU/mL) (CUADRO N° 11), no existe una diferencia de medias estadísticamente significativa de acuerdo al nivel de significancia usado ($p < 0,05$), es decir no se puede afirmar que las mujeres tienen niveles de actividad de colinesterasa sérica superiores al de los hombres.
- En cuanto al nivel promedio de actividad de la colinesterasa sérica según la edad de los agricultores se evidenció un cierto grado de correlación inversa (a mayor edad, menor nivel promedio, excepto en el intervalo de edad de 31 a 40 años en el que se observó un ligero incremento (1916,03 mU/mL) con respecto al intervalo anterior de 21 a 30 años (1903,38 mU/mL)) con un coeficiente de correlación $r = -0,443$ con significancia a un nivel de 0,01. En agricultores con edades entre 10 y 20 años (11 casos) el nivel promedio era de 1981,78 mU/mL, mientras que en aquellos con edades mayores a los 51 años (17 casos) el nivel promedio era de 1628,50 mU/mL (CUADRO N° 12). Esto se debería a que a mayor edad, mayor el tiempo de exposición y por consiguiente, menor sería el nivel de actividad de la colinesterasa sérica. También se apreció que el 34,86% de los agricultores tenía entre 21 y 30 años, el intervalo de edad de mayor incidencia (38 casos) (CUADRO N° 12).
- En cuanto al nivel promedio de actividad de la colinesterasa sérica según el tiempo de ocupación de los agricultores se presentó, también, un cierto grado de correlación inversa (a mayor tiempo de ocupación, menor nivel promedio) con un coeficiente de correlación $r = -0,404$ con significancia a un nivel de

0,01. En agricultores con tiempo de ocupación menor de 10 años (35 casos) el nivel promedio era de 1935,51 mU/mL, mientras que en aquellos con tiempo de ocupación mayor a los 41 años (3 casos) el nivel promedio era de 1596,99 mU/mL (CUADRO N° 13).

También se apreció que el 44,95% de los agricultores tenía un tiempo de ocupación entre 11 y 20 años, el intervalo de tiempo de ocupación de mayor incidencia (49 casos) (CUADRO N° 13).

- En cuanto al nivel promedio de actividad de la colinesterasa sérica según el grado de instrucción de los agricultores se presentó, al contrario de los dos puntos anteriores, un cierto grado de correlación directa (a mayor grado de instrucción, mayor nivel promedio) con un coeficiente de correlación $r=0,616$ con significancia a un nivel de 0,01. En agricultores analfabetos (8 casos) el nivel promedio era de 1627,79 mU/mL, mientras que en aquellos con secundaria completa (8 casos) el nivel promedio era de 2308,88 mU/mL (CUADRO N° 14). Esto se explicaría debido a que mientras el agricultor tenga una mejor preparación más cuidado tiene al usar los plaguicidas ya que posee nociones básicas sobre lo peligrosos que son estos para la salud. También se apreció que el 34,86% de los agricultores tenía un primaria incompleta, el grado de instrucción de mayor incidencia (38 casos) (CUADRO N° 14).
- El valor medio de actividad de la colinesterasa sérica de agricultores que usan medidas adecuadas de prevención al momento de fumigar (2267,81 mU/mL) es mayor que el de los agricultores que emplean medidas inadecuadas de prevención (1756,87 mU/mL), existiendo entre ambas medias una diferencia estadísticamente significativa ($p<0,0001$), esto se debería a que mientras mejor equipados estén los agricultores para protegerse de los efectos tóxicos de los plaguicidas, mayor será su nivel de actividad de la colinesterasa sérica (CUADRO N° 15). Además se observó que el 13,76% (15 casos) de los agricultores usa medidas adecuadas de prevención al momento de fumigar mientras que el 86,24% (94 casos) de ellos no lo hace. (CUADRO N° 15).

- El valor medio de actividad de la colinesterasa sérica de agricultores que almacena los envases de plaguicidas dentro de la casa (1698,59 mU/mL) es menor que el de los agricultores que los almacenan fuera de la casa (2165,80 mU/mL), existiendo entre ambas medias una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$), esto se debería a que los agricultores que almacenan los plaguicidas lejos del lugar donde habitan están menos expuestos a estos cuando no están fumigando (CUADRO N° 16).

Además se observó que el 72,48% (79 casos) de agricultores almacena los plaguicidas dentro de la casa mientras que el 27,52% (30 casos) de ellos los almacena en un depósito fuera de la casa (CUADRO N° 16), estos datos son alarmantes, pues evidencian el poco conocimiento de los agricultores sobre los efectos nocivos de los plaguicidas en el organismo.

- El valor medio de actividad de la colinesterasa sérica de los agricultores que habían sufrido un cuadro de intoxicación por plaguicidas con anterioridad (1640,64 mU/mL) era menor que el de aquellos que no tenían antecedentes de intoxicación (1885,62 mU/mL), existiendo entre ambas medias una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). Cabe resaltar que la mayoría de agricultores recuerdan la intoxicación sólo cuando los signos y síntomas son evidentes, obviando la mayor parte de las veces un posible caso de intoxicación (CUADRO N° 17).

Además se observó que el 23,85% (26 casos) de agricultores sufrió de intoxicación por plaguicidas con anterioridad mientras que el 76,15% (83 casos) de agricultores no reportó casos de intoxicación en el pasado (CUADRO N° 17).

- En cuanto a los signos y síntomas más resaltantes mencionados por los agricultores después de fumigar tenemos:
 - Síntomas muscarínicos: El 75,23% (82 casos) de ellos presentaba sudoración, siendo este grupo el de mayor incidencia, 62,39% (68 casos) de ellos presentaba visión borrosa, y el 25,69% (28 casos) de ellos presentaba disuria, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 18).

- Síntomas nicotínicos: El 75,23% (82 casos) de ellos presentaba, cefaleas y mialgias, siendo este grupo el de mayor incidencia, 61,47% (67 casos) de ellos presentaba calambres, y el 23,85% (26 casos) de ellos presentaba mareos, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 19).
- Síntomas neurálgicos: El 61,47% (67 casos) de ellos presentaba calambres, siendo este grupo el de mayor incidencia, 50,46% (55 casos) de ellos presentaba somnolencia, y el 20,18% (22 casos) de ellos presentaba confusión, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 20).

Hay que acotar aquí que en otros países ⁽¹⁾ la frecuencia hallada de estos y otros síntomas fueron parecidos para el caso de signos y muscarínicos: sudoración (72%), visión borrosa (62%) y para los signos y síntomas neurológicos: calambres (62%), somnolencia (50%) pero diferentes para el caso de los signos y síntomas nicotínicos: fasciculaciones (86%), calambres (62%). Si bien estas variables juegan un papel primordial en el diagnóstico de una intoxicación aguda o crónica, no sucede lo mismo en una intoxicación sub - clínica o sub - aguda como la llaman algunos autores, los síntomas son muy relativos y pueden ser enmascarados por cuadros tan comunes como lumbalgias por el esfuerzo, estado gripal, la edad estrés, etc. es decir no se puede asegurar que la diferencia entre resultados obtenidos en este estudio y otros realizados con anterioridad podría deberse a factores como: el número de plaguicidas usados, dosis, tipos de plaguicidas, entre otros.

- Se observó en cuanto a los hábitos antes de los agricultores:
 - Hábitos antes de fumigar: El 52,29% (57 casos) de los agricultores bebe agua, siendo este el grupo de mayor incidencia, el 41,28% (45 casos) de ellos come, y el 4,59% (5 casos) de ellos bebe aceite, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 21).
 - Hábitos durante la fumigación: El 82,57% (90 casos) de los agricultores bebe agua, siendo este el grupo de mayor incidencia, el 40,37% (44 casos) de ellos se asea parcialmente, y el 2,75% (3 casos) de ellos bebe aceite, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 21).

- Hábitos después de fumigar: El 89,91% (98 casos) de los agricultores bebe agua, siendo este el grupo de mayor incidencia, el 84,40% (92 casos) de ellos se asea, y el 4,59% (5 casos) de ellos, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 21).
- Se observó que el 35,78% (39 casos) de los agricultores que trabajan con plaguicidas tiene un conocimiento adecuado de los efectos tóxicos de los plaguicidas, mientras que el 64,22% (70 casos) de ellos no están seguros o no tienen ningún conocimiento de los efectos tóxicos (CUADRO N° 22). Estas estadísticas son alarmantes, razón por la cual se debe impartir cursos de capacitación sobre el correcto manejo de los plaguicidas, así como la conveniencia de su uso.
- Se observó que el principal destino de los envases vacíos de plaguicidas es el depósito de la basura según lo indicó el 59,63% (65 casos) de los agricultores; el 49,54% (54 casos) indicó que los tiran al campo; finalmente tan sólo el 11,01% (12 casos) indicó que los tiran al río, siendo este el destino de menor incidencia (CUADRO N° 23). Los efectos nocivos de los plaguicidas sobre el medio ambiente debido a la inadecuada eliminación de los envases vacíos de plaguicidas repercutirán directamente sobre la forma de vida y salud de los mismos agricultores y sus familias.
- Se observó también en cuanto al uso de implementos de protección al momento de fumigar que tan sólo el 13,76% (15 casos) de los agricultores usaba guantes, botas y mascarillas, es decir el equipo completo. Por otro lado el 37,62% (41 casos) no usaba ningún implemento de protección, siendo este el grupo de mayor incidencia, el 23,85% (26 casos) de ellos sólo usaba botas, el 15,60% (17 casos) usaba sólo botas y guantes, y finalmente el 9,17% (10 casos) usaba sólo botas y mascarillas, siendo este el grupo de menor incidencia (CUADRO N° 24). El poco cuidado que tienen los agricultores al momento de fumigar explicaría el bajo nivel de colinesterasa sérica en sus muestras de sangre.

4.2. DE ACUERDO AL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS QUE CONTIENEN COMPUESTOS INHIBIDORES DE LA COLINESTERASA SÉRICA EN PRODUCTOS AGRÍCOLAS.

Luego del análisis de las muestras de hortalizas y frutas, 150 muestras tomadas antes de la cosecha y de las 150 muestras tomadas después de la cosecha y antes de la distribución al mercado, se concluye lo siguiente:

- En el análisis de las muestras tomadas antes de la cosecha se reportó positividad para los siguientes compuestos:

- Organofosforados: Metamifodos, Clorpirifos y Dimetoat.
- Carbamatos: Metomilo.

Siendo el compuesto organofosforado “Metamifodos” el más frecuente (24,67%) y el “Dimetoato” el menos usado (8,67%) (CUADRO N° 06), esto también se observó en los trabajos de Malpartida V. A. y Sánchez B. J. ⁽³⁷⁾, y Silva Izaguire A. R. y Zenteno Ricce R. L. ⁽³⁴⁾.

Además se encontró en varias muestras positividad para las siguientes combinaciones de compuestos: Metamifodos/Metomilo (11,33%), Dimetoato/Metomilo (6,67%), Metamidofos/Clorpirifos (11,99%) y Metamidofos/Dimetoato (6,67%), observándose aun la mayor presencia del compuesto “Metamidofos” en las combinaciones señaladas (CUADRO N° 06).

- En las muestras tomadas después de la cosecha y antes de la distribución al mercado se reportó positividad para los compuestos mencionados en el caso de las muestras tomadas antes de la cosecha, excepto en el caso de la hortaliza “Apio” en la cual no se reportó presencia del compuesto carbámico “Dimetoato” (CUADRO N° 07).

Siendo el compuesto organofosforado “Metamifodos” el más frecuente (30,56%) y nuevamente el “Dimetoato” el compuesto menos usado (9,72%) (CUADRO N° 08)

Además se encontró positividad para las combinaciones de compuestos mencionados para el caso de anterior (muestras tomadas antes de la cosecha) excepto para la combinación Dimetoato / Metomilo (CUADRO N° 08).

- Se observó disminución de casos positivos entre las muestras tomadas antes de la cosecha y las muestras tomadas después de la cosecha y antes de la distribución al mercado, obteniéndose los siguientes resultados:
 - En las muestras de apio, disminución en un 46,67%.
 - En las muestras de lechuga, disminución en un 46,67%.
 - En las muestras de coliflor, disminución en un 50,00%.
 - En las muestras de tomate, disminución en un 43,33%.
 - En las muestras de maracuyá, disminución en un 73,33%.

En promedio una disminución del 52,00% en el Número de casos positivos, observándose en la fruta "maracuyá" la mayor disminución, y en la hortaliza "Tomate" la menor disminución de presencia de residuos de plaguicidas (CUADRO N° 10).

- Por el tiempo que va pasando desde la última fumigación y la preparación de los productos agrícolas para su distribución a los mercados (cosecha, lavado y empacado), los organofosforados y carbamatos se van degradando y de allí que las muestras contaminadas sean menores en número. No se debe olvidar que metamidofos tiene una vida media de 4 a 5 días; clorpirifos tiene una vida media de 9 a 15 días; dimetoato es el plaguicida de menor persistencia⁽²⁸⁾.

En otros estudios se halló que en el análisis de las muestras recolectadas en los mercados (en comparación con las muestras tomadas luego de la cosecha y antes de la distribución a los mercados, en nuestro caso), los porcentajes de positividad en fueron más altos para el tomate (63,33%)⁽³⁴⁾, lo cual concuerda con el estudio realizado, esto se explica ya que este vegetal es muy delicado y requiere de una mayor fumigación para evitar las plagas de insectos.

III. CONCLUSIONES

1. De las 109 muestras tomadas y analizadas se encontró que un 55,05% de agricultores presentaron niveles de actividad de la colinesterasa sérica por debajo de los valores normales (1800 – 3600 mU/mL). El nivel promedio de actividad de la colinesterasa sérica entre estos agricultores expuestos a los plaguicidas fue de 1827,18 mU/mL muy por debajo del nivel promedio del grupo de control que fue de 2263,92 mU/mL, la diferencia de medias es estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). De lo anterior se concluye que los compuestos inhibidores de la enzima colinesterasa sérica (organofosforados y carbamatos) presentes en los plaguicidas afectan considerablemente el nivel de actividad de dicha enzima en la sangre de los agricultores de la zona.
2. De las 300 muestras de productos agrícolas (150 tomadas antes de la cosecha y 150 tomadas después de la cosecha y antes de la distribución a los mercados) se encontró que el 100% de las muestras tomadas antes de la cosecha presentaban residuos de compuestos inhibidores de la colinesterasa sérica (organofosforados y carbamatos), mientras que en las muestras tomadas después de la cosecha y antes de la distribución a los mercados sólo el 48% estaban contaminadas con dichos compuestos, siendo las muestras de tomate las de mayor incidencia de contaminación (56,67%) y las de Maracuyá las de menor incidencia (26,67%).
3. De los datos obtenidos en la encuesta se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) entre las medias de actividad de colinesterasa sérica de los agricultores expuestos según el lugar de almacenamiento de los plaguicidas, según el uso de medidas de protección al momento de fumigar, según los antecedentes de intoxicación con plaguicidas, más no según el sexo. Además se encontró cierto grado de correlación con un nivel de significancia del 0,01 para las variables: nivel de actividad de colinesterasa sérica de los agricultores con respecto a sus edades ($r = -0,443$), con respecto a sus tiempos de ocupación ($r = -0,404$) y con respecto a sus grados de instrucción ($r = 0,616$).

VI. RECOMENDACIONES

1. La capacitación a los agricultores que trabajan con plaguicidas que contienen compuestos inhibidores de la Colinesterasa debe ser impartida por las autoridades pertinentes. Esta capacitación debe tocar puntos como: usos, beneficios y riesgos, formas de protegerse de ellos, manera de almacenarlos y desecharlos, primeros auxilios y reconocimiento de los síntomas en caso de intoxicaciones, entre otros aspectos, lo cual ayudara a disminuir los efectos dañinos sobre la salud y el medio ambiente.
2. Se debe de realizar controles periódicos de los niveles de Colinesterasa sérica a las personas expuestas a plaguicidas.
3. Debe evaluarse el riesgo - beneficio de los plaguicidas usados en la actualidad para poder así recomendar su uso o desuso a favor de sustitutos adecuados. Además se debe hacer cumplir las leyes referentes al uso de plaguicidas y los niveles permisibles de estos en los cultivos.
4. El estudio y monitoreo de los niveles de residuos de plaguicidas en los productos agrícolas tanto antes como después de la cosecha debe realizarse con frecuencia para poder así asegurar la inocuidad de estos productos alimenticios que llegaran a la población.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Medicina: Niveles de colinesterasa en 50 aplicadores de pesticidas. Valle de Constanza. República Dominicana. Enero – Marzo 1997. pp.1; 5-12; 17.
Disponible en: http://fld.tripod.com/MEDICINA/Pedro_Alexander.htm
2. MOYA C.R.: Probabilidad e Inferencia Estadística. Segunda Edición, Editorial San Marcos, Lima 1988. pp.663-667.
3. REPETO M.: Toxicología Avanzada. Madrid, Editorial Díaz de Santos, 1995. pp580-585.
4. UNMSM/OPS/MINSA/DIGESA - ENSAP - IPSS: GPES - SALUD OCUPACIONAL ISAT-RAAA: Diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. Curso a distancia dirigido a médicos y enfermeras. Unidad 1, 2001. pp.3.
5. CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE PARA LA SALUD (CONAPMAS): Manual básico para la prevención de riesgos en el uso de plaguicidas. Lima. 1989.
6. ALBERT, Lilia A.: “Plaguicidas” en INTRODUCCIÓN A LA TOXICOLOGÍA AMBIENTAL. México. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente. OPS y OMS. 1997, pp.366-370; 371-376.
7. HENAO H., Samuel y COREY O., Germán: Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas. México. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. OPS y OMS. 1991, pp.4-5; 18, 20.
8. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Pesticides Branch: Pesticides Safety Precautions Scheme. London, United Kingdom, Ministry of Agriculture, 1979.
9. MARIN PEREZ, L.E. y RAMIREZ GUZMÁN, O.: “Prevención y Riesgo en el uso de agroquímicos” en Toxicología. Medellín. Editor D. Córdova pp.156, 524, 525, 158, 159.

10. GOODMAN y GILMAN: Las bases farmacológicas de la terapéutica. México. Editorial Interamericana Mc. Graw-Hill, 1996, pp.179, 172, 181.
11. INCAP/PLAG´SDALUD/OPS.: Plaguicidas de tipo organofosforado y carbamato. Curso a distancia sobre diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicida. 1996. pp.3, 5.
12. BRAIGHWAITE, R. BRONWS y FLANAGAN R.: Basic analytical Toxicology. International Programme on chemical safety. WHO. Génova. 1998. pp.17.
13. HENAO, Samuel.: Plaguicidas organofosforados y carbámicos. México OPS y OMS, 1986, pp.27, 28, 30, 31, 32, 33.
14. GISBERT CALABUIG, S.A.: Medicina legal y Toxicología. Barcelona. Editorial Masson S.A. 5ta. Edición. 1998. pp.807.
15. DUEÑAS LAITA, A.: Intoxicaciones agudas en medicina de urgencias y cuidados críticos. Barcelona. Masson S.A.1999, pp.325.
16. OMS.: Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra. España. 1987.
17. CÓRDOVA PALACIO, D.; CADAVID ISAZA, S. y RAMOS JARAMILLO, J.I.: “Inhibidores de Colinesterasas” en TOXICOLOGÍA. Medellín. Editor D. Córdoba P., pp.120, 121, 125, 126, 127, 128, 130.
18. DAVIS, N.; FREED V. y WHITTEMORE, F.: Enfoque agromédico sobre manejo de plaguicidas. Algunas consideraciones ambientales y de la salud. Washington. Editorial Agromedicina OPS. 1985. pp.96.
19. Intoxicación por insecticidas organofosforados. pp.1-7. Disponible en: <http://www.arrakis.es/~mlorente/protocol/emergen/fosfo.htm>
20. O.P.S. y O.M.S.: Para la investigación sobre la salud de los trabajadores. 1993.
21. DESOILLE, H.; MARTE MERCADAL, J.A.; SCHERRER J.S.; TRUHAUT, R. Medicina del trabajo. Edición Revolucionaria.
22. DUEÑAS, A.; CASTRODEZA, J. y LOZANO; R.: “Organofosforados”. en Intoxicaciones agudas en medicina de urgencia y cuidados críticos. Barcelona MASSON S.A., 1999, pp.326.
23. DUEÑAS, A.; CASTRODEZA, J. y LOZANO, R.: “Carbamatos” en Intoxicaciones agudas en medicina de urgencia y cuidados críticos. Barcelona, MASSON S.A., 1999, p.197, 198.

24. OPS y OMS.: “Enfermedades ocupacionales. Guía para su diagnóstico”. Ubicación científica N° 480. Washington D.C. E.U.A. 1986.
25. MEGER, C.: Texto para la formación del técnico de higiene del trabajo. 2da. parte. 1984.
26. CASTILLO MARTÍNEZ, Luisa E.: Información para el manejo seguro de plaguicidas que contienen organofosforados. Serie de información para el manejo órgano de plaguicidas N° 1. Heredia. 1982, pp. 2, 3.
27. IOVINE, Enrique.: El laboratorio en la clínica. Buenos Aires. Editorial médica. 1998, pp. 1353 - 1354.
28. Extensión Toxicology Network. Pesticide information profiles Chlorpyrifos, Dimethoate, Methamidofos.
 Disponible en: <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/methamid.htm> ó
<http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/chlorpyr.htm> ó
<http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/dimethoa.htm>.
29. FAO/OMS. Comisión del CODEX Alimentarius CAC / Vol. XIII 2^{da} Edición: Límites máximos del Codex para residuos de plaguicidas. 1987.
30. FAO/OMS. CODEX ALIMENTARIUS.: Reglamento conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Roma. 1992. Vol. II.
31. HUAMANÍ PACSI, C. y SÁNCHEZ RAMÍREZ, R. P.: Actividad in vitro de la enzima acetilcolinesterasa en trabajadores agrícolas de cinco localidades del valle del, río Mala, expuestos a plaguicidas organofosforados y carbámicos y su repercusión en la salud. Tesis para el Título de Químico Farmacéutico. Lima - Perú, Año 2000, pp. 34, 36, 38, 39.
32. SOUZA, C. J. Plaguicidas y salud: una relación poco conocida CETAAR-Facultad de Agronomía. 1996. UBA.
 Disponible en: <http://www.customw.com/ecoweb/notas/notas/960726.3.htm>
33. LANDEO PELAEZ, P. J. y ORELLANA HUACANJULCA, J. L.: Análisis de residuos de plaguicidas organofosforados (Metamidofos) en lechugas y tomates de mercados de Lima y Callao. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. Lima. U.N.M.S.M., 1995, pp. 85.
34. SILVA IZAGUIRRE, A. R. y ZENTENO RICCE, R. L.: Evaluación Toxicológica de plaguicidas en sangre de agricultores y en vegetales de la región

- de Manchay alto. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. U.N.M.S.M. Lima - Perú 2000.
35. DAVIES, John E.; FREED Virgil, H. y WHITTEMORE, Fred W.: Enfoque Agromédico sobre manejo de plaguicidas. OPS y OMS 525 23 rd St. N.W., Washington, D.C. 20037. pp.209.
 36. CORNEJO COAGUILA, Y. J. y DE LA CRUZ GONZALES, A. H.: Niveles de Colinesterasa en agricultores y residuos de plaguicidas organofosforados en frutas y hortalizas en el caserío de Cuyo - Huaral". Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. U.N.M.S.M. Lima - Perú 2001.
 37. MALPARTIDA VEGA, A. y SÁNCHEZ BARRÓN, J.: Colinesterasa sérica en residentes de San Juan de Pariachi Lima y determinación de residuos de plaguicidas en hortalizas. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. U.N.M.S.M. Lima - Perú 2001.
 38. JEYARATNAM L.; MARONI M.: Toxicology 2da Edición. Ediciones Panamericana. México 1994. pp.17,91.
 39. KAGEYAMA L.: Manual de Muestreo Poblacional: Aplicaciones en Salud Ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Social OPS/OMS. México D.F. 1996. pp.72, 76.
 40. KAPLAN, L.A.; PESCE, A.J.: Química Clínica de Laboratorio – fisiopatología – métodos de análisis. Ediciones Panamericana. Buenos Aires 1986.
 41. Determinación de insecticidas fosforados y carbámicos mediante el empleo de Cromatografía en capa fina. Técnica estandarizada en MERCK – Colombia S.A.
Disponible en: http://colombia.merck.com.co/informaciones/1-447n_38.htm

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1

NIVELES DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA EN AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS INHIBIDORES DE LA COLINESTERASA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Abril – Mayo del 2001.

Número de muestras: 109.

Valores normales de actividad de la colinesterasa séric a: 1800 – 3600 mU/mL.

N° Muestra	Género	Edad (Años)	Lectura			Apm	Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)
			1 min	2 min	3 min		
1	M	45	0,385	0,735	1,065	0,340	1586,10
2	M	29	0,446	0,860	1,293	0,424	1975,63
3	M	31	0,596	1,118	1,591	0,498	2320,84
4	M	38	0,426	0,824	1,202	0,388	1810,02
5	M	26	0,398	0,749	1,083	0,343	1597,76
6	M	53	0,404	0,789	1,126	0,361	1684,07
7	M	35	0,454	0,552	1,247	0,397	1849,67
8	M	22	0,408	0,770	1,107	0,350	1630,42
9	M	36	0,502	0,932	1,302	0,400	1866,00
10	F	28	0,457	0,867	1,269	0,406	1893,99
11	M	55	0,435	0,830	1,195	0,380	1772,70
12	M	19	0,452	0,868	1,255	0,402	1873,00
13	F	34	0,379	0,737	1,081	0,351	1637,42
14	M	40	0,511	0,966	1,386	0,438	2040,94
15	M	58	0,381	0,746	1,085	0,352	1642,08
16	M	22	0,345	0,690	0,998	0,327	1523,12
17	M	43	0,410	0,762	1,098	0,344	1604,76
18	M	39	0,601	1,136	1,649	0,524	2444,46
19	M	18	0,429	0,849	1,192	0,382	1779,70
20	M	25	0,352	0,693	0,995	0,322	1499,80
21	M	60	0,369	0,715	1,062	0,347	1616,42
22	M	43	0,448	0,889	1,258	0,405	1889,33
23	M	28	0,495	0,951	1,361	0,433	2019,95
24	M	41	0,515	1,019	1,491	0,488	2276,52
25	F	23	0,361	0,691	0,999	0,319	1488,14
26	M	27	0,430	0,804	1,168	0,369	1721,39
27	M	45	0,414	0,776	1,117	0,352	1639,75
28	M	17	0,583	1,125	1,626	0,522	2432,80
29	M	33	0,349	0,681	0,984	0,318	1481,14
30	M	54	0,395	0,760	1,096	0,351	1635,08
31	F	21	0,405	0,792	1,181	0,388	1810,02
32	M	26	0,379	0,711	1,034	0,328	1527,79
33	M	58	0,392	0,776	1,132	0,370	1726,05
34	M	44	0,449	0,862	1,270	0,411	1914,98

N° Muestra	Género	Edad (Años)	Lectura			ΔApm	Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)
			1 min	2 min	3 min		
35	M	42	0,412	0,748	1,052	0,320	1492,80
36	M	18	0,465	0,898	1,299	0,417	1945,31
37	M	55	0,403	0,785	1,155	0,376	1754,04
38	M	21	0,424	0,834	1,242	0,409	1907,99
39	M	53	0,405	0,767	1,115	0,355	1656,08
40	F	30	0,421	0,818	1,206	0,393	1831,01
41	F	37	0,439	0,844	1,235	0,398	1856,67
42	M	25	0,618	1,134	1,625	0,504	2348,83
43	F	19	0,505	1,001	1,470	0,483	2250,86
44	M	41	0,397	0,773	1,115	0,359	1674,74
45	M	36	0,502	0,965	1,377	0,438	2040,94
46	F	30	0,533	1,100	1,435	0,451	2103,92
47	M	18	0,392	0,758	1,100	0,354	1651,41
48	M	23	0,414	0,795	1,174	0,380	1772,70
49	M	58	0,368	0,713	1,031	0,332	1546,45
50	M	20	0,371	0,725	1,062	0,346	1611,76
51	M	51	0,298	0,582	0,863	0,283	1317,86
52	M	42	0,352	0,731	1,053	0,351	1635,08
53	M	26	0,469	0,892	1,279	0,405	1889,33
54	M	16	0,505	0,993	1,462	0,479	2232,20
55	M	23	0,398	0,763	1,112	0,357	1665,41
56	F	22	0,437	0,865	1,276	0,420	1956,97
57	M	35	0,449	0,892	1,321	0,436	2033,94
58	F	30	0,560	1,081	1,533	0,487	2269,52
59	M	41	0,396	0,786	1,174	0,389	1814,69
60	M	48	0,378	0,745	1,086	0,354	1651,41
61	M	27	0,369	0,729	1,067	0,349	1628,09
62	M	49	0,348	0,690	1,023	0,338	1574,44
63	M	25	0,582	1,109	1,580	0,499	2327,84
64	M	37	0,366	0,710	1,039	0,337	1569,77
65	M	54	0,358	0,718	1,061	0,352	1639,75
66	M	43	0,299	0,583	0,854	0,278	1294,54
67	F	29	0,416	0,818	1,189	0,387	1803,02
68	M	28	0,496	0,984	1,436	0,470	2192,55
69	F	33	0,382	0,761	1,127	0,373	1737,71
70	F	55	0,403	0,788	1,112	0,355	1653,74
71	M	44	0,426	0,817	1,172	0,373	1740,05
72	M	20	0,408	0,811	1,212	0,402	1875,33
73	M	50	0,396	0,781	1,113	0,359	1672,40
74	M	64	0,401	0,743	1,058	0,329	1532,45
75	F	29	0,608	1,129	1,625	0,509	2372,15
76	F	37	0,442	0,881	1,292	0,425	1982,63
77	M	36	0,414	0,812	1,177	0,382	1779,70
78	M	31	0,484	0,919	1,333	0,425	1980,29
79	F	22	0,575	1,136	1,664	0,545	2540,09
80	M	51	0,399	0,764	1,107	0,354	1651,41
81	M	43	0,501	0,959	1,361	0,430	2005,95
82	F	30	0,422	0,809	1,135	0,357	1663,07
83	M	27	0,372	0,717	1,039	0,334	1555,78
84	M	29	0,435	0,836	1,230	0,398	1854,34

N° Muestra	Género	Edad (Años)	Lectura			ΔA_{pm}	Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)
			1 min	2 min	3 min		
85	M	42	0,386	0,737	1,079	0,347	1616,42
86	M	23	0,438	0,806	1,150	0,356	1660,74
87	M	18	0,522	1,005	1,461	0,470	2190,22
88	M	22	0,535	1,037	1,520	0,493	2297,51
89	M	32	0,505	0,977	1,435	0,465	2169,23
90	M	56	0,369	0,727	1,077	0,354	1651,41
91	M	49	0,388	0,731	1,063	0,338	1574,44
92	M	18	0,492	0,921	1,331	0,420	1956,97
93	M	24	0,396	0,781	1,114	0,359	1674,74
94	M	45	0,402	0,759	1,075	0,337	1569,77
95	M	25	0,524	1,020	1,495	0,486	2264,86
96	M	28	0,419	0,811	1,150	0,366	1705,06
97	M	39	0,445	0,867	1,252	0,404	1882,33
98	M	34	0,411	0,773	1,122	0,356	1658,41
99	M	31	0,512	0,993	1,446	0,467	2178,56
100	M	21	0,547	1,058	1,524	0,489	2278,85
101	F	25	0,388	0,764	1,119	0,366	1705,06
102	M	46	0,430	0,829	1,201	0,386	1798,36
103	M	52	0,406	0,771	1,128	0,361	1684,07
104	M	46	0,416	0,789	1,131	0,358	1667,74
105	M	25	0,478	0,934	1,336	0,429	2001,29
106	F	48	0,391	0,762	1,085	0,347	1618,76
107	M	21	0,609	1,126	1,625	0,508	2369,82
108	M	57	0,386	0,723	1,038	0,326	1520,79
109	M	43	0,452	0,829	1,188	0,368	1716,72

Leyenda:

ΔA_{pm} : Promedio de cambios de absorbancia por minuto.

ANEXO N° 2

NIVELES DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA EN INDIVIDUOS DEL GRUPO NO EXPUESTO A PLAGUICIDAS INHIBIDORES DE LA COLINESTERASA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Abril – Mayo del 2001.

Número de muestras: 25.

Valores normales de actividad de la colinesterasa sérica: 1800 – 3600 mU/mL.

N° Muestra	Género	Edad (Años)	Lectura			ΔA_{pm}	Actividad de la Colinesterasa Sérica (mU/mL)
			1 min	2 min	3 min		
1	M	28	0,451	0,840	1,293	0,421	1963,97
2	M	41	0,471	0,909	1,369	0,449	2094,59
3	F	39	0,504	0,977	1,437	0,467	2176,22
4	M	32	0,453	0,851	1,306	0,427	1989,62
5	M	40	0,567	1,072	1,532	0,483	2250,86
6	F	32	0,604	1,126	1,618	0,507	2365,16
7	M	30	0,459	0,870	1,319	0,430	2005,95
8	F	19	0,610	1,185	1,695	0,543	2530,76
9	M	39	0,593	1,118	1,581	0,494	2304,51
10	M	25	0,452	0,843	1,292	0,420	1959,30
11	M	21	0,608	1,176	1,683	0,538	2507,44
12	M	29	0,458	1,160	1,325	0,434	2022,28
13	M	28	0,541	1,042	1,493	0,476	2220,54
14	M	24	0,606	1,140	1,634	0,514	2397,81
15	M	36	0,598	1,123	1,600	0,501	2337,17
16	M	34	0,502	0,969	1,432	0,465	2169,23
17	M	41	0,563	1,068	1,525	0,481	2243,87
18	M	32	0,565	1,068	1,529	0,482	2248,53
19	M	36	0,590	1,116	1,578	0,494	2304,51
20	M	28	0,672	1,293	1,860	0,594	2771,01
21	M	36	0,500	0,965	1,430	0,465	2169,23
22	M	32	0,565	1,070	1,526	0,481	2241,53
23	M	41	0,563	1,066	1,527	0,482	2248,53
24	M	28	0,592	1,120	1,580	0,494	2304,51
25	M	34	0,666	1,288	1,854	0,594	2771,01

Leyenda:

ΔA_{pm} : Promedio de cambios de absorbancia por minuto.

MUESTRAS DE LECHUGA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

<i>Nº Muestra</i>	<i>Revelador</i>			<i>Rf</i>	<i>Plaguicida(s) Hallado(s)</i>
	<i>ABF</i>	<i>PdCl₂</i>	<i>PABA</i>		
1	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
2	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
3	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Dimetoato
4	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
5	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
6	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
7	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
8	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
9	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
10	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
11	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
12	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
13	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
14	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
15	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,91	Dimetoato / Metomilo
16	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
17	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
18	(+)	(+)	(-)	0,82	Metamidofos
19	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,90	Dimetoato / Metomilo
20	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
21	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
22	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
23	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,89	Metamidofos / Clorpirifos
24	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Dimetoato
25	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
26	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Dimetoato
27	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
28	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
29	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
30	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos

MUESTRAS DE COLIFLOR

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

<i>Nº Muestra</i>	<i>Revelador</i>			<i>Rf</i>	<i>Plaguicida(s) Hallado(s)</i>
	<i>ABF</i>	<i>PdCl₂</i>	<i>PABA</i>		
1	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
2	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
3	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
4	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
5	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
6	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
7	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
8	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
9	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
10	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,90	Dimetoato / Metomilo
11	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
12	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
13	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
14	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
15	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
16	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
17	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,89	Metamidofos / Clorpirifos
18	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
19	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,91	Dimetoato / Metomilo
20	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
21	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,90	Dimetoato / Metomilo
22	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
23	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
24	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
25	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
26	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
27	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Dimetoato
28	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,89	Metamidofos / Dimetoato
29	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
30	(+)	(+)	(-)	0,91	Dimetoato

MUESTRAS DE TOMATE

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

Nº Muestra	Revelador			Rf	Plaguicida(s) Hallado(s)
	ABF	PdCl ₂	PABA		
1	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
2	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
3	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,91	Dimetoato / Metomilo
4	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
5	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
6	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
7	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
8	(+)	(+)	(-)	0,91	Dimetoato
9	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
10	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
11	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
12	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
13	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
14	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
15	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
16	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
17	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
18	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
19	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
20	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
21	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,90	Dimetoato / Metomilo
22	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
23	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
24	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
25	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
26	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
27	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
28	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Dimetoato
29	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
30	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato

MUESTRAS DE MARACUYÁ

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

Nº Muestra	Revelador			Rf	Plaguicida(s) Hallado(s)
	ABF	PdCl ₂	PABA		
1	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
2	(+)	(+9)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Dimetoato
3	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
4	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
5	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
6	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
7	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
8	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
9	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,89	Metamidofos / Clorpirifos
10	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
11	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
12	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
13	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
14	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,90	Dimetoato / Metomilo
15	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
16	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
17	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,91	Metamidofos / Clorpirifos
18	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
19	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
20	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
21	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
22	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Dimetoato
23	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Dimetoato
24	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
25	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,91	Dimetoato / Metomilo
26	(+)	(+)	(-)	0,89	Dimetoato
27	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
28	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
29	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
30	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato

MUESTRAS DE LECHUGA

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

<i>Nº Muestra</i>	<i>Revelador</i>			<i>Rf</i>	<i>Plaguicida(s) Hallado(s)</i>
	<i>ABF</i>	<i>PdCl₂</i>	<i>PABA</i>		
1	(-)	(-)	(-)		
2	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
3	(-)	(-)	(-)		
4	(-)	(-)	(-)		
5	(+)	(+)	(-)	0,91	Dimetoato
6	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
7	(-)	(-)	(-)		
8	(-)	(-)	(-)		
9	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
10	(-)	(-)	(-)		
11	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
12	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
13	(-)	(-)	(-)		
14	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
15	(-)	(-)	(-)		
16	(-)	(-)	(-)		
17	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
18	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
19	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
20	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
21	(-)	(-)	(-)		
22	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
23	(-)	(-)	(-)		
24	(-)	(-)	(-)		
25	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Clorpirifos
26	(-)	(-)	(-)		
27	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
28	(-)	(-)	(-)		
29	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
30	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato

MUESTRAS DE COLIFLOR

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

<i>Nº Muestra</i>	<i>Revelador</i>			<i>Rf</i>	<i>Plaguicida(s) Hallado(s)</i>
	<i>ABF</i>	<i>PdCl₂</i>	<i>PABA</i>		
1	(-)	(-)	(-)		
2	(-)	(-)	(-)		
3	(-)	(-)	(-)		
4	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
5	(-)	(-)	(-)		
6	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
7	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
8	(-)	(-)	(-)		
9	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
10	(-)	(-)	(-)		
11	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
12	(-)	(-)	(-)		
13	(-)	(-)	(-)		
14	(-)	(-)	(-)		
15	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
16	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
17	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
18	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
19	(-)	(-)	(-)		
20	(-)	(-)	(-)		
21	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
22	(-)	(-)	(-)		
23	(-)	(-)	(-)		
24	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
25	(-)	(-)	(-)		
26	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
27	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
28	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
29	(-)	(-)	(-)		
30	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Clorpirifos

MUESTRAS DE TOMATE

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

Nº Muestra	Revelador			Rf	Plaguicida(s) Hallado(s)
	ABF	PdCl ₂	PABA		
1	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
2	(-)	(-)	(-)	0,80	Metamidofos
3	(-)	(-)	(-)		
4	(-)	(-)	(-)		
5	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
6	(-)	(-)	(-)		
7	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
8	(-)	(-)	(-)	0,90	Clorpirifos
9	(-)	(-)	(-)		
10	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
11	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
12	(+)	(+)	(-)	0,90	Clorpirifos
13	(-)	(-)	(-)		
14	(-)	(-)	(-)		
15	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
16	(-)	(-)	(-)		
17	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
18	(-)	(-)	(+)	0,76	Metomilo
19	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
20	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
21	(-)	(-)	(-)		
22	(+)	(+)	(+)	0,75 - 0,80	Metamidofos / Metomilo
23	(-)	(-)	(-)		
24	(+)	(+)	(+)	0,76 - 0,81	Metamidofos / Metomilo
25	(-)	(-)	(-)		
26	(-)	(-)	(-)		
27	(-)	(-)	(-)		
28	(-)	(-)	(+)	0,75	Metomilo
29	(-)	(-)	(-)		
30	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato

MUESTRAS DE MARACUYÁ

Zona Analizada: Localidad de Carapongo (Lurigancho – Chosica).

Muestras analizadas: Mayo - Junio del 2001.

Número de muestras: 30.

Nº Muestra	Revelador			Rf	Plaguicida(s) Hallado(s)
	ABF	PdCl ₂	PABA		
1	(-)	(-)	(-)		
2	(-)	(-)	(-)		
3	(-)	(-)	(-)		
4	(-)	(-)	(-)		
5	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
6	(-)	(-)	(-)		
7	(+)	(+)	(-)	0,81	Metamidofos
8	(+)	(+)	(-)	0,80 - 0,91	Metamidofos / Dimetoato
9	(-)	(-)	(-)		
10	(-)	(-)	(-)		
11	(-)	(-)	(-)		
12	(-)	(-)	(-)		
13	(-)	(-)	(-)		
14	(+)	(+)	(-)	0,91	Clorpirifos
15	(-)	(-)	(-)		
16	(-)	(-)	(-)		
17	(-)	(-)	(-)		
18	(+)	(+)	(-)	0,81 - 0,90	Metamidofos / Clorpirifos
19	(-)	(-)	(-)		
20	(-)	(-)	(-)		
21	(-)	(-)	(-)		
22	(-)	(-)	(-)		
23	(+)	(+)	(-)	0,80	Metamidofos
24	(-)	(-)	(-)		
25	(+)	(+)	(-)	0,89	Clorpirifos
26	(-)	(-)	(-)		
27	(-)	(-)	(-)		
28	(+)	(+)	(-)	0,90	Dimetoato
29	(-)	(-)	(-)		
30	(-)	(-)	(-)		

ANEXO N° 5

HOJA DE ENCUESTA

I. DATOS GENERALES

Nombres y apellidos _____
 Edad _____ años.
 Sexo _____
 Peso _____ Kg.
 Talla _____ m.
 Dirección _____

II. HISTORIA LABORAL

- 2.1. Nivel de instrucción
 a) Primaria b) Secundaria c) Ninguna
- 2.2. Qué ocupación tiene actualmente?
 a) Fumiga b) No fumiga c) Otros _____
- 2.3. Hace cuánto tiempo fumiga? _____
- 2.4. Qué tipo de plaguicida utiliza? _____
- 2.5. Qué tipo de equipo utiliza para fumigar
 a) Mochila b) Motobomba
- 2.6. En qué estado se encuentra su equipo de fumigación?
 a) Bien b) Regular c) Mal
- 2.7. Señale si realiza las siguientes actividades:
- | <i>Actividades</i> | <i>Si</i> | <i>No</i> |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Prepara la mezcla del producto | | |
| Reutiliza envases | | |
| Compra y transporta | | |
| Almacena en su casa | | |
- 2.8. Dónde almacena los plaguicidas
 a) Dentro del hogar b) Fuera del hogar
- 2.9. Dónde y cómo desecha los envases de plaguicida?

- 2.10. Durante la aplicación se moja alguna parte de su cuerpo?
 a) Si b) No

2.11. Qué implementos de protección utiliza cuando fumiga?

<i>Implementos</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
Sombrero o gorra		
Pañuelo		
Mascara y protector de ojos		
Zapatos o botas		
Guantes		
Delantal		
Espaldar		
Camisa o polo		
Pantalón		
Sandalias		

III. HISTORIA DE MODO Y ESTILO DE VIDA

3.1. Al final de la jornada de trabajo acostumbra usted a bañarse?

Sí No

3.2. Sí fumiga dos o tres días ¿usa la misma ropa?

Sí No

3.3. Consume alimentos, fuma y/o toma bebidas alcohólicas en el mismo lugar de trabajo?

Sí No

IV. CONOCIMIENTOS

4.1. Usted ha recibido asesoría técnica alguna vez?

Sí No

4.2. Sabe usted como auxiliar a un intoxicado al no contar con un médico? Por ejemplo.

4.3. Sabe reconocer una intoxicación por plaguicidas?

4.4. Conoce la vía de intoxicación?

 a) Olfato b) Oral c) Dérmica

4.5. Conoce usted los efectos dañinos que producen los plaguicidas?

Sí No

V. SALUD

5.1. Tuvo Ud. antecedente de Intoxicación a Plaguicidas?

Sí No

5.4. Ha recibido tratamiento médico por algún problema de salud relacionado a plaguicidas?

Sí No

5.5. Qué medicamentos está tomando actualmente?

5.6. Señale Ud. si presenta algunas molestias con relación a la labor agrícola que realiza

<i>Efectos Muscarínicos</i>	<i>Efectos Nicotínicos</i>	<i>Efectos Neurológicos</i>
Visión borrosa ()	Mareos ()	Ansiedad ()
Miosis ()	Cefalea ()	Depresión ()
Hiperemia conjuntival ()	Palidez ()	Perturbación mental ()
Rinorrea ()	Hipertensión arterial ()	Somnolencia ()
Hiperemia de Mucosas ()	Calambres ()	Calambres ()
Disnea ()	Mialgias ()	Depresión Central Respiratoria y Circulatoria ()
Dolor torácico ()	Debilidad general ()	Confusión ()
Tos ()	Parálisis Flácida ()	Coma ()
Cianosis ()	Fasciculaciones ()	Convulsión ()
Bronco constricción ()		Ataxia ()
Anorexia ()		
Náuseas ()		
Cólicos ()		
Tenesmo ()		
Sialorrea ()		
Diarrea ()		
Bradycardia ()		
Micción involuntaria ()		
Disuria ()		
Hipersecreción ()		
Sudoración ()		

5.7. Ha sido diagnosticado por un médico de:

<i>Enfermedad</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
Alergias		
Anemia crónica		
Antecedentes de intoxicación alcohólica		
Bronquitis, sinusitis		
Cáncer de piel		
Cirrosis		
Derrame o trombosis cerebral		
Desnutrición		
Diabetes		
Enfermedad neurológica		
Enfermedades mentales		
Epilepsia		
Hepatitis		
Hígado grande		
Leucemia		
Meningitis		
Neumonía		
Pérdida de la visión		
Pérdidas auditivas		
Presión alta		
Tuberculosis		
Úlcera de estómago		

NIVEL DE ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA SÉRICA: _____ mU/mL.