

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**  
**TECNOLOGÍA MÉDICA**

*“Niveles de Colinesterasa como Marcador de Exposición a Insecticidas Organofosforados,  
Veladero, Chiriquí, 2008”*

**Elaborado por:**

SERRANO VARGAS DEMETRIO 4-735-777

SOLÍS GONZÁLEZ VERÓNICA 4-736-609

**Trabajo de graduación para optar por el título  
de Licenciatura en Tecnología Médica**

**Asesor: Lic. Fernando De León**

**David, Chiriquí**

**República de Panamá**

**-2008-**

#17952 e.1 donación ob/ant UNACHI BDR.R.J.J. S.R.N. 29-7-08

## *Dedicatoria*

A Dios, por darme la oportunidad de cumplir esta meta; y por poner en nuestro camino a personas de bien cuyo único interés era ofrecernos una mano amiga en momentos difíciles,

A mis padres, Roger Solís y Vielka González, en quienes he encontrado apoyo incondicional; y porque me brindaron la oportunidad de convertirme en una mujer profesional,

A mi abuela, Celmira Araúz, y mi tía, Valeska González, por sus sabios consejos y por el toque de ternura impregnado en mi vida,

A mi compañero de tesis, Demetrio Serrano, quien no sólo es tal cosa sino que es la luz de mi vida.

*Verónica E. Solís G.*

## *Dedicatoria*

Al Todopoderoso, por permitir y darme la oportunidad de ver realizados mis objetivos trazados en la consecución de este proyecto;

A mis padres quienes con su esfuerzo han hecho todo lo posible para ayudarme en los estudios y los demás aspectos de mi vida.

A mi compañera de tesis, quien para mi es una persona muy especial.

*Demetrio Serrano Vargas.*

## *Agradecimiento*

A nuestros profesores asesores, Fernando De León, Sherty Pittí y Alexander Serrano, quienes dedicaron parte de su tiempo como guías durante el desarrollo de nuestro proyecto de tesis,

Al los licenciados, Carlos Yunsan y Rolando Martínís, por su cooperación de manera desinteresada,

Al gerente Lic. Roy Monroy por permitirnos realizar nuestra investigación y al personal de la empresa Dolce Pineapple Co., por su colaboración y disposición,

Al Dr. Pedro Vinda, por invitarnos a formar parte de este proyecto investigativo,

Y a quienes nos ayudaron de alguna forma,

Muchas Gracias

## Índice General

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Gráficas.....	viii
Resumen.....	x
I. Marco Teórico.....	1
1. Intoxicación por plaguicidas.....	2
1.1 Frecuencia del problema.....	6
1.2 Grupos de población con mayor riesgo de exposición a plaguicidas.....	8
1.3 Factores de riesgo.....	9
2. La intoxicación por plaguicidas y el impulso nervioso.....	9
2.1 Plaguicidas anticolinesterásicos.....	13
2.1.1 Plaguicidas organofosforados.....	14
2.1.2 Vías de exposición.....	15
2.1.3 Mecanismo de acción.....	16
2.1.4 La prueba de colinesterasa como indicador de exposición a plaguicidas organofosforados.....	18
3. Sistema Químico Automatizado Vitros 250.....	19
3.1 Tecnología "slide".....	21
3.2 Tipos de slide.....	23
3.3 Espectrofotometría de Reflectancia.....	24
3.4 La prueba de Colinesterasa (CHE).....	25
3.4.1 Resumen y Explicación del Test.....	25
3.4.2 Principios del Procedimiento.....	26
3.4.3 Valores de Referencia.....	28
3.5 Ventajas del Sistema Vitros.....	28

II. Materiales y Métodos .....	30
1. Tipo de Estudio .....	31
2. Población estudiada .....	31
3. Selección de la muestra.....	31
4. Materiales y reactivos .....	32
4.1 Materiales .....	32
4.2 Reactivos .....	32
5. Procesamiento de la muestra.....	33
6. Análisis estadístico.....	33
III. Resultados .....	34
IV. Discusión .....	71
V. Conclusiones .....	76
VI. Recomendaciones .....	79
VII. Bibliografía.....	81
Anexos .....	87

## Índice de Tablas

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.	4
2	Frecuencia de edad en el personal muestreado de la empresa Dolce Pinneapple Co.	35
3	Porcentaje del personal muestreado de acuerdo al sexo.	37
4	Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a rangos de edad.	39
5	Nivel académico en el personal muestreado.	41
6	Distribución del personal muestreado de acuerdo a la ocupación en el momento del estudio.	43
7	Distribución del sexo del personal muestreado según la ocupación al momento del estudio.	45
8	Frecuencia de los niveles de colinesterasa en la población muestreada.	47
9	Frecuencia de los niveles de colinesterasa según la edad del personal muestreado.	49
10	Niveles de colinesterasa según el nivel de exposición a plaguicidas organofosforados del personal muestreado.	51
11	Niveles de colinesterasa obtenidos en el grupo expuesto a plaguicidas organofosforados.	53
12	Distribución de los niveles de colinesterasa en grupo no expuesto muestreado.	55
13	Aplicación de plaguicidas según la ocupación del personal muestreado al momento del estudio.	57
14	Uso de equipo de protección personal según la ocupación del personal muestreado.	59

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
15	Tiempo comprendido entre el término de la aplicación del plaguicida y el baño en el personal muestreado.	61
16	Tiempo que transcurre entre el término del trabajo y la ducha; según la ocupación del personal muestreado.	63
17	Frecuencia del cambio de ropa al término de las funciones en el grupo expuesto muestreado.	65
18	Porcentaje del personal muestreado que beben alcohol.	67
19	Frecuencia de la ingesta alcohólica en los empleados muestreados según su nivel de colinesterasa.	69

## Índice de Gráficas

<b>Gráfica</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Diagrama básico de una neurona.	10
2	Tipos de receptores en los efectores y sistema nervioso periférico con los principales neurotransmisores preganglionares y postganglionares.	11
3	Esquema de sinapsis colinérgica.	12
4	Sistema Automatizado Vitros 250.	21
5	Esquema de las partes de un Slide.	23
6	Esquema de slides colorimétricos, inmuno-ratio y potenciométricos.	24
7	Diagrama de un slide de la prueba de Colinesterasa (CHE)	27
8	Esquema de la reacción para determinar niveles de Colinesterasa mediante Vitros 250.	27
9	Frecuencia de edad del personal muestreado en la empresa Dolce Pinneapple Co.	36
10	Porcentaje de la población de estudio muestreada de acuerdo al sexo.	38
11	Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a rangos de edad.	40
12	Porcentaje del nivel académico de la población de estudio muestreada.	42
13	Distribución del personal muestreado por ocupación al momento del estudio.	44
14	Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a las ocupaciones ejercidas en el momento del estudio.	46

15	Distribución de los niveles de colinesterasa en la población muestreada.	48
16	Distribución de los niveles de colinesterasa de acuerdo a la edad del personal muestreado.	50
17	Niveles de colinesterasa según nivel de exposición a plaguicidas organofosforados del personal muestreado.	52
18	Niveles de colinesterasa obtenidos en el grupo expuesto a plaguicidas organofosforados.	54
19	Distribución de los niveles de colinesterasa en el grupo no expuesto a plaguicidas organofosforados.	56
20	Aplicación de plaguicidas acorde a la ocupación del personal muestreado al momento del estudio.	58
21	Uso de equipo de protección personal acorde a la ocupación del personal muestreado.	60
22	Tiempo entre el término de la aplicación del plaguicida y el baño en el personal muestreado.	62
23	Tiempo que transcurre entre el término del trabajo y la ducha en el personal muestreado.	64
24	Hábito de cambio de ropa al término de las funciones, de acuerdo a la ocupación, del personal muestreado	66
25	Porcentaje del personal muestreado que bebe alcohol.	68
26	Frecuencia de la ingesta alcohólica en el personal muestreado según sus niveles de colinesterasa.	70

## Resumen

Las intoxicaciones por plaguicidas representan un importante problema en salud pública, debido a la falta de conciencia en el adecuado de los agroquímicos. En el sector agrícola, el grupo que presenta mayor riesgo de exposición son las personas que se encuentran directamente expuestas a los plaguicidas quienes no cumplen con las normas de protección; lo que da como resultado una mayor probabilidad de desarrollar intoxicación aguda por plaguicidas.

Nuestro estudio, de tipo prospectivo experimental, se realizó en la empresa Dolce Pineapple CO. establecida en Veladero, Gualaca y consistió en la determinación de los niveles de colinesterasa sérica de cien empleados de la empresa, los cuales se encontraban bajo diferentes niveles de exposición a los plaguicidas. Los niveles de colinesterasa se evaluaron para determinar el nivel de exposición a los plaguicidas organofosforados Mocap 6.0 EC y Sundiazinon 3.5 EC, utilizados en esta empresa para el control de plagas, los cuales presentan un alto nivel de toxicidad para el ser humano.

Mediante la realización de este estudio pudimos determinar las ocupaciones que presentan un mayor riesgo para la salud por la exposición directa a los plaguicidas organofosforados, las cuales fueron agrupadas bajo la categoría "grupo expuesto". De este grupo, se encontraron tres empleados varones entre los 18 y 24 años que presentaban niveles de colinesterasa sérica disminuidos. Sus ocupaciones fueron tratamiento de químicos, siembra, fumigación; y su nivel de educación no supera la educación escolar básica. Esto nos indica que las personas con un menor nivel de escolaridad y que se dedican a la aplicación de plaguicidas, tienen un menor conocimiento de la importancia

de utilizar debidamente los equipos de protección y del peligro que los plaguicidas representan para su salud, lo que aumenta las probabilidades de que estas personas sufran intoxicaciones por plaguicidas.

# *Introducción*

En la actualidad, las intoxicaciones por plaguicidas representan un grave problema para el sector agrícola debido a que en los últimos años se ha observado un incremento de la importación anual de los agroquímicos con su consecuente aplicación excesiva en los cultivos de la tierra; esto implica un mayor riesgo de exposición a los trabajadores quienes se dedican a aplicar periódicamente los plaguicidas <sup>(18)</sup>.

Los riesgos derivados de los productos químicos tóxicos suelen ser más elevados para las personas que viven en condiciones de pobreza y carecen de posibilidades para protegerse o para evitar la exposición a esos productos. A ello se añade que las personas pobres con frecuencia tienen poca o ninguna conciencia de los eventuales riesgos en vista de su bajo nivel de educación y falta de información. Quienes sufren los efectos de las sustancias químicas tóxicas a menudo encuentran dificultades para gozar de acceso a servicios eficaces y oportunos de atención de salud. Esta situación es particularmente grave para determinados grupos, tales como los niños trabajadores <sup>(16)</sup>.

Los plaguicidas organofosforados y los carbamatos son conocidos como plaguicidas anticolinesterásicos debido a que actúan inhibiendo a las enzimas acetilcolinesterasa y butirilcolinesteras. Estas enzimas desdoblan la acetilcolina y butirilcolina, respectivamente, y ambos son neurotransmisores que participan en la transmisión normal del impulso nervioso entre neuronas colinérgicas <sup>(23)</sup>.

El sector agropecuario en Panamá aporta el 12% del Producto Interno Bruto (PIB) en el País y participa en este tipo de actividades el 35% de la población. Sin embargo, hay en Panamá un abuso de plaguicidas, los que han provocado gran número de muertes en los

últimos años. Se calcula que en el año 2001, existieron 11.4 intoxicaciones por plaguicidas por cada cien mil personas con un 5% de letalidad <sup>(18)</sup>.

El propósito del presente trabajo es determinar el nivel de exposición a los insecticidas organofosforados en cien empleados de la empresa Dolce Pineapple CO., establecida en Veladero, Gualaca.

# *I. Marco Teórico*

## **1. Intoxicación por plaguicidas**

Las intoxicaciones por plaguicidas representan un importante problema en salud pública debido a la diversidad de químicos que los constituyen, el elevado número de principios activos y las múltiples aplicaciones en, prácticamente, todas las actividades de la vida diaria.

Los plaguicidas constituyen un amplio número de productos utilizados para combatir las plagas de insectos, animales o plantas perjudiciales <sup>(22)</sup>. Los insecticidas y herbicidas presentan mayor importancia toxicológica pues son utilizados frecuentemente como productos agrícolas a fin de preservar cultivos de la tierra.

Debido a la gran cantidad de familias químicas implicadas, la clasificación de los plaguicidas resulta difícil; teniendo en cuenta las plagas sobre las que se usan y la relación con la familia química, los plaguicidas pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Insecticidas
  - Organoclorados
  - Organofosforados
  - Carbamatos
  - Piretroides
- Fungicidas
  - Organoclorados
  - Organomercuriales
- Herbicidas

- Bipiridílicos
- Organoclorados
- Otros
- Raticidas
  - Dicumarínicos

Otra manera de clasificar los plaguicidas es de acuerdo al nivel de toxicidad de éstos. Atendiendo a su peligrosidad para las personas, por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea, se clasifican en cuatro categorías:

- De baja peligrosidad: no entrañan riesgos apreciables.
- Nocivos: Entrañan riesgos apreciables.
- Tóxicos: Pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
- Muy tóxicos: Pueden entrañar riesgos en extremo graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.

La clasificación toxicológica de los plaguicidas en estas categorías se realiza a su toxicidad aguda, expresada en DL50 (mg/kg de peso) para las vías dérmicas y oral; y el CL50 (mg/L de aire) para los plaguicidas gaseosos o para los que se comercializan en forma de gas licuado, así como para los fumigantes o aerosoles. La nomenclatura DL50 se refiere a la dosis letal media correspondiente a la cantidad de plaguicida capaz de producir la muerte del 50% de los individuos del lote de estudio. Por otro lado, el CL50 es la concentración de plaguicida que puede causar la muerte del cincuenta por ciento de los expuestos al agroquímico. De acuerdo a ésta clasificación, las dosis varían de acuerdo a la vía de exposición y al nivel de toxicidad <sup>(20)</sup>.

**Tabla Nº1: Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad aguda.**

	Vía Oral (DL50)		Inhalación CL50	Vía Dérmica (DL50)	
	Sólido	Líquido		Sólido	Líquido
Muy tóxicos	<5	<25	<0.5	>10	<50
Tóxicos	5-50	25-200	0.5-2	10-100	50-400
No tóxicos	50-500	200-2.000	2-20	100-1.000	400-4.000
Baja peligrosidad	>500	>2.000	>20	>1.000	>4.000

DL50 en mg/kg de peso, para las vías oral y dérmica, y CL50 en mg/l de aire.

Obtenido de: Medicina Preventiva y Salud Pública, Piédrola Gil, 2001.

El desarrollo de plaguicidas sintéticos ha sido un avance científico importante que ha posibilitado un aprovechamiento más intenso de la agricultura. Sin embargo, no se ha obtenido hasta ahora un plaguicida que ejerza su efecto en forma selectiva sólo contra las plagas sin afectar negativamente a los seres humanos, especialmente cuando son utilizados en forma inadecuada.

El gran avance obtenido en el control de las plagas ha provocado aparición de productos cada vez más tóxicos, cuya toxicidad se extiende hacia el hombre provocando un mayor número de pacientes afectados; por lo que una intoxicación por plaguicidas puede definirse como toda persona que después de haber estado expuesta a uno o más plaguicidas presenta en las primeras 48 horas manifestaciones clínicas de intoxicación localizada o sistémica, o alteraciones en las pruebas de laboratorio específicas compatibles con intoxicación luego del contacto y sintomatología compatible con una intoxicación (sistémica o localizada) y con antecedente de exposición a plaguicidas <sup>(7)</sup>.

Según el tipo de exposición a plaguicidas las intoxicaciones se clasifican en:

- No intencional
  - Laboral: Intoxicación con causa u ocasión de su trabajo, sea en el lugar del trabajo o en relación con las tareas que desempeña.
  - Accidental no laboral: Intoxicación originada por una exposición presentada en forma inesperada, excluyendo la laboral e intencionales.
- Intencional
  - Voluntaria: Intoxicación con fines suicidas
  - Provocada: Intoxicación por agresión a terceros (homicidio).

La exposición a los plaguicidas y otros productos agroquímicos es uno de los principales riesgos laborales, y en ciertos países es la causa del 14% de las lesiones laborales en el sector agrícola y del 10% de las lesiones mortales <sup>(2)</sup>. La amplitud de los riesgos para la salud, debido a la exposición a los productos agroquímicos, depende de los productos utilizados, del modo de aplicación, del tipo de cultivo, de la exposición del operario, de la sensibilidad personal y de las condiciones meteorológicas.

El panorama general del trabajo en el campo muestra la casi inexistente aplicación de medidas preventivas para disminuir los riesgos asociados con la aplicación de agroquímicos. La exposición a plaguicidas supone siempre un riesgo para la salud de las personas, por la posibilidad de producir efectos o acciones perjudiciales. Esto quiere decir, que aunque no todas las personas que están en contacto con plaguicidas sufren daños en su salud, lo que sí tienen son más posibilidades de llegar a sufrirlos.

## 1.1 Frecuencia del problema

En las zonas agrícolas donde los plaguicidas se usan de forma habitual, las intoxicaciones agudas son especialmente frecuentes. En Centroamérica se estima que el 3% de los trabajadores agrícolas expuestos sufren una intoxicación aguda por plaguicida. Actualmente se registran más de siete mil episodios de envenenamiento por plaguicidas por año en esta región. De esos, el 40% está relacionado con el trabajo y el resto es la consecuencia de accidentes o de intentos de suicidio <sup>(18)</sup>.

La tasa de incidencia para las intoxicaciones agudas por plaguicidas en la región Centroamericana ha mostrado un progresivo aumento del riesgo pasando de tasas de 6.3 casos por cien mil habitantes en 1992 a 19.5 casos en el año 2000 <sup>(17)</sup>. De acuerdo con los datos obtenidos a través del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Centroamérica, las tasas de mortalidad registran una tendencia de ascenso pasando de 0.3 muertes por cien mil habitantes en 1992 a 2.10 muertes en el año 2000, debido también al hecho que existe una mayor vigilancia y sospecha de esta patología por el personal de salud.

En los siete países del Istmo Centroamericano (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) hubo un aumento constante en el uso de plaguicidas en las últimas décadas; incrementando progresivamente la importación de éstos químicos de treinta y cuatro a cuarenta y cinco millones de kilogramos entre los años 1994 y 2000, lo que equivale a un aumento del 32% en sólo seis años. Al inicio de la presente década, los países que más plaguicidas utilizaban por hectárea cultivada eran Panamá y Costa Rica, siendo veintiuno y veinte kilogramos, respectivamente <sup>(17)</sup>.

El sector agropecuario en Panamá aporta el 12% del Producto Interno Bruto (PIB) en el país y participa en este tipo de actividades un 35% de la población. Sin embargo, hay en Panamá un abuso de plaguicidas, provocando un gran número de muertes en los últimos años. Se calcula que en el 2001 existieron 11.4 intoxicaciones por plaguicidas por cada cien mil personas con un 5% de letalidad <sup>(18)</sup>.

La provincia de Chiriquí mantiene registros de las intoxicaciones agudas por plaguicidas desde el año 1985, pero mantenía un alto nivel de subregistro; al igual que en el resto de las regiones del país. Durante los años de 1996 y 2001 se atendieron en las instalaciones de salud un total de 1166 casos de intoxicación aguda por plaguicidas con una media anual de 194,3; notificándose un total de setenta y nueve defunciones. Este promedio de intoxicaciones ha aumentado en este periodo debido a que hay una captación de los casos a nivel de las instalaciones de salud. De los casos reportados el 43.2% de las intoxicaciones ocurren dentro del ambiente laboral, en donde el 80.5% corresponde al sexo masculino por tener un mayor grado de exposición y por ende mayor riesgo <sup>(3)</sup>.

Actualmente, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de las Intoxicaciones por Plaguicidas en la Provincia, registró 131 casos en el año 2005, de los cuales el 38.2% fueron causados por plaguicidas organofosforados. El grupo más afectado estaba constituido por empleados del género masculino entre los 25 y 49 años de edad que sufrieron la intoxicación por plaguicida durante horas laborales. La mayoría de los casos se registraron en el distrito de Bugaba seguido del distrito de David y el Barú.

Aún cuando las intoxicaciones por plaguicidas son reportadas y registradas de acuerdo al plaguicida que las causa, la mayoría de las personas intoxicadas no conocen el plaguicida

causante de dicha intoxicación, lo cual representa un obstáculo para propiciar el tratamiento debido a que estos pacientes evolucionan rápidamente hacia un desenlace fatal de no haber un diagnóstico precoz y tratamiento adecuado <sup>(5)</sup>.

## **1.2 Grupos con mayor riesgo de exposición a plaguicidas**

Aún cuando la mayoría de los casos de intoxicaciones se reportan en el área laboral, también existen otros grupos de la población que se encuentran altamente expuestos a los plaguicidas causantes de intoxicaciones. Estos grupos se dividen en:

- Laboral
  - Trabajadores del sector agrícola, agroindustrial y forestal (aplicador, mezclador)
  - Trabajadores expuestos a aplicación en su lugar de trabajo o vecinas.
  - Trabajadores aplicadores urbanos de plaguicidas.
  - Trabajadores del sector transporte, almacenamiento y comercialización de plaguicidas.
  - Trabajadores en otras actividades económicas expuestos a plaguicidas.
  
- Poblacional
  - Estudiantes de colegios rurales vecinos a predios donde se aplica plaguicidas (terrestre- aéreo).
  - Personas expuestas a aplicaciones domésticas y por campañas: casas,

escuelas, lugares públicos, entre otras.

- Comunidades Rurales que viven cerca del predios donde se aplica plaguicida (terrestre- aéreo).
- Familiares de trabajadores agrícolas
- Personas expuestas al consumo de alimentos y agua contaminada.

### **1.3 Factores de riesgo**

Si bien se han desarrollado programas para concientizar a la población acerca de los peligros del uso de los plaguicidas, aún se mantienen factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de dichas intoxicaciones. El uso inadecuado de los productos agroquímicos es el principal factor debido al aumento de la importación de plaguicidas para su uso en el área agrícola. De igual importancia, el escaso conocimiento sobre los riesgos para la salud de los plaguicidas y la falta de cumplimiento de las normas de prevención (uso de equipo de protección personal) propician el desarrollo de las intoxicaciones en los trabajadores agrícolas. Esto se da debido al bajo nivel de educación en las personas que efectúan la aplicación del plaguicida.

## **2. La intoxicación por plaguicidas y el impulso nervioso**

El ser humano, como un entramado de componentes naturales, posee elementos fundamentales para el funcionamiento de su cuerpo. Así se destacan las células en las cuales se da la trasmisión del impulso nervioso, conocidas como neuronas. Las neuronas son células nerviosas encontradas en todo el cuerpo; son el elemento fundamental de la

estructura del sistema nervioso. Éstas son células excitables especializadas en la recepción de estímulos y conducción del impulso nervioso.

Las partes primarias de una neurona son:

- El cuerpo celular o soma que es la parte central de la neurona, y de ahí salen las prolongaciones que permiten la comunicación nerviosa.
- Las dendritas, con número y estructura variable según el tipo de neurona, transmiten los potenciales de acción desde las neuronas adyacentes hacia el cuerpo celular (soma).
- El axón es una de las prolongaciones más importantes de la neurona, pues actúa como un cable para transmitir los impulsos nerviosos o potenciales de acción, desde el cuerpo celular, hasta la siguiente célula.

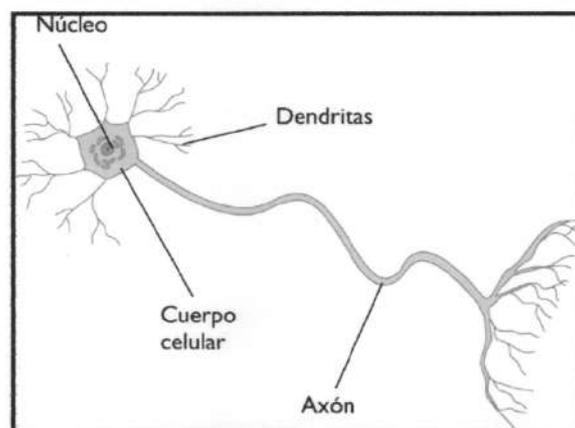


Gráfico N°1: Diagrama básico de una neurona. Obtenido en: <http://www.kalipedia.com/ciencias-vida/tema/graficos-partes-neurona.html>

Un impulso nervioso es una onda de naturaleza eléctrica que recorre toda la neurona y que se origina como consecuencia de un cambio transitorio de la permeabilidad en la

membrana plasmática, secundario a un estímulo <sup>(14)</sup>.

La acetilcolina es el mediador químico responsable de la transmisión fisiológica del impulso nervioso de:

- Las neuronas pre-ganglionares a las postganglionares en los sistemas parasimpáticos y simpáticos denominados receptores nicotínicos los cuales están unidos a proteínas G.
- Las fibras post-ganglionares parasimpáticas a los órganos efectores y de las fibras post ganglionares simpáticas a las glándulas sudoríparas denominados receptores muscarínicos que contiene canales de sodio.
- Los nervios motores al músculo esquelético.
- Algunas terminaciones nerviosas en el Sistema Nervioso Central.

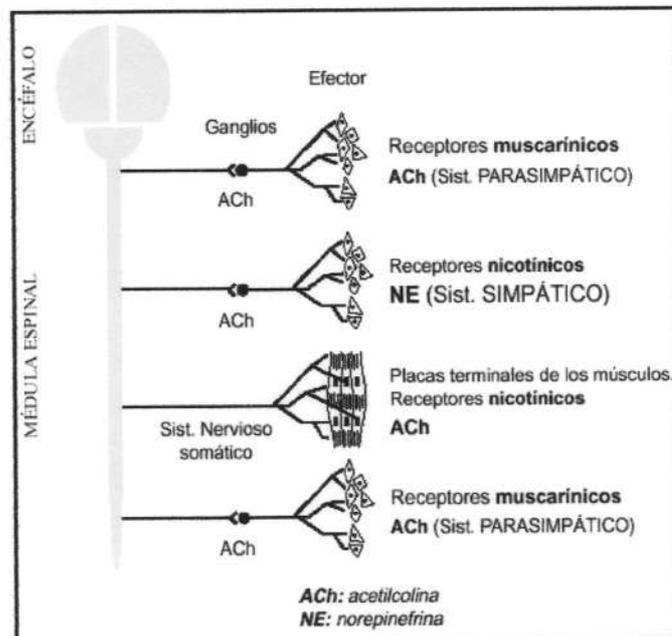


Gráfico N°2: Tipos de receptores en los efectores y sistema nervioso periférico con los principales neurotransmisores preganglionares y postganglionares. Obtenido en: [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_512.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_512.htm)

En condiciones normales, el potencial de acción eléctrico viaja a lo largo del axón de una neurona hacia las dendritas de otra neurona, y se convierte en un mensajero químico en la forma de un neurotransmisor llamado acetilcolina (ACh) y es incorporado en vesícula sináptica. La acetilcolina liberada por la vesícula viaja a través del espacio intersináptico hacia la próxima célula, se une a los receptores muscarínicos y receptores nicotínicos y excita la próxima célula. Cuando el impulso nervioso es transmitido, la acetilcolina es liberada de los receptores y la enzima acetilcolinesterasa degrada a la acetilcolina excedente en el espacio intersináptico, separándola en sus componentes: ácido acético y colina; que son reabsorbidos por la primera célula nerviosa (la célula nerviosa precedente) y reciclados para formar más acetilcolina. De esta manera la neurona queda lista para recibir otro impulso nervioso.

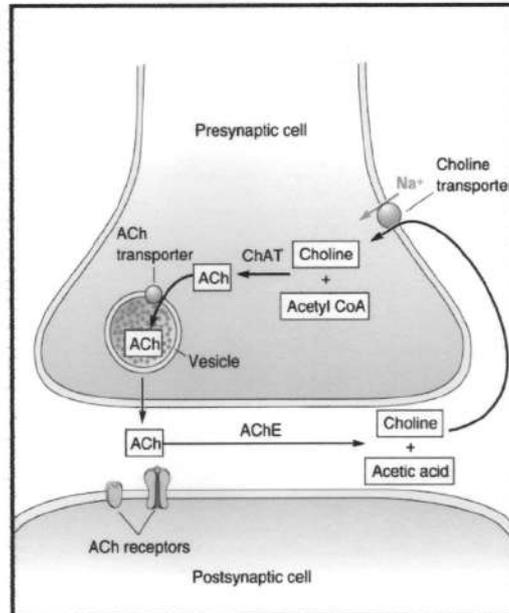


Gráfico N°3: Esquema de una sinapsis colinérgica. Obtenido en: <http://www.bioon.com/book/biology/whole/image/6/6.10.jpg>

Cuando existe intoxicación por plaguicidas éstos reaccionan con la zona esterásica de la enzima colinesterasa formando una unión estable irreversible, inhabilitándola para su función normal causando una acumulación del neurotransmisor acetilcolina en la hendidura sináptica produciendo una sobre estimulación nerviosa que se manifiesta mediante una gran variedad de síntomas <sup>(24)</sup>.

### **2.1 Plaguicidas anticolinesterásicos**

Los plaguicidas anticolinesterásicos son un grupo que causan la inhibición de las enzimas colinesterasas. Estos incluyen a insecticidas organofosforados, herbicidas carbamatos y aquellos que se disuelven en hidrocarburos del tipo kerosene <sup>(11)</sup>. Aunque estos plaguicidas pertenecen a diferentes grupos químicos, presentan el mismo mecanismo de acción dado por inhibición de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, encargada de degradar el neurotransmisor acetilcolina cuya acumulación ocasiona potenciación de los efectos colinérgicos.

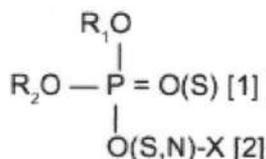
El primer insecticida carbamato que tuvo éxito fue el carbarilo, conocido comercialmente como Sevin®, que fue introducido en 1956 <sup>(25)</sup>. Todos los insecticidas carbamatos tienen una composición química con una estructura central común denominada ácido carbámico. Los diferentes radicales que se añaden pueden conferirle una acción insecticida, con gran efecto anticolinesterásico.

Los compuestos organofosforados se conocen desde el siglo pasado y sus efectos nocivos, tanto para el hombre como para los seres vivos, desde 1930. El primer producto

usado como insecticida organofosforado (IOF), en 1994 fue el *paration* <sup>(22)</sup>. Desde entonces, hasta la fecha se han obtenido más de treinta y cinco mil compuestos, la mayoría como insecticidas para uso agrícola, industrial y doméstico en la composición de insecticidas para cucarachas y hormigas. El mayor riesgo de exposición a los compuestos organofosforados se da en los trabajadores de fábrica que intervienen en la producción y formulación de estos productos, también quienes trabajan en fumigaciones, en tareas agrícolas.

### 2.1.1 Plaguicidas organofosforados

El primer organofosforado producido en forma industrial es el Bladan o TEPP (tetraetilpirofosfato) y fue utilizado por primera vez como insecticida en Alemania <sup>(21)</sup>. Los plaguicidas organofosforados constituyen un amplísimo grupo de compuestos de síntesis, en general altamente tóxico. Estos se caracterizan por la presencia de (en general) tres funciones éster, y la fórmula general de estos compuestos es la siguiente:



En la que  $\text{R}_1$  y  $\text{R}_2$  son radicales alquilo, generalmente del grupo metilo o etilo; el grupo X es característico de cada especie química, siendo frecuentemente un radical arilo, y suele contribuir de forma importante a sus propiedades físicas y químicas y biológicas. Dependiendo de los elementos concretos que ocupen determinadas posiciones en la molécula, los organofosforados se pueden dividir en 14 grupos, de los que los más importantes son: fosfatos, tionatos, tiolatos, tiolotionatos, fosfonatos y fosforoamidato.

Estos insecticidas, en general, son marcadamente apolares, lo que significa que desde el punto de vista químico la mayoría son escasamente solubles en agua, y desde el punto de vista biológico tienden a disolverse en grasas. Por tal motivo la piel, donde se encuentra una importante capa de tejido con elevado contenido en lípidos, puede constituirse en una importante vía de entrada. La estabilidad de los organofosforados depende del pH del medio; a pH fuertemente alcalino estos plaguicidas se descomponen, lo que puede ser utilizado para destruirlos.

En la provincia de Chiriquí, se registraron un total de 56 casos de intoxicaciones por plaguicidas organofosforados para el año 2007. De éstos 39 casos ocurrieron en hombres y 17 en mujeres; y de acuerdo a rangos de edad, la mayor cantidad de casos se registró entre las edades de 25 y 49 años.

### **2.1.2 Vías de exposición**

En el ámbito laboral, la exposición puede tener lugar por las tres vías clásicas: digestiva, inhalatoria y dérmica, incluyendo la exposición a la ropa de trabajo <sup>(4)</sup>. La vía digestiva directa se suele considerar como accidental cuando existe ingesta de alimentos contaminados; o puede ser considerada como intencional cuando se sospecha de ingestión por motivos suicidas <sup>(15)</sup>. Deberá, por tanto, evitarse en todo momento el contacto de alimentos, y su almacenamiento, con tales productos, así como comer, beber o fumar durante su manipulación o sin lavarse previamente las manos y la cara.

La entrada a través de la piel se facilita por la cualidad del plaguicida para disolverse con los lípidos presentes en el tejido, facilitando su entrada al organismo y así causar intoxicación <sup>(15)</sup>. La toxicidad real por vía dérmica depende de la rapidez con que el

ingrediente activo sea capaz de alcanzar la circulación general y de la toxicidad inherente al propio producto. La vía dérmica está muy estrechamente relacionadas con la exposición en las distintas operaciones en que se pueden manipular este tipo de productos por parte de operarios con distintas actividades o de personas que accidentalmente pueden entrar en contacto con ellos sin manipularlos.

La absorción por vía inhalatoria debe ser tomada especialmente en consideración cuando se trata de plaguicidas empleados en forma de aerosoles o cuyo ingrediente activo pasa fácilmente al estado de vapor o se trata de un gas. En general, la absorción por esta vía es muy elevada y si no se dispone de datos experimentales que demuestren lo contrario, se considera que es del 100% <sup>(15)</sup>.

### **2.1.3 Mecanismo de acción**

Una vez penetrado el plaguicida en el organismo requiere ser, en ocasiones, metabolizado antes de convertirse en un compuesto biológicamente activo y por tanto nocivo, en el organismo. El metabolismo de estos compuestos transcurre principalmente en el hígado y como resultado final se originan los “grupos salientes” que son característicos de cada organofosforado en particular (por acción de citocromos P-450) y un total de hasta 8 alquilfosfatos diferentes (por acción de las esterasas A) que son comunes para el conjunto de los organofosforados. De estos últimos, los 6 más frecuentes son los siguientes: el dimetilfosfato (DMP), dietilfosfato (DEP), dimetiltiofosfato (DMTP), dietiltiofosfato (DETP) dimetilditiofosfato (DMDTP), dietilditiofosfato (DEDTP); el dimetilfosforotiolato (DMPTh), y el dietilfosforotiolato (DEPTh) son menos frecuentes <sup>(15)</sup>.

Una vez metabolizado el insecticida organofosforado, el metabolito activo llega al tejido nervioso y compite con la acetilcolina por el sitio de unión de la enzima debido a la estructura química de ésteres propia de los insecticidas organofosforados, representando un metabolito afín con la enzima. Cuando el plaguicida se une a la acetilcolinesterasa, se forma el complejo acetilcolinesterasa-plaguicida, en donde la enzima es fosforilada por el plaguicida. Esta unión es más estable y fuerte que la unión entre la acetilcolina su respectiva enzima, provocando la inactivación de la enzima, y por lo tanto se acumula el neurotransmisor acetilcolina en el sitio presináptico de manera que se sobreestiman los receptores muscarínicos, nicotínicos y musculares desarrollándose intoxicación aguda por plaguicidas que presenta el siguiente cuadro clínico:

- Síntomas muscarínicos: miosis (signo útil para el diagnóstico), visión borrosa, pérdida de visión, lagrimeo, rinorrea, estridor, hipersecreción bronquial, tos, broncoespasmo, bradicardia, hipotensión, salivación, náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, incontinencia fecal y urinaria, sudoración, etc.
- Síntomas nicotínicos: fasciculaciones, calambres, debilidad muscular, parálisis, temblor, hipertensión y taquicardia.
- Efectos sobre el SNC: ansiedad, insomnio, ataxia, convulsiones, depresión, pérdida de memoria, depresión respiratoria y estado de coma.

Puede haber también hiperglucemia, acidosis metabólica, cetosis, leucocitosis e hipocaliemia.

La muerte se produce en insuficiencia respiratoria por hipersecreción y broncoconstricción en la primera fase o por parálisis respiratoria periférica o central en la segunda. Otras causas de muerte son de origen cardiovascular, habiéndose descrito arritmias, bloqueo y parada cardíaca o por lesión anóxica cerebral irreversible. También puede producirse la muerte por la evolución a un síndrome de distrés respiratorio o en fracaso multiorgánico <sup>(8,9)</sup>.

#### **2.1.4 La prueba de colinesterasa como indicador de exposición a plaguicidas organofosforados**

Cabe mencionar que existen dos enzimas que se utilizan como indicador de exposición a plaguicidas organofosforados:

- La enzima acetilcolinesterasa, también llamada colinesterasa de glóbulo rojo (CGR), colinesterasa eritrocítica, o (más formalmente) acetilcolina acetilhidrolasa, su ubicación está principalmente en el tejido nervioso y en la sangre.
- La enzima llamada pseudocolinesterasa, también conocida como colinesterasa sérica, butirilcolinesterasa, o, más formalmente, acilcolina acilhidrolasa, u se localiza en el hígado.

Ambos compuestos catalizan la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina sobrante en el espacio sináptico en colina y ácido acético, reacción necesaria para permitir que la neurona colinérgica retorne a su estado de reposo luego de la activación, evitando así una transmisión excesiva de acetilcolina, que produciría una sobreestimulación del músculo

y, como consecuencia, debilidad y cansancio. La diferencia entre los dos tipos de colinesterasa está en sus respectivas preferencias por substratos: la primera hidroliza acetilcolina más rápido; la segunda hidroliza butirilcolina más rápido.

Ambas enzimas se utilizan como complemento en el diagnóstico de intoxicación por plaguicidas. La enzima acetilcolinesterasa se utiliza para sistemas de vigilancia de la exposición crónica y en casos de intoxicación aguda; mientras que la enzima pseudocolinesterasa constituye una ayuda importante para el diagnóstico de intoxicaciones agudas. Aunque la enzima acetilcolinesterasa se encuentra en mayor proporción en el tejido nervioso, la colinesterasa sérica es más sensible para el diagnóstico, aunque menos específica pues existen diferentes casos en donde se observan disminución de la enzima, tales como la cirrosis alcohólica.

La enzima pseudocolinesterasa se regenera espontáneamente en días o semanas, mientras la eritrocitaria puede tardar tres o cuatro meses en normalizarse. De modo orientativo se considera que en la intoxicación aguda, las manifestaciones clínicas aparecen cuando ya más del 50% de la actividad colinesterásica eritrocitaria está inhibida; en los casos leves, la colinesterasa sérica desciende 50% a 80%, en los casos moderados desciende de un 80% a 90%, y en los casos graves más disminuye del 90% <sup>(1)</sup>.

### **3. Sistema Químico Automatizado Vitros 250**

Actualmente el desarrollo de nuevas tecnologías ha causado un gran impacto en nuestro mundo moderno y éstas tecnologías no solamente han facilitado nuestras tareas cotidianas, más bien han permitido el acceso a nuevos servicios de salud, los cuales facilitan el diagnóstico de diferentes enfermedades, traducido en una ventaja para los

pacientes en busca de un tratamiento oportuno de sus enfermedades.

El Sistema Vitros es uno de los sistemas automatizados más popularmente utilizados en hospitales y ciertos centros de salud de la provincia de Chiriquí es el Sistema Vitros, este presenta diferentes modelos. El modelo utilizado para la realización de nuestra investigación fue el Sistema Automatizado Vitros 250 de la Policlínica Básica de Nuevo Vedado. Creado por la compañía Jhonson & Jhonson, con capacidad de doscientos cincuenta pruebas por hora y cuenta con un amplio menú de pruebas con cuarenta y tres pruebas directas y catorce calculadas.

Este sistema cuenta con dos componentes principales: la unidad de control y la unidad principal. La unidad de control está compuesta por una pantalla táctil en donde se le asignan las tareas a realizar a la unidad principal. La unidad de control se considera la unión entre el operador y el analizador. La unidad principal se refiere al sistema analizador que contiene el sistema computarizado y los módulos para el manejo de los slides.

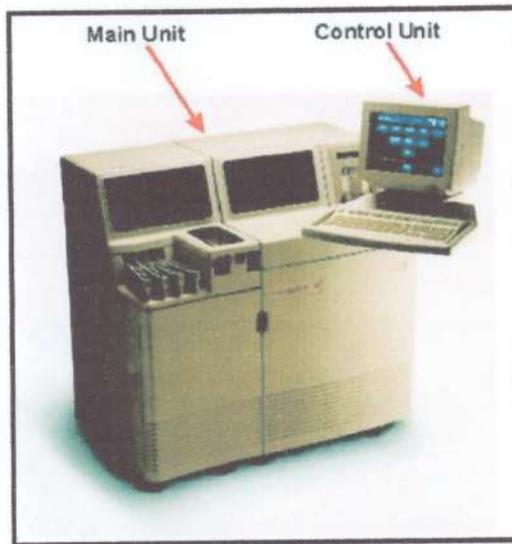


Gráfico N°4: Sistema Automatizado Vitros 250. Obtenido de: [http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd\\_lao/ocd\\_ao1.htm](http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd_lao/ocd_ao1.htm)

El Sistema Químico Vitros 250 realiza determinaciones de química seca mediante una muy popular tecnología denominada “slide”. Estos slides vienen contenidos en cartuchos en donde cada uno es utilizado para la realización de un “test” o prueba. Actualmente, existe una amplia gamma de pruebas que son realizadas mediante de esta tecnología. Una de ellas es la prueba de colinesterasa (CHE) la cual que hemos utilizado para nuestra investigación.

### 3.1 Tecnología “slide”

En la tecnología del slide, con el tamaño de una estampilla, existen multicapas de reactivo aplicadas a un soporte de poliéster. Dependiendo de la prueba, la muestra (plasma, suero, orina o líquido cefalorraquídeo) entra en contacto con estas capas

químicas secas y se produce una reacción controlada, medida por el sistema mediante diferentes técnicas; entre las cuales tenemos: punto final, doble longitud de onda, ratio de dos puntos, ratio de multipuntos y potenciometría <sup>(12)</sup>.

La mayoría de los slides están compuestos por cuatro capas, que puede variar dependiendo del tipo de slide y del ensayo. Aunque existen diferentes slides utilizados en diferentes pruebas, todos tienen una estructura básica común, conformada de la siguiente forma:

- **Capa diseminadora (Spreading layer):** superficial y porosa por medio de la cual la muestra penetra a través de las otras capas. Esto permite la distribución uniforme de la muestra. También tiene la capacidad de filtrar algunas moléculas que pueden interferir con la prueba como proteínas y hemoglobina. También provee un fondo blanco para propósitos reflectivos. En algunas pruebas pueden contener reactivos encargados de romper moléculas demasiado grandes para penetrar esta capa, así se inicia la reacción química.
- **Capa de reactivos (Reagent layer):** contiene enzimas, buffers y catalitos para que la reacción química se lleve a cabo. El proceso utilizado para la creación de la tecnología slide permite separar y controlar las reacciones ocurridas en él. A menudo, en un slide pueden ocurrir diferentes reacciones y estas reacciones son controladas con varias capas de reactivo secuenciales. En algunas pruebas, como la del ácido úrico, existen en el slide capas adicionales las cuales permiten eliminar los inhibidores de reacciones enzimáticas (capa limpiadora).

- **Capa indicadora (Indicator layer):** contiene un tinte o indicador similar con la capacidad de producir un complejo coloreado que es detectado por el sistema. El complejo coloreado se forma cuando el producto formado en la capa de reactivos se une al tinte. Mediante esta tecnología, la intensidad del color del complejo formado es directamente proporcional a la concentración del analito.
- **Capa de soporte (Support layer):** está hecha de plástico y, como su nombre lo indica, es el soporte en donde están situadas las demás capas. Esta capa permite el paso de la luz a través de ella de manera que el complejo coloreado puede ser medido.

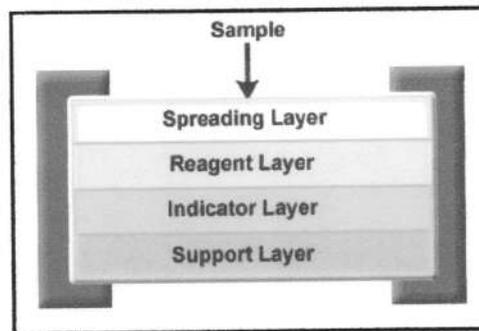


Gráfico N°5: Esquema de las partes de un Slide. Obtenido en: [http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd\\_3dt/ocd\\_dt1.htm](http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd_3dt/ocd_dt1.htm)

### 3.2 Tipos de slide

Existen tres tipos de slide utilizados por el Sistema Vitros:

- Slides Colorimétricos
- Slides Inmuno-ratio

- Slides Potenciométricos

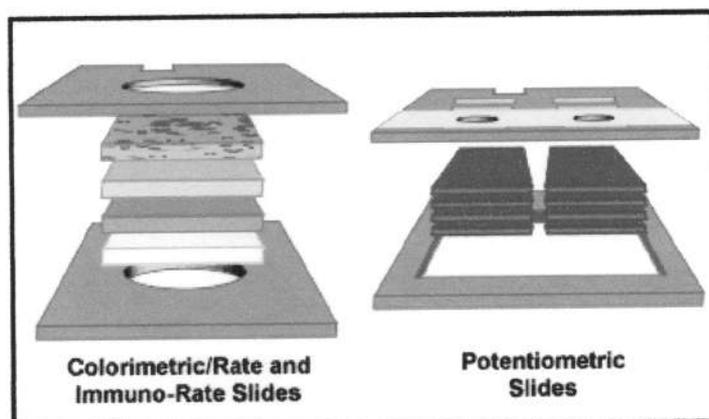


Gráfico N°6: Esquema de slides colorimétricos, inmuno-ratio y potenciométricos. Obtenido en: [http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd\\_3dt/ocd\\_dt2.htm](http://www.orthoclinical.com/Training/250training/ocd_3dt/ocd_dt2.htm)

Los slides colorimétricos y de inmuno-ratio miden la concentración o actividad de un analito; mientras que los slides potenciométricos miden concentraciones de electrolitos. El tipo de slide de la prueba de colinesterasa (CHE) es de tipo colorimétrico.

### 3.3 Espectrofotometría de Reflectancia

La tecnología que el Sistema Automatizado Vitros utiliza para realizar las mediciones de los diferentes analitos se denomina “reflectancia”. Este es el método por el cual la densidad óptica del color formado es medida, en los slides colorimétricos e inmuno-ratio.

La reflectancia consiste en que un rayo de luz atraviesa directamente la fase de soporte hasta llegar a la fase coloreada en donde una parte de la luz es absorbida por el complejo coloreado formado en la capa indicadora y la otra parte es reflejada hacia la capa diseminadora. La cantidad de luz no reflejada por el complejo colorimétrico se refleja a través de un filtro, con una longitud de onda establecida, hacia el fotodetector. Esta

intensidad de luz reflejada es transformada por el fotodetector en impulsos eléctricos los cuales son leídos y convertidos en valores digitales. A partir de estos valores, la computadora calcula la concentración del analito<sup>(13)</sup>.

### **3.4 La prueba de Colinesterasa (CHE)**

#### **3.4.1 Resumen y Explicación del Test**

En el cuerpo humano existen dos tipos de enzima colinesterasa:

- Acetilcolinesterasa la cual se encuentra en los eritrocitos y en el tejido nervioso.
- Colinesterasa sérica es la que se encuentra en el plasma, hígado, corazón y en otros tejidos. Ésta es sintetizada por el hígado y su medición puede usarse como test de función hepática. Una disminución en su actividad refleja una síntesis alterada.

Las mediciones de estas enzimas son de gran utilidad en el diagnóstico de envenenamiento por pesticidas, enfermedades hepáticas y sensibilidad a la administración de acetilcolina.

- Envenenamiento por pesticidas: Los pesticidas organofosforados y carbamatos son inhibidores de la colinesterasa y acetilcolinesterasa. Aunque el efecto tóxico es casado por la inhibición de la acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, la colinesterasa es usualmente utilizada clínicamente porque está presente en altas actividades en suero y es fácil de determinarla.

- Enfermedades hepáticas: La cirrosis, hepatitis, y carcinomas con metástasis al hígado son condiciones conocidas que disminuyen la actividad de la colinesterasa. Esta disminución es considerada un marcador sensible de la disminución de la capacidad sintética del hígado.
- Sensibilidad a la administración de acetilcolinesterasa: La succinilcolina es un relajante muscular de corta acción administrado durante cirugía. Éste es un inhibidor reversible de la acetilcolinesterasa y es hidrolizada por la colinesterasa sérica. Personas con actividad disminuida de la colinesterasa sérica o con alguna variación genética pueden no metabolizar la droga eficientemente, resultando en una apnea prolongada.

#### **3.4.2 Principios del Procedimiento**

El analizador Vitros 250 absorbe once microlitros (11uL) de la muestra, suero o plasma heparinizado, la cual será depositada en el slide. Eventualmente la muestra será distribuida en el slide hacia las capas más profundas. La colinesterasa presente en la muestra hidroliza la butirilcolina presente en la capa diseminadora en tiocolina. La tiocolina liberada reduce el hexacianoferrato de potasio III a hexacianoferrato de potasio II. El ratio con que se pierde el color es monitoreado por espectrofotometría de reflectancia y es proporcional a la actividad de la colinesterasa presente en la muestra.

**Diagrama del Slide**

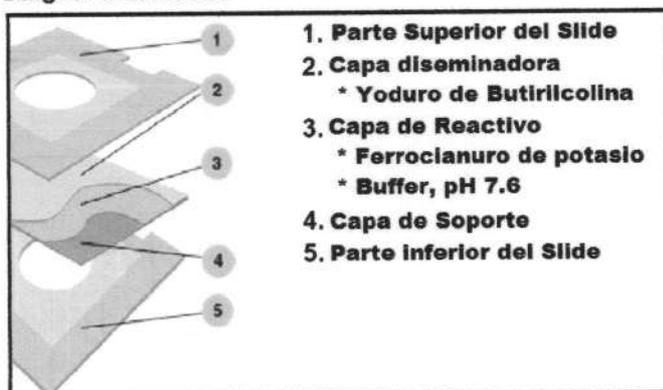


Gráfico N°7: Diagrama de un slide de la prueba de Colinesterasa (CHE). Obtenido en: Test Methodology Manual Jhonson&Jhonson 2001.

Esta prueba es de tipo “ratio de multipuntos”, el cual está diseñado para medir la actividad de una enzima. El ratio de multipuntos consiste en que el analizador toma cuarenta y siete lecturas del slide a medida que ocurre el cambio de color durante el periodo de incubación de la prueba. La lectura se lleva a cabo a una longitud de onda de 400nm durante cinco minutos a 37°C.

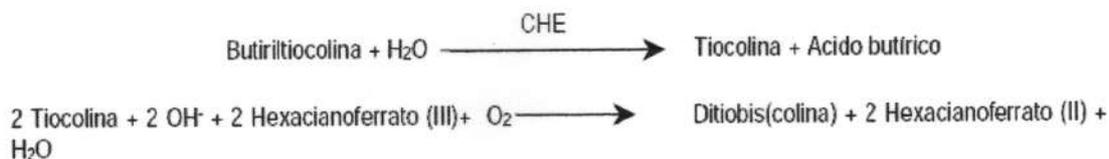


Gráfico N°8: Esquema de la reacción para determinar niveles de Colinesterasa mediante Vitros 250. Obtenido de: Test Methodology Manual Jhonson&Jhonson 2001.

### 3.4.3 Valores de Referencia

Los valores de referencia para la prueba de colinesterasa, se encuentra definidos en un rango que varía con respecto al sexo:

Sexo	Unidad Convencional (U/mL)
Femenino	4.65 – 10.44
Masculino	5.90 – 12.22

Estos valores de referencia el producto de la media del 95% de los resultados de un estudio interno de 240 adultos aparentemente saludables de una población trabajadora, compuesta por 101 mujeres y 139 hombres. Cada laboratorio debe verificar estos intervalos para la población de estudio.

### 3.5 Ventajas del Sistema Vitros

Debido a su particularidad de poder realizar las pruebas de química mediante slides de pequeños tamaños, y mediante la tecnología de química seca, el Sistema Automatizado Vitros tiene las siguientes ventajas:

- Estandariza los resultados de las pruebas y elimina la necesidad de un segundo análisis.
- Los componentes necesarios para la determinación de un analito en específico, ya vienen contenidas en los slides.
- La configuración de las capas minimiza las interferencias y aumenta la especificidad.

- Es una tecnología que se considera económica y fácil que cualquier analizador de reactivos líquidos.
- Evita el desperdicio de reactivos.
- Requieren volúmenes muy pequeños de muestra (10uL), lo que permite un fácil análisis de muestras escasas.
- Existe una interferencia mínima por hemólisis, lipemia y bilirrubina.
- Para el análisis de cada muestra, se utiliza una nueva punta evitando así la contaminación por arrastre.
- No requiere preparación previa de reactivos.
- No se forman desperdicios líquidos contaminantes, por la cual existe una mayor bioseguridad.

## *II. Materiales y Métodos*

### **1. Tipo de Estudio**

Este estudio fue de tipo experimental prospectivo, para determinar el nivel de exposición a los plaguicidas organofosforados en los empleados.

### **2. Población estudiada**

La población en estudio estuvo constituida por cien empleados, bajo diferentes niveles de exposición a plaguicidas, de la empresa Dolce Pineapple CO., situada en Veladero, Gualaca, Chiriquí, quienes asistieron a la toma de muestra el día 18 de enero del año 2008.

### **3. Selección de la muestra**

Las muestras fueron obtenidas mediante venopunción. Antes de realizar la extracción, se le colocó el torniquete en el brazo del empleado y se desinfectó el área utilizando un algodón con alcohol al 70%. Con una jeringuilla estéril se extrajeron cinco mililitros (5mL) de sangre venosa, la cual fue depositada en un tubo químico de tapa ropa, debidamente rotulado con el nombre y cédula de la persona. Luego de la extracción, las personas participantes, llenaron una encuesta para recopilar información acerca de su desempeño en la empresa. Finalmente, todas las muestras fueron transportadas en un cooler, con una temperatura promedio de 10°C al laboratorio de la Policlínica Básica de Nuevo Vedado para ser analizadas.

## **4. Materiales y reactivos**

### **4.1 Materiales**

- Guantes de látex
- Papel toalla
- Tubos químicos de tapa roja
- Algodón
- Alcohol al 70%
- Jeringuillas de 5mL
- Torniquete
- Marcadores permanentes
- Plumas
- Lápiz de cera
- Tubos de plástico
- Centrífuga
- Copas de muestra del Vitros 250
- Equipo Vitros 250

### **4.2 Reactivos**

Cartuchos de la prueba de Colinesterasa (CHE) compatibles con el equipo Vitros 250.

## **5. Procesamiento de la muestra**

Se calibró el equipo Vitros 250 de Ortho-Clinical Diagnostics del laboratorio de la Policlínica Básica de Nuevo Vedado, para la prueba de colinesterasa utilizando el kit 6 de calibración. Seguidamente, se corrieron como muestras los controles Verifier I y Verifier II para confirmar que la prueba está siendo realizada de manera correcta.

Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 2500 rpm por cinco minutos; a cada una de ellas se les separó el suero el cual fue trasvasado a un tubo plástico previamente enumerado.

Los datos demográficos de los empleados fueron introducidos a la memoria del Vitros 250 y se escogió la prueba de colinesterasa (CHE) en el menú de pruebas. Las copas del Vitros 250 fueron enumeradas de acuerdo al tubo correspondiente, se sirvió en ellas el suero y se colocaron las copas en las gradillas del equipo y se dio la orden de inicio para la realización del test.

## **6. Análisis estadístico**

Para este análisis, se utilizó el programa estadístico Epi Info 2007 el cual nos permitió crear un formulario que se utilizó para introducir los valores de colinesterasa de los empleados y la información recopilada en las encuestas; así se obtuvo la estadística descriptiva. Adicionalmente, se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007 para el desarrollo de las gráficas.

### *III. Resultados*

Tabla N°2: Frecuencia de edad en el personal muestreado de la empresa Dolce Pineapple Co..

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>
Hasta los 18	4
18 - 23	28
23 - 28	17
28 - 33	15
33 - 38	16
38 - 43	13
43 - 48	3
48 - 53	2
53 - 58	2

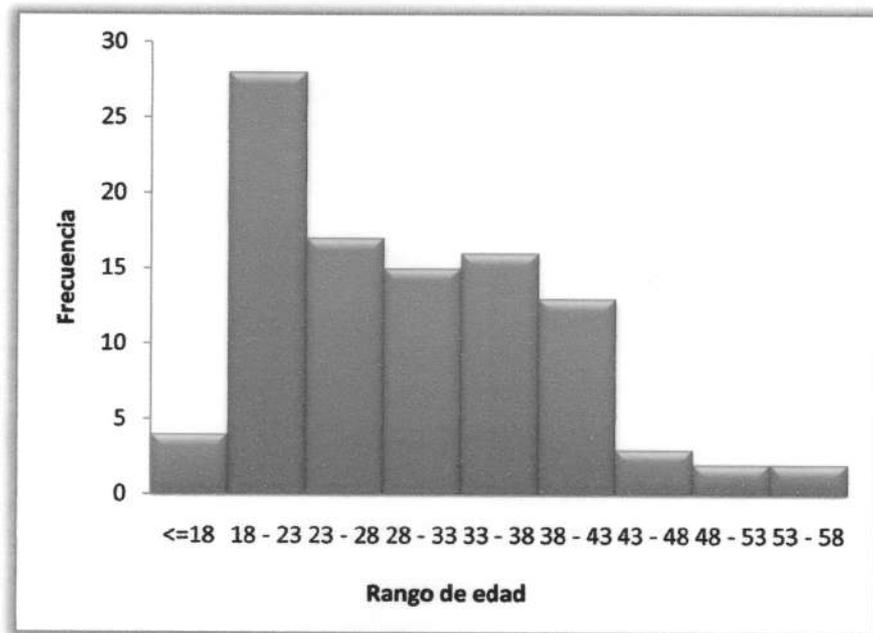
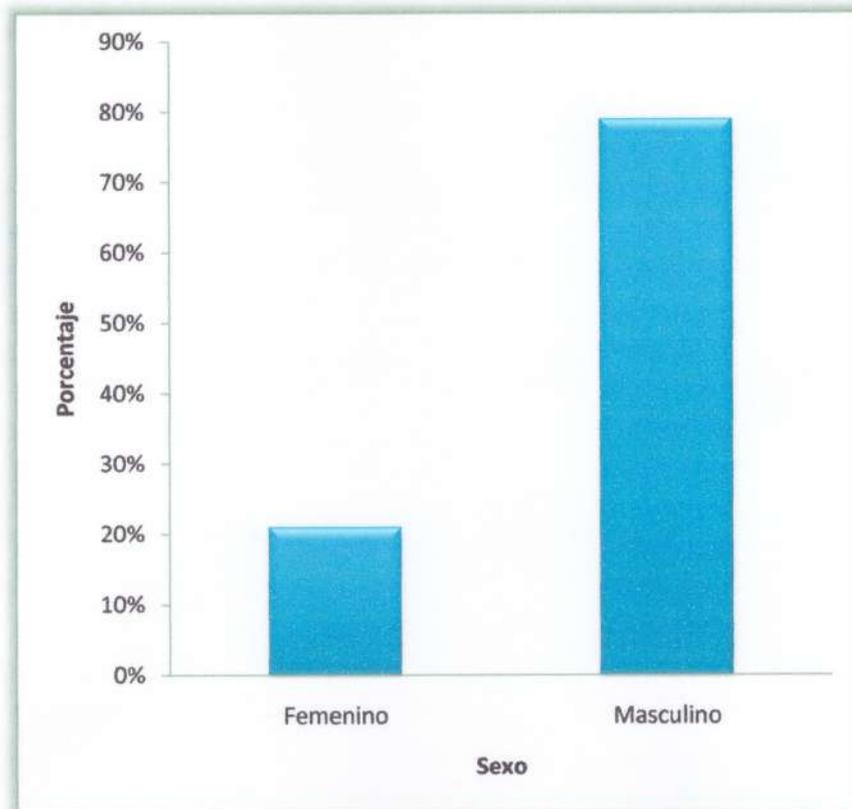


Gráfico N°9: Frecuencia de edad del personal muestreados en la empresa Dolce Pineapple Co.

Tabla N°3: Porcentaje del personal muestreado de acuerdo al sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	21	21.00%
Masculino	79	79.00%



Gráfica N°10: Porcentaje de la población de estudio muestreada de acuerdo al sexo.

Tabla N°4: Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a rangos de edad.

<b>Edad</b>	<b>Femenino</b>	<b>Masculino</b>
0-18	0	4
18 - 23	4	24
23 - 28	5	12
28 - 33	5	10
33 - 38	5	11
38 - 43	1	12
43 - 48	1	2
48 - 53	0	2
53 - 58	0	2

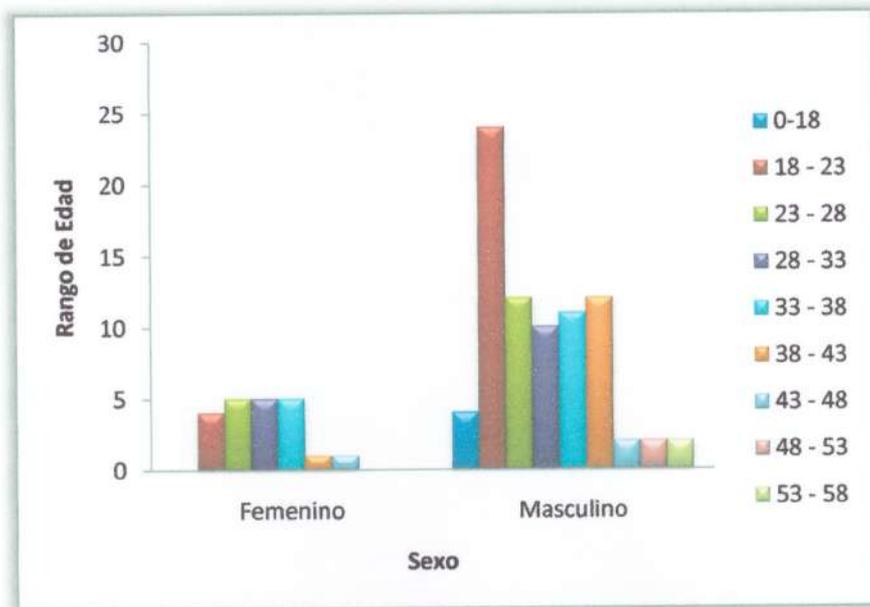
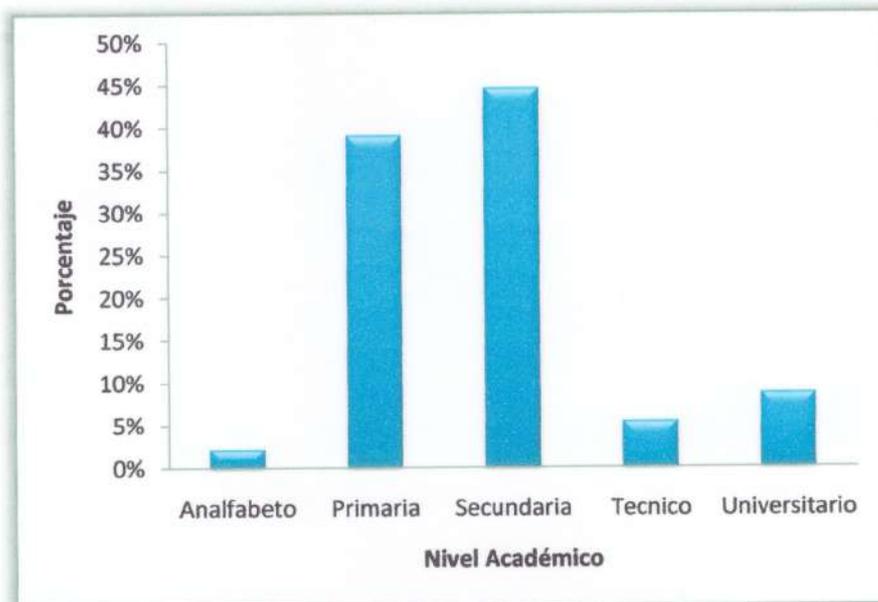


Gráfico N°11: Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a rangos de edad.

Tabla N°5: Nivel académico en el personal muestreado.

<b>Nivel Académico</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Analfabeto	2	2.20%
Primaria	36	39.10%
Secundaria	41	44.60%
Técnico	5	5.40%
Universitario	8	8.70%
Total	92	100.00%



Gráfica N°12: Porcentaje del nivel académico de la población de estudio muestreada.

Tabla N°6: Distribución del personal muestreado de acuerdo a la ocupación en el momento del estudio.

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje
Administrativo	8	8.00%
Cosecha	12	12.00%
Drenaje	10	10.00%
Empacador	24	24.00%
Fumigación	13	13.00%
Mantenimiento	12	12.00%
Operador de equipo pesado	7	7.00%
Siembra	11	11.00%
Tratamiento de Químicos	3	3.00%
Total	100	100.00%

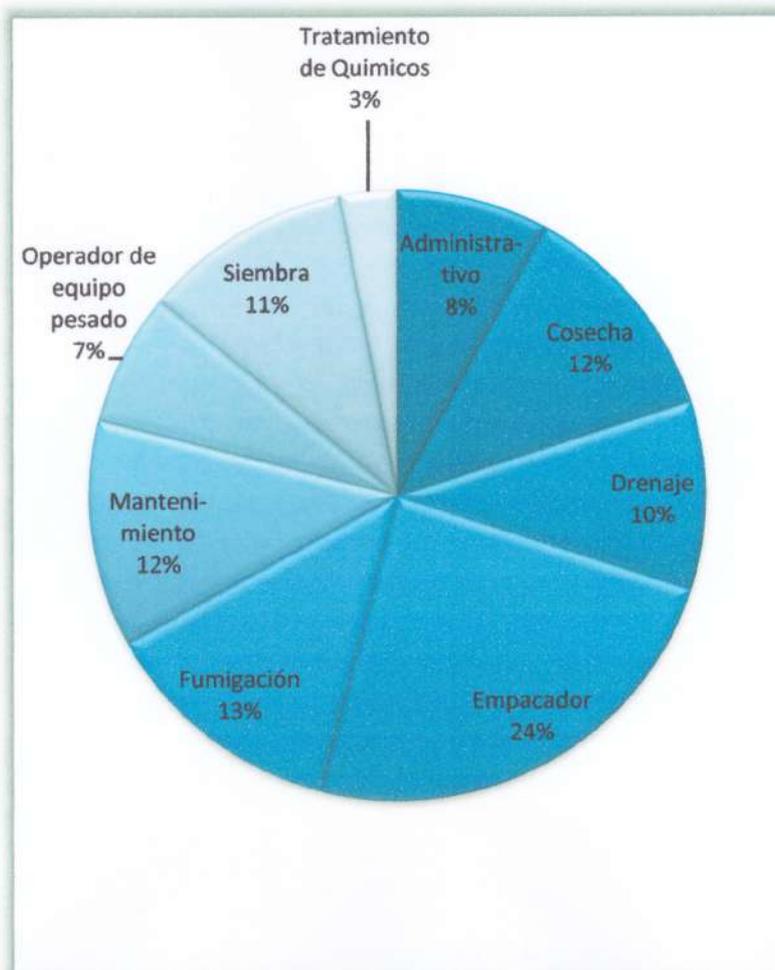


Gráfico N°13: Distribución del personal muestreado por ocupación al momento del estudio.

Tabla N°7: Distribución del sexo del personal muestreado según la ocupación al momento del estudio.

Ocupación	Femenino	Masculino	TOTAL
Administrativo	3	5	8
Cosecha	1	11	12
Drenaje	1	9	10
Empacador	13	11	24
Fumigación	0	13	13
Mantenimiento	3	9	12
Operador de equipo pesado	0	7	7
Siembra	0	11	11
Tratamiento de Químicos	0	3	3
Total	21	79	100

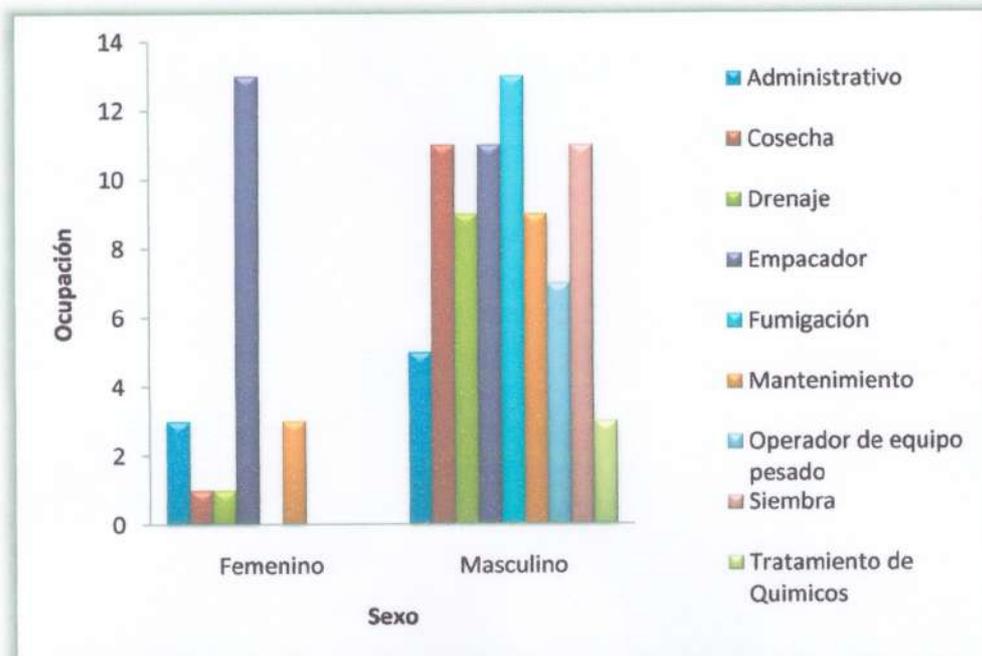


Gráfico N°14: Distribución del sexo del personal muestreado de acuerdo a las ocupaciones ejercidas en el momento del estudio.

Tabla N°8: Frecuencia de los niveles de colinesterasa en la población muestreada.

<b>Niveles de Colinesterasa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
4.84 - 5.62	5	5.00%	5.00%
5.63 - 6.42	7	7.00%	12.00%
6.43 - 7.21	18	18.00%	30.00%
7.22 - 7.99	27	27.00%	57.00%
8.00 - 8.78	29	29.00%	86.00%
8.79 - 9.58	9	9.00%	95.00%
9.59 - 10.36	2	2.00%	97.00%
10.37 - 11.22	3	3.00%	100.00%

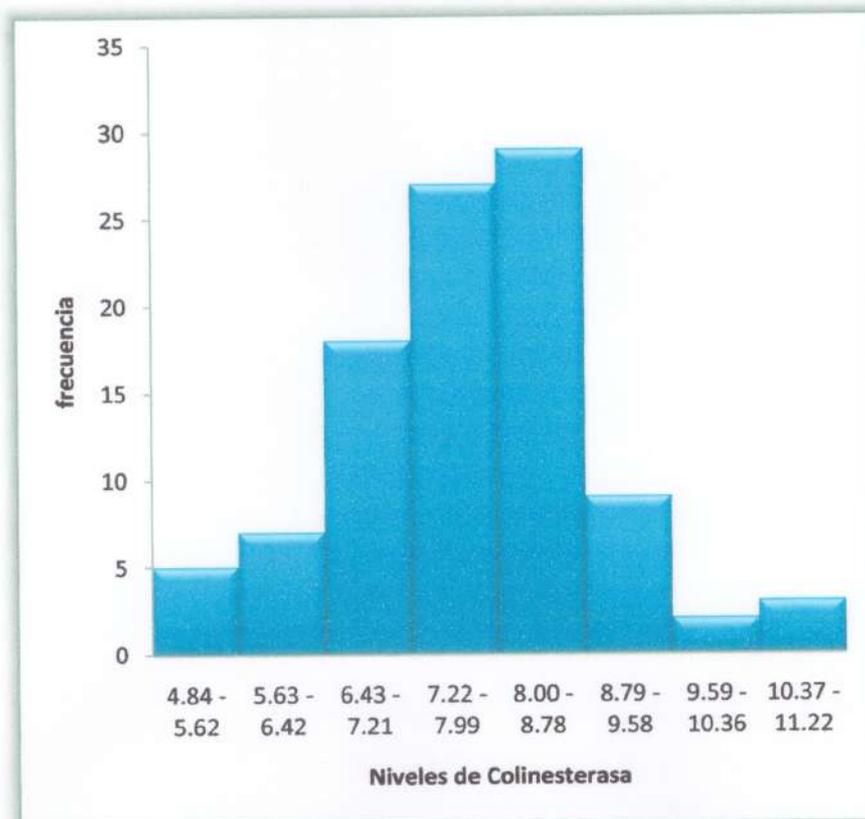


Gráfico N°15: Distribución de los niveles de colinesterasa en la población muestreada.

Tabla N°9. Frecuencia de los niveles de colinesterasa según la edad del personal muestreado.

<b>Edad</b>	<b>Bajo</b>	<b>Normal</b>
<b>Hasta los 18</b>	1	3
<b>18 - 24</b>	2	31
<b>24 - 30</b>	0	18
<b>30 - 36</b>	0	20
<b>36 - 42</b>	0	15
<b>42 - 48</b>	0	6
<b>48 - 54</b>	0	2
<b>54 - 58</b>	0	2

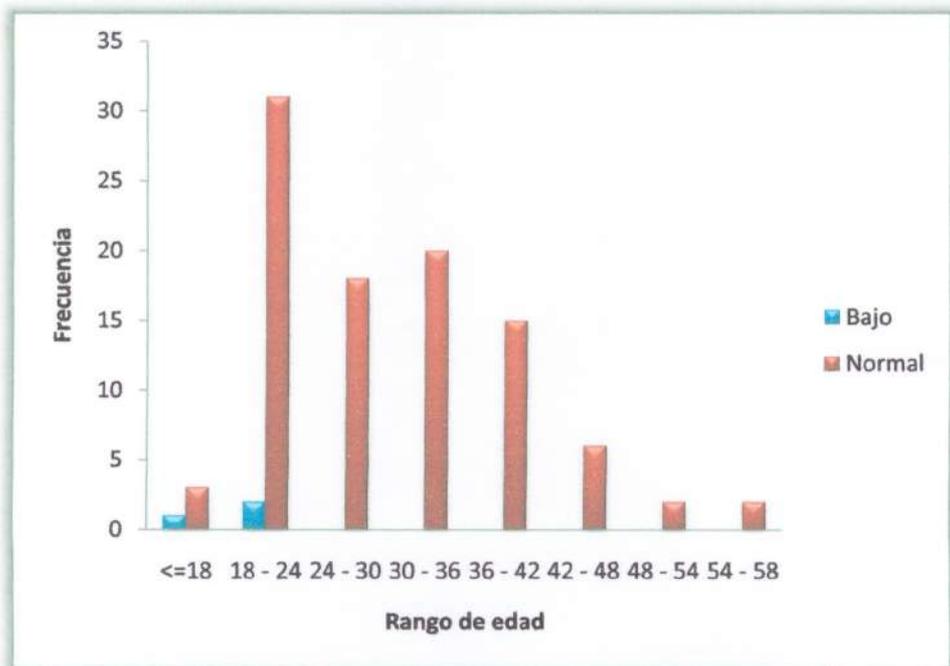


Gráfico N°16: Distribución de los niveles de colinesterasa de acuerdo a la edad del personal muestreado.

Tabla N°10: Niveles de Colinesterasa según el nivel de exposición a plaguicidas organofosforados del personal muestreado.

<b>Resultado</b>	<b>Expuesto</b>	<b>No Expuesto</b>
<b>Normal</b>	31	66
<b>Bajo</b>	3	0

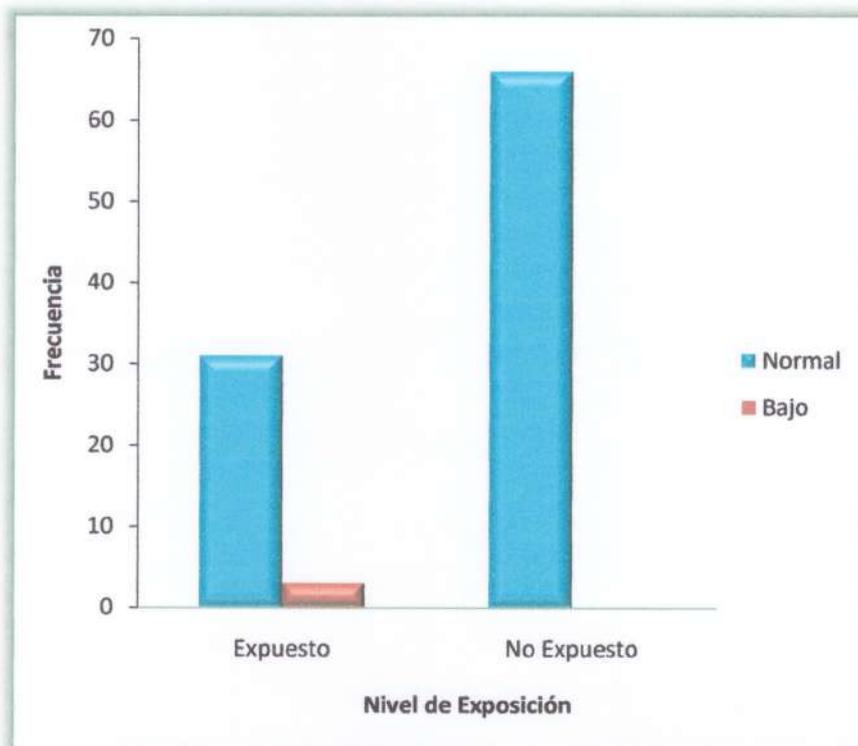


Gráfico N°17: Niveles de colinesterasa según nivel de exposición a plaguicidas organofosforados del personal muestreado.

Tabla N°11: Niveles de colinesterasa obtenidos en el grupo expuesto a plaguicidas organofosforados.

<b>Grupo Expuesto a Plaguicida OF</b>				
<b>Resultado</b>	<b>Fumigación</b>	<b>Operador de equipo pesado</b>	<b>Siembra</b>	<b>Tratamiento de Químicos</b>
<b>Bajo</b>	1	0	1	1
<b>Normal</b>	12	7	10	2

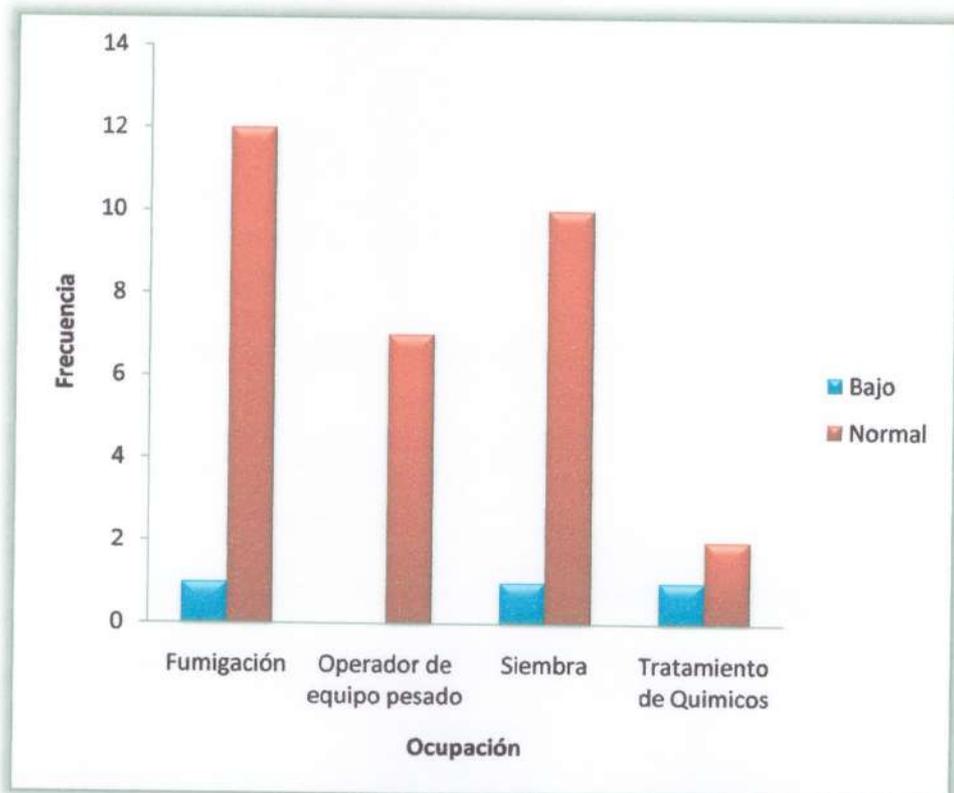


Gráfico N°18: Niveles de colinesterasa obtenidos en el grupo expuesto a plaguicidas organofosforados.

Tabla N°12: Distribución de los niveles de colinesterasa en grupo no expuesto muestreado.

<b>Resultado</b>	<b>Grupo No Expuesto a Plaguicidas Organofosforados</b>				
	<b>Administrativo</b>	<b>Cosecha</b>	<b>Drenaje</b>	<b>Empacador</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Bajo</b>	0	0	0	0	0
<b>Normal</b>	8	12	10	24	12

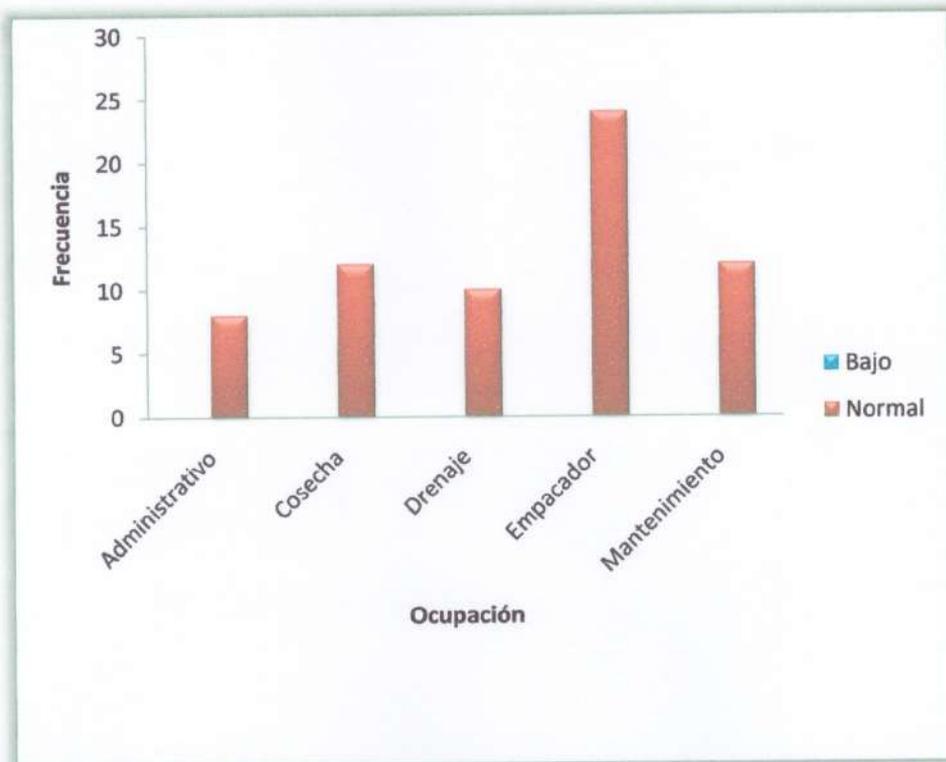


Gráfico N°19: Distribución de los niveles de colinesterasa en el grupo no expuesto a plaguicidas organofosforados.

Tabla N°13: Aplicación de plaguicidas según la ocupación de los personal muestreado al momento del estudio.

Ocupación	Aplica Plaguicida	
	Sí	No
Administrativo	0	8
Cosecha	1	11
Drenaje	0	10
Empacador	1	23
Tratamiento de Químicos	2	1
Fumigación	12	1
Mantenimiento	0	12
Operador de Equipo pesado	2	5
Siembra	2	9

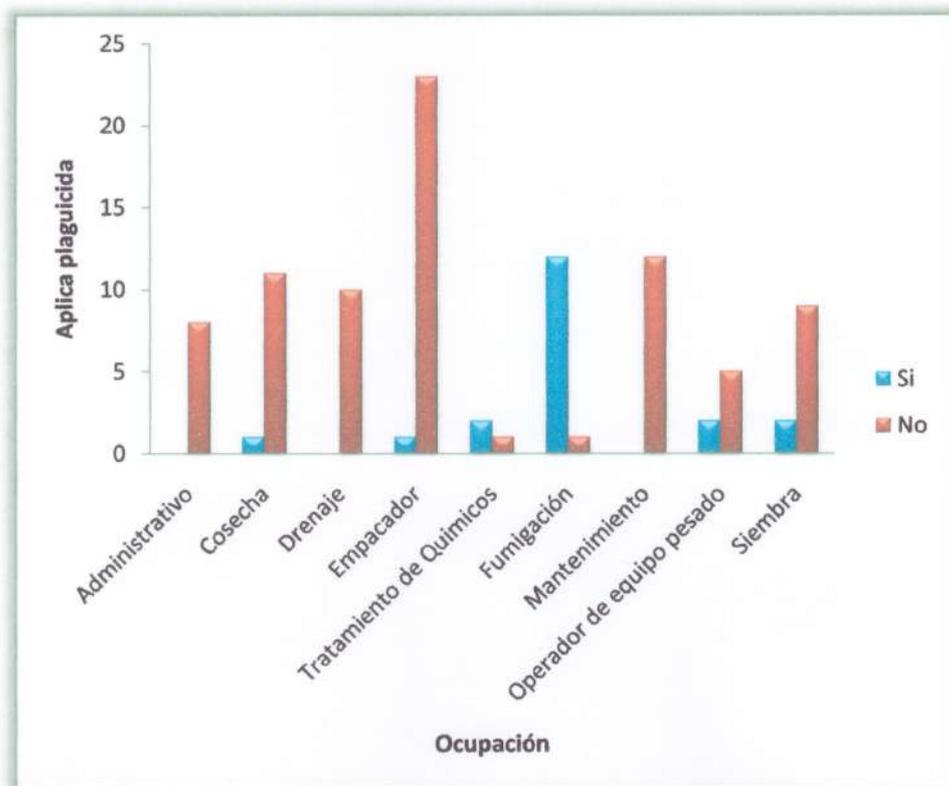


Gráfico N°20: Aplicación de plaguicidas de acuerdo a la ocupación del personal muestreado al momento del estudio.

Tabla N°14: Uso de equipo de protección personal según la ocupación del personal muestreado.

Ocupación	Equipo de Protección				
	Cuerpo entero	Cuerpo y extremidades	Rostro y extremidades	Sólo extremidades	No utiliza
Administrativo	0	0	0	0	3
Cosecha	9	1	0	0	0
Drenaje	2	4	0	0	4
Empacador	11	1	1	2	0
Tratamiento de Químicos	3	0	0	0	0
Fumigación	13	0	0	0	0
Mantenimiento	2	1	3	0	1
Operador de Equipo pesado	5	0	1	0	0
Siembra	6	0	0	0	0

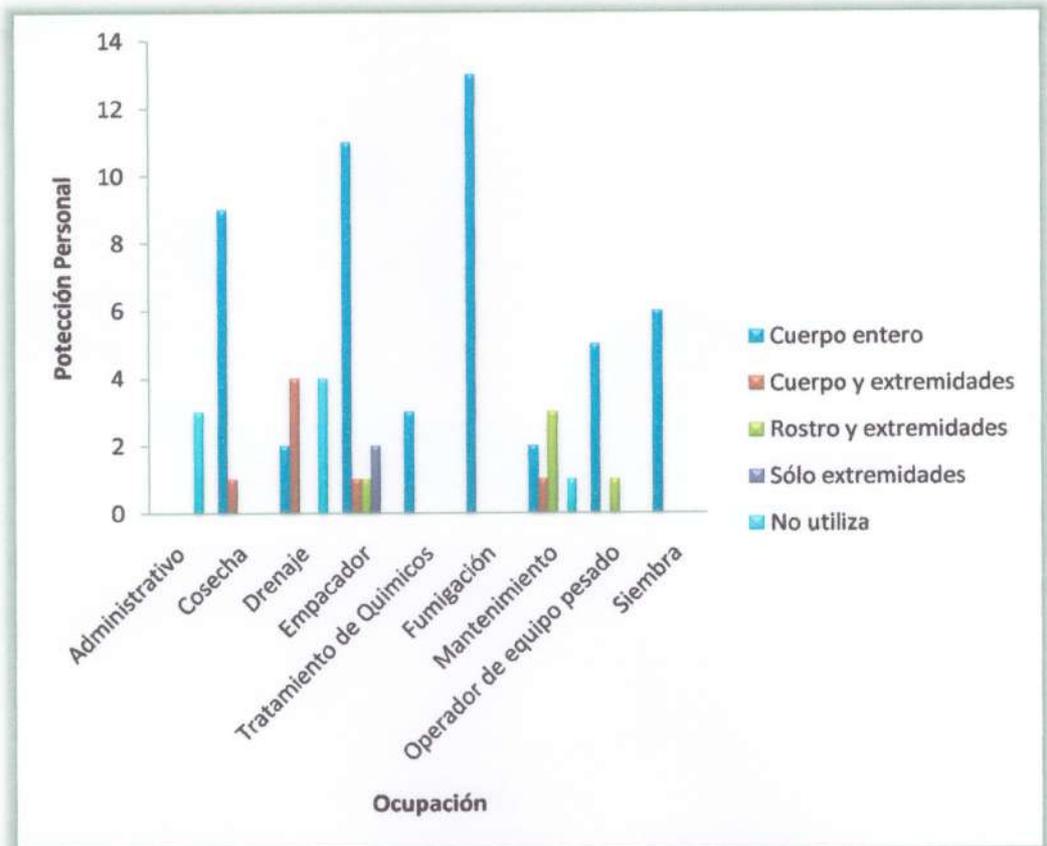


Gráfico N°21: Uso de equipo de protección personal acorde a la ocupación del personal muestreado.

Tabla N°15: Tiempo comprendido entre el término de la aplicación del plaguicida y el baño en el personal muestreado.

Baño luego de fumigacion	Frecuencia	Porcentaje
0 - 30 min	23	60.50%
31 - 60 min	10	26.30%
61 - 120 min	3	7.90%
+ 120 min	2	5.30%

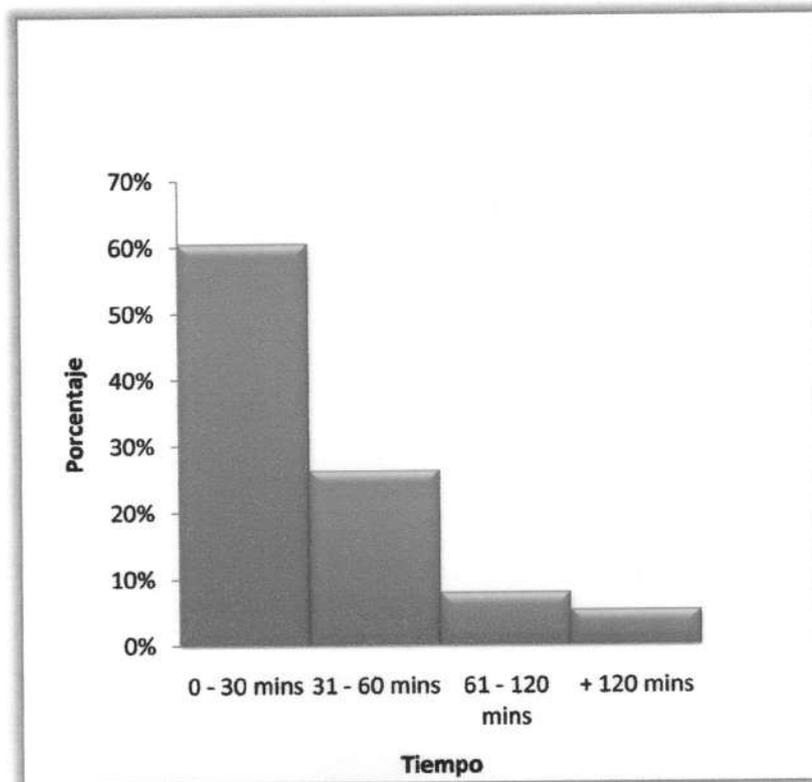


Gráfico N°22: Tiempo entre el término de la aplicación del plaguicida y el baño en el personal muestreado.

Tabla N°16: Tiempo que transcurre entre el término del trabajo y la ducha; según la ocupación de los personal muestreado.

Ocupación	Tiempo del baño			
	0 - 30 min	31 - 60 min	61 - 120 min	+ 120 min
Cosecha	2	4	3	0
Empacador	4	2	0	0
Fumigación	9	2	0	2
Operador de equipo pesado	2	2	0	0
Siembra	3	0	0	0
Tratamiento de Químicos	3	0	0	0

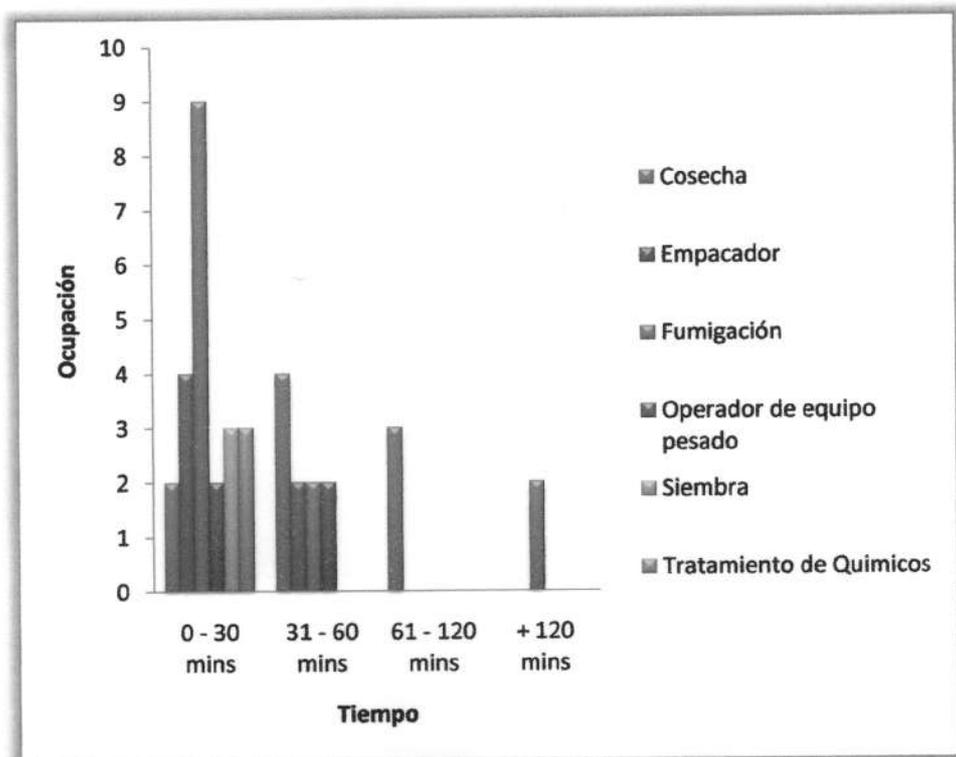


Gráfico N°23: Tiempo que transcurre entre el término del trabajo y la ducha en el personal muestreado.

Tabla N°17: Frecuencia del cambio de ropa al término de las funciones en el grupo expuesto muestreado.

Cambio de ropa	Ocupación			
	Fumigación	Operador de equipo pesado	Siembra	Tratamiento de Químicos
Nunca	3	2	2	0
A veces	1	0	0	0
Siempre	9	4	3	3

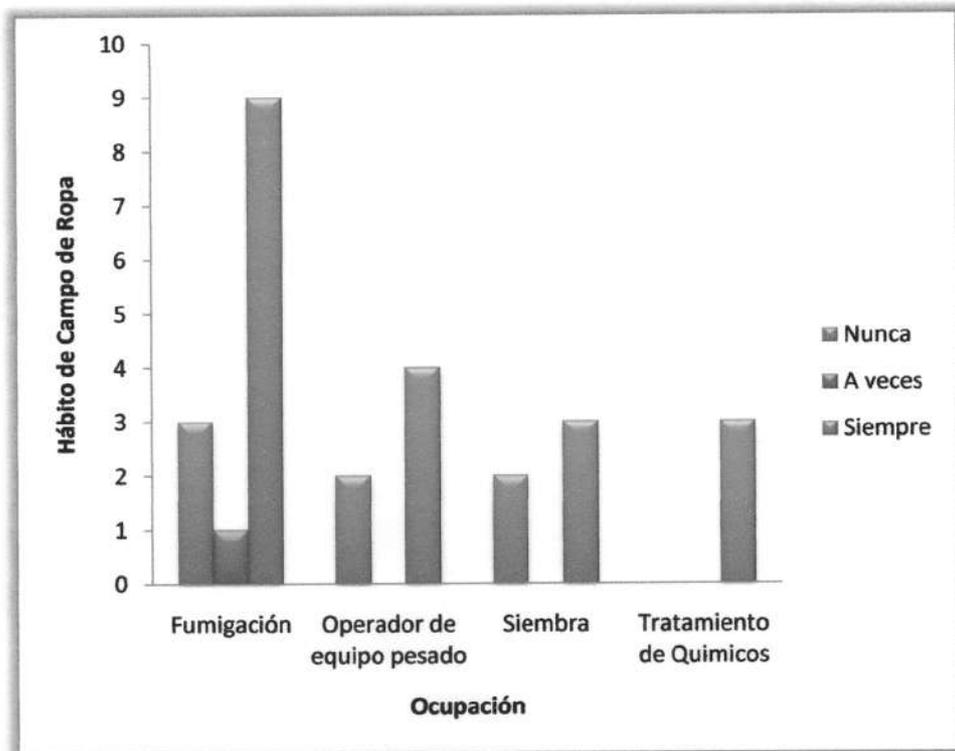


Gráfico N°24: Hábito de cambio de ropa al término de las funciones de acuerdo a la ocupación del personal muestreado.

Tabla N°18: Porcentaje de los personal muestreado que bebe alcohol.

Bebe alcohol	Frecuencia	Porcentaje
Si	43	43.00%
No	57	57.00%

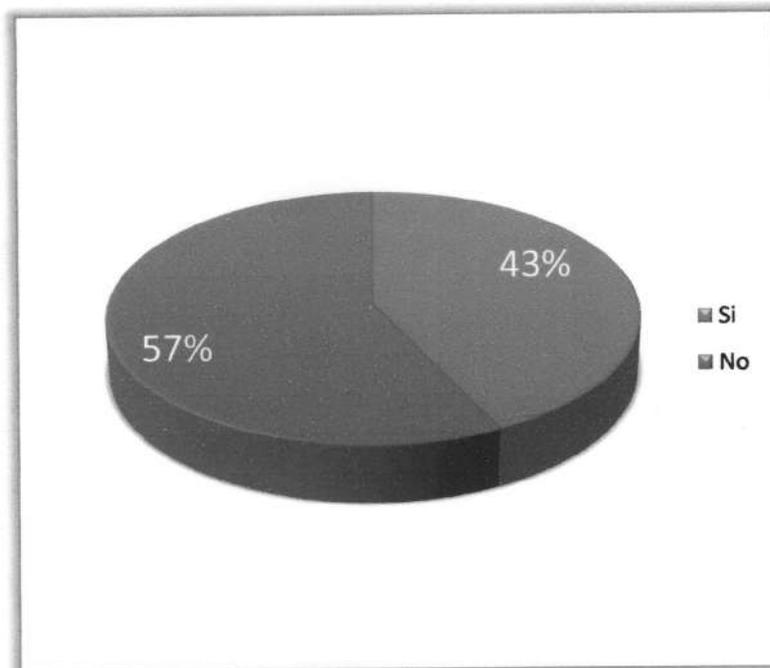


Gráfico N°25: Porcentaje de los personal muestreado que bebe alcohol.

Tabla N°19: Frecuencia de la ingesta alcohólica en los empleados muestreado según su nivel de colinesterasa.

Bebe alcohol	Nivel de Colinesterasa	
	Bajo	Normal
Si	0	43
No	3	54

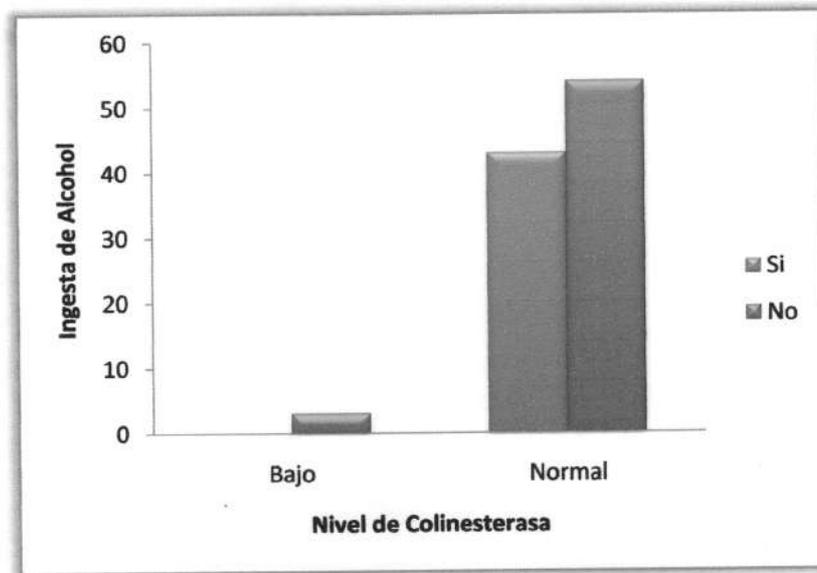


Gráfico N°26: Frecuencia de la ingesta alcohólica en el personal muestreado según sus nivel de colinesterasa.

## *IV. Discusión*

De acuerdo al análisis estadístico realizado, pudimos determinar que los empleados de la Empresa que participaron en nuestro estudio se encuentran en un rango de edad entre los 18 a los 48 años. La mayor frecuencia la encontramos en el grupo de empleados comprendidos entre los 18 y 23 años. (Ver Gráfico N°9).

Esta población estudiada, está conformada en un 79% de hombres quienes en su mayoría oscilan entre los 18 y 23 años de edad; y un 21% de mujeres que, las cuales en su mayoría, presentan edades entre los 18 y 38 años de edad (Ver Gráfico N°10 y N°11).

Un factor común observado en el personal del sector agrícola afectados por una intoxicación aguda por plaguicidas es el nivel bajo de educación y el poco acceso a la información de los peligros para la salud que representan dichos agroquímicos <sup>(16)</sup>. Los empleados encuestados mostraron un nivel bajo de educación que no supera los estudios de secundaria; además de que existe un 2% de analfabetismo (Gráfico N°12). Debido a esto, la Empresa realiza programas de entrenamiento para los empleados a fin de que conozcan los riesgos para la salud de la exposición a los plaguicidas sin protección.

En nuestro estudio el personal de la empresa Dolce Pineapple CO., está distribuido en 9 ocupaciones distintas; y según la cantidad de personal que posee cada una de éstas, obtuvimos los siguientes porcentajes: empacadores (24%), fumigación (13%), mantenimiento (12%), cosecha (12%), siembra (11%), administrativo (8%), operador de equipo pesado (7%), tratamiento de químicos (3%). (Ver Gráfico N°13).

De acuerdo al sexo, se puede observar a la mayoría de las mujeres (62%) dedicadas a empacar productos. Por el contrario, el 58% de los empleados varones tenemos se dedican a la fumigación, siembra, cosecha y empacamiento; siendo las dos primeras

ocupaciones ejecutadas por la mayor cantidad de estos empleados (52%). Esto es importante, pues estas ocupaciones presentan una exposición directa a los plaguicidas organofosforados (Ver Gráfico N°14).

Las determinaciones de los niveles de colinesterasa en la población estudiada demostró que esta población exhibe una media de 7.7591 U/mL con una desviación estándar de 1.1868U/mL. Este valor medio se encuentra dentro del rango normal para los niveles de la enzima colinesterasa, indicándonos que la población muestreada presenta distribución normal para estos valores (Gráfico N°15).

Existen en la empresa ocupaciones que expone al personal al contacto directo con los insecticidas organofosforados. A este grupo, se le denominó "Grupo Expuesto" y está conformado por las siguientes ocupaciones: fumigación, tratamiento de químicos, operador de equipos pesados, siembra. Por otro lado, las labores que no requieren un contacto directo con los plaguicidas, se le denominó "Grupo No Expuesto" e incluye las siguientes: mantenimiento, administrativos, empacadores, cosecha, drenaje. Según los resultados, se determinó que tres empleados varones, entre los 18 y 24 años (Ver Gráfico N° 16), pertenecientes al "Grupo Expuesto" mostraban niveles disminuidos de la actividad de la enzima colinesterasa (Ver Gráfico 17) Estos tres empleados representan el 8.82% de la totalidad de los trabajadores pertenecientes al grupo expuesto, porcentaje que se considera elevado para este grupo. Sus ocupaciones fueron: fumigación, tratamiento de químicos, siembra (Ver Gráfico N°18). Por el contrario, no se observaron valores anormales de los niveles de colinesterasa en el "Grupo No Expuesto". (Ver gráfico N°19).

En la empresa se dan rotaciones en el personal en donde un empleado puede realizar varias funciones en el año. De acuerdo a los datos recolectados en la encuesta, existen empacadores y cosecheros que han realizado aplicaciones de plaguicidas en la empresa. Esto nos indica que aún cuando normalmente estos empleados no se encuentran directamente expuestos a los plaguicidas, sí pueden exhibir periodos de exposición (Ver Gráfico N°20).

Con el fin de disminuir el riesgo de intoxicación, el trabajador agrícola debe utilizar equipo protector durante la preparación de la mezcla, la aplicación de la misma, al laborar cerca del lugar de aplicación y al ingresar a un campo recién asperjado. <sup>(6)</sup>. En nuestro estudio, se pudo determinar que el uso de equipo de protección de cuerpo entero no solamente era utilizado por personas cuyas ocupaciones se encuentran directamente expuestas a los plaguicidas, sino además quienes no laboran bajo exposición directa con estos agroquímicos igualmente utilizaban el mismo tipo de protección. Aún cuando esto ocurre, en la mayoría de los casos se observa la existencia de personas sin hacer uso del equipo de forma completa (Ver Gráfico N°21).

Para disminuir el riesgo de exposición a los plaguicidas, el empleado debe tener la facilidad de tomar un baño y de cambiarse la ropa de trabajo al término de sus funciones. En nuestra población de estudio, conseguimos observar que la mayoría de los empleados (61%) se ducha en un lapso de 30 minutos luego de terminar su trabajo (Ver Gráfico N°22). De acuerdo a la ocupación de los trabajadores, se pudo observar a la mayoría de quienes trabajaban en el área de fumigación ducharse en un período de 30 minutos, no obstante; existen quienes no se duchan sino hasta dos horas después, incrementando el tiempo de contacto con el plaguicida que aplica. Por otro lado, logramos observar que el

personal que labora en el área de tratamiento de químicos se ducha no después de media hora, lo que nos puede indicar que existe en ellos un mayor nivel de conciencia acerca de las razones por las cuales deben tomar la ducha (Ver Gráfico N°23). Con respecto al cambio de ropa, se encontró que hay empleados del “grupo expuesto” que no realizan este cambio terminada su jornada de trabajo. Se observa que algunos empleados que se dedican a fumigar a veces se cambian de ropa, o simplemente no lo realizan. Este es un factor que puede aumentar el riesgo de exposición al plaguicida, el cual puede acentuarse si la persona no se ducha y si no cumple con el uso obligatorio del equipo de protección personal (Ver Gráfico N°24).

Las determinaciones de niveles de colinesterasa no solamente se utilizan para determinar el nivel de exposición a los plaguicidas organofosforados sino también para describir disminuciones de la concentración catalítica en casos donde las personas padecen enfermedades que comprometen la función hepática; presentando síntomas similares a los de una persona con caso de intoxicación aguda por plaguicida <sup>(10,19)</sup>. De acuerdo a los datos adquiridos en nuestra encuesta, el 57% de los empleados no toman alcohol (Ver Gráfico N°25) y pudimos determinar que aquellos que presentaron actividad disminuida de la enzima colinesterasa no presentaron este hábito, lo cual nos permite descartar la posibilidad de que esta disminución de la actividad de la enzima no sea a causa de la ingesta excesiva de alcohol (Gráfico N°26).

## *V. Conclusiones*

- En Centroamérica se estima que un 3% de los trabajadores agrícolas expuestos sufren una intoxicación aguda por plaguicida. En nuestro País existe un abuso de plaguicidas, lo que ha provocado gran número de muertes en los últimos años. Se calcula que en el 2001, existieron 11.4 intoxicaciones por plaguicidas por cada cien mil personas con un cinco 5% de letalidad (OPS, 2004).
- Los empleados de la empresa Dolce Pinneapple CO., que participaron en el estudio mostraron tener edades entre los 18 y 48 años de edad, pero es el grupo entre los 18 y 23 años el de mayor frecuencia. La población estudiada está conformada en su mayoría por hombres (79%) y por mujeres (21%), la mayor parte, dedicadas al empaque. Esto nos indica que la exposición más riesgosa está en los varones.
- El nivel de educación de los empleados corresponde a un nivel que no supera la escolar básica, habiendo un 2% de analfabetismo; lo que supone un factor de riesgo debido pues no se conocen los peligros para la salud de la exposición sin protegerse de los plaguicidas. Aún cuando esto es muy común, es importante mencionar que la empresa realiza programas de entrenamiento para informar al personal de estos peligros.
- De acuerdo al nivel de exposición a los plaguicidas organofosforados, se han agrupado como “Grupo No Expuesto” a aquellas ocupaciones tales como: administrativos, mantenimiento, empacadores, cosecha, drenaje; ya que éstas no se encuentran directamente expuestas a los plaguicidas. Por el contrario, aquellas ocupaciones que requieren la exposición directa a los plaguicidas

organofosforados fueron agrupadas como "Grupo Expuesto" e incluye a las siguientes: siembra, operadores de equipo pesado, fumigación, tratamiento de químicos. A partir de esta agrupación, se encontró que tres personas pertenecientes al grupo expuesto, quienes presentan edades entre los 18 y 24 años, mostraron tener niveles de colinesterasa disminuidos, lo que equivale a una incidencia del 8.8% para este grupo. Por otro lado, no se observaron casos de actividad disminuida de la enzima en el grupo no expuesto.

- Según la información obtenida en las encuestas, pudimos determinar que las ocupaciones que se encuentran bajo exposición directa a los plaguicidas utilizan toda la protección que se exige para realizar dicho trabajo, y que el 60% toma una ducha en menos de treinta minutos. No obstante, pudimos determinar que no todos tienen la costumbre de cambiarse de ropa al término de sus funciones, lo que incrementa el riesgo de contacto del plaguicida en la ropa con la piel de la persona, predisponiéndola a sufrir una intoxicación a largo plazo.

## *VI. Recomendaciones*

- Como medida inmediata, se recomienda a la empresa Dolce Pineapple CO., transferir a las personas con los niveles disminuidos de la enzima colinesterasa a una ocupación no expuesta directamente vinculada con los plaguicidas organofosforados. Como control, se recomienda realizar exámenes periódicos de colinesterasa para determinar si sus valores se han normalizado.
- Al gerente, Roy Monroy, exhortarlo a continuar realizando seminarios sobre el manejo adecuado de los plaguicidas para concientizar a sus empleados acerca de los riesgos para la salud al exponerse a los plaguicidas, para lograr el uso adecuado del equipo de protección.
- A los empleados, que utilicen de forma obligatoria y diariamente el equipo de protección requerido para realizar su trabajo para minimizar el riesgo a la salud por exposición a los plaguicidas.

---

## *VII. Bibliografía*

1. Andonaire, C., y M.B. Ruiz. 2003. Fisiopatología de la Intoxicación por Inhibidores de la Colinesterasa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/inhi/inhi.shtml?relacionados>
2. Amador, C. 2005. Prevención de Riesgos Laborales en la Agricultura. 2ª Edición. Argentina. Consultado: 11 de Marzo 2008.
3. Acosta, P. 2001. Vigilancia Epidemiológica de las Intoxicaciones Agudas con Plaguicidas en la Provincia de Chiriquí. Consultado el 6 de Marzo 2008. Disponible en: [http://www.ciimet.org/Documentos/InfoToxic/Documentos/Plaguicidas/Informe9601/informe\\_epidemiologico9601.html](http://www.ciimet.org/Documentos/InfoToxic/Documentos/Plaguicidas/Informe9601/informe_epidemiologico9601.html)
4. Cabanillas, J. *et al.* 1999. Plaguicidas. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid, España. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/plaguicidas.pdf>
5. Campos, A. 2006. Intoxicación por organofosforados y carbamatos en pediatría. Consultado el 6 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/57/1/Intoxicacion-por-organofosforados-y-carbamatos-en-pediatria.html>

6. Castillo, L. y Wesseling, C. 2000. Recomendaciones para el Manejo Seguro de los Plaguicidas. Costa Rica. Heredia, C.R., Universidad Nacional. Consultado en: 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://laflor.ifas.ufl.edu/manejoplagasMAG.pdf>
7. Coca, Balta A. 2005. Intoxicación por Plaguicidas. Boletín Epidemiológico Año 03 N°6. Ministerio de Salud del Perú. Consultado el 6 de Marzo 2008. Disponible en: [www.minsalimanorte.gob.pe/Boletin%20Nuevo/boletines/red\\_IIIA/Huaral\\_JUN.PDF](http://www.minsalimanorte.gob.pe/Boletin%20Nuevo/boletines/red_IIIA/Huaral_JUN.PDF)
8. Crespo, E., y M.P. Falero Gallego. Intoxicaciones por Plaguicidas. España. Consultado 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.seup.org/seup/html/gtrabajo/manualIntoxicaciones/capitulo17.pdf>
9. Ferrer, A. 2003. Intoxicación por Plaguicidas. Anales del Sistema Sanitario de Navarra Vol. 26. Suplemento 1. Hospital Clínico Universitario. Zaragoza, España. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol26/sup1/suple9a.html>
10. Fuentes, X. *et al.* 2003. Códex de Ciencias de Laboratorio Clínico. Editorial Elsevier, S.A. Madrid, España. Consultado el 11 de Marzo 2008.

11. Gómez, Uvier. 2001. Intoxicación por Plaguicidas Inhibidores de Colinesterasas. Universidad de Antioquía. Consultado el 25 de Marzo 2008. Disponible en: [http://www.fepafem.org.ve/Guias\\_de\\_Urgencias/Intoxicaciones/Intoxicacion\\_por\\_plaguicidas\\_inhibidores\\_de\\_colinesterasas.pdf](http://www.fepafem.org.ve/Guias_de_Urgencias/Intoxicaciones/Intoxicacion_por_plaguicidas_inhibidores_de_colinesterasas.pdf)
  
12. Jhonson & Jhonson Clinical Diagnostics. 1996. Productos Quimicos Vitros 106 0037 SP.
  
13. Jhonson & Jhonson Clincial Diagnostics. 2001. "Operator's guide vitros 950/950 AT" Cat. N° 680 0163. Estados Unidos. Ortho-Clinical Diagnostics.
  
14. Enciclopedia Encarta 2000. Microsoft.
  
15. Obiols, J. 2000. Plaguicidas Organofosforados (I): Aspectos Generales y Toxicocinética. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_512.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_512.htm)

16. Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Reducción de la Pobreza y Gestión Racional de los Productos Químicos. Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química. Budapest, Hungría. Consultado el 6 de Marzo 2008. Disponible en: [www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/04\\_ts\\_sp.doc](http://www.who.int/ifcs/documents/forums/forum5/04_ts_sp.doc)
17. Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2002. Situación Epidemiológica de las Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas en el Istmo Centroamericano, 1992-2000. Boletín Epidemiológico, Vol. 23 No. 3, septiembre 2002. Consultado: 6 de Marzo 2008. Disponible en: [http://www.ops-oms.org/spanish/sha/be\\_v23n3-plaguicidas.htm](http://www.ops-oms.org/spanish/sha/be_v23n3-plaguicidas.htm)
18. Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2004. Un Reto Constante: Los Plaguicidas y su Efecto sobre la Salud y el Medio Ambiente. Design Ultra designs. Washington DC, Estados Unidos. Consultado el 6 de Marzo 2008. Disponible en: [www.paho.org/Spanish/AD/SDE/RA/RA\\_RetoConstante.pdf](http://www.paho.org/Spanish/AD/SDE/RA/RA_RetoConstante.pdf)
19. Pagana, K. D. 2006. Guía de Pruebas Diagnósticas y de Laboratorio. Editorial Elsevier, S.A. Madrid, España. Consultado el 11 de Marzo 2008.
20. Piédrola Gil, G. *et al.* 2001. Medicina Preventiva y Salud Pública. Editorial Elsevier, S.A. Madrid, España. Consultado el 11 de Marzo 2008.

21. Pose, Darío *et al.* 1999. Intoxicación aguda por organofosforados. Factores de riesgo. *Revista Médica de Uruguay* 2000, 16: 5- 13. Montevideo, Uruguay. Consultado el 15 de Abril 2008. Disponible en: <http://www.rmu.org.uy/revista/2000v1/art2.pdf>
22. Sifre, Y. & J. Martínez. 2004. *Toxicología Clínica*. Publicaciones Universtat de Valencia. Valencia, España. Consultado el 11 de Marzo 2008.
23. Tejedor Gilmartín, M. 2005. *Neurotoxicidad de Organofosforados y Carbamatos*. Universidad de Alcalá, España. Consultado el 25 de Marzo 2008. Disponible en: [http://www2.uah.es/tejedor\\_bio/bioquimica\\_ambiental/tema12/tema%2012-indice.htm](http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/tema12/tema%2012-indice.htm)
24. Vyas, N.B., P. Mineau & F. Rivera-Milán. 2005. *Intoxicación por plaguicidas y el impulso nervioso*. Miami, Estados Unidos. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=sowpage&pid=286>
25. Ware G., y D. M. Whitacre. 2004. *The Pesticide Book 6ª Edición*. Editorial MeisterPro Information Resources. Willoughby, Ohio, Estados Unidos. Consultado el 15 de Marzo 2008. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/W&WinsectSP.htm>

# *Anexos*

## ENTREVISTA A TRABAJADORES DE LA COMPAÑÍA DOLCE PINNEAPPLE

FECHA ATENCIÓN 18/Enero/2008

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL POSTULANTE

Cédula.: \_\_\_\_\_ Fecha Nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Dirección: \_\_\_\_\_

Región: \_\_\_\_\_ Comuna: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

Ocupación en su área de trabajo: \_\_\_\_\_

La pareja con la cual vive trabaja en la agricultura o está expuesta a plaguicidas: Si ( ) No ( )

#### Estudios:

Analfabeto	( )	
Básica incompleta.	( )	Básica completa ( )
Media incompleta.	( )	Media completa. ( )
Técnico	( )	Universitario ( )

### 2.- ANTECEDENTES DE SALUD GENERAL

#### Hábitos:

Bebe Alcohol	Si ( )	No ( )	Qué tipo _____	Nº copas semanales _____
Consume Drogas	Si ( )	No ( )		
Fuma	Si ( )	No ( )	Cuanto fuma al día	Nº _____

#### • Antecedentes Mórbidos: (Marque con una cruz donde corresponda)

Alcoholismo en tratamiento	Si ( )	No ( )
Alergia Cutánea o Dermatitis	Si ( )	No ( )
Anemia	Si ( )	No ( )
Asma	Si ( )	No ( )
Cáncer	Si ( )	No ( )
Cirrosis Hepática	Si ( )	No ( )
Depresión	Si ( )	No ( )
Diabetes Mellitus	Si ( )	No ( )
Epilepsia	Si ( )	No ( )
Hipertensión arterial	Si ( )	No ( )
Insuficiencia renal	Si ( )	No ( )

Otros: cual?

### Encuesta de Síntomas de Depresión

Durante las últimas dos semanas

- 1) ¿Se ha sentido triste o deprimida (o) la mayor parte del tiempo, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 2) ¿Ha estado desinteresada (o) o incapaz de disfrutar de la vida la mayor parte del tiempo, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 3) ¿Ha tenido problemas para dormir (insomnio o dormir demasiado), casi todas las noches? Si ( ) No ( )
- 4) ¿Se ha sentido cansada (o) con menos energía la mayor parte del tiempo, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 5) ¿Ha notado problemas de concentración o memoria, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 6) ¿Ha estado tan inquieta (o) que no pueda permanecer sentada (o), casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 7) ¿Ha sentido que usted no es tan hábil o capaz como otra gente, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 8) ¿Se ha sentido despreciable o culpable, casi todos los días? Si ( ) No ( )
- 9) ¿Ha notado un cambio importante en el apetito? (más apetito o menos) Si ( ) No ( )
- 10) ¿Ha pensado realmente que no vale la pena vivir? Si ( ) No ( )
- 11) ¿Ha pensado quitarse la vida? Si ( ) No ( )

#### • Salud Sexual y Reproductiva:

- Tiene hijos con malformaciones congénitas Si ( ) No ( )  
Son de la misma pareja : Si ( ) No ( )  
Mantiene una vida sexual activa Si ( ) No ( )

#### SOLO MUJER

- Abortos espontáneos Si ( ) No ( ) N° \_\_\_\_\_  
Trastornos menstruales Si ( ) No ( ) Cuál? \_\_\_\_\_  
¿ Está embarazada? Si ( ) No ( ) Cuantas semanas: \_\_\_\_\_  
¿ Está amantando actualmente? Si ( ) No ( )

### 3.- ANTECEDENTES LABORALES:

- ¿ Usted se desempeña como aplicador de plaguicidas? ( ) Si ( ) No
- Durante cuantos años ha aplicado plaguicidas: \_\_\_\_\_
- Cuando fue la última aplicación? Días: \_\_\_\_\_

#### ¿Qué equipos o maquinarias usa para la aplicación?

- Bomba de espalda manual ( ) Nebulizadora tirada por tractor ( )  
Bomba de espalda a motor ( ) Bomba tirada por tractor o automotor a pistón ( )  
( ) Otras ¿Cuál? ( )

Usted tiene:

- ¿Un invernadero o huerto en su casa? Si ( ) No ( )  
¿Tiene campo propio o en media Si ( ) No ( ) Si es sí, lo cultiva? Si ( ) No ( )  
¿Usa plaguicidas en su casa, jardín o huerto? Si ( ) No ( )  
¿Usted trabaja como aplicador en forma: Permanente ( ) Por temporada ( )  
¿Usted usa elementos de protección personal?  
Uso de EPP cuerpo: Si ( ) No ( ) EPP respiratorio: Si ( ) No ( )  
EPP cabeza: Si ( ) No ( ) EPP ocular: Si ( ) No ( )  
EPP manos: Si ( ) No ( ) EPP pies: Si ( ) No ( )

### Cuestionario de Hábitos y Prácticas de Trabajo

- ¿Durante la aplicación come, bebe o fuma? Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )  
¿Se cambia de ropa de trabajo al finalizar la aplicación? Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )  
¿Cuánto tiempo transcurre entre el término de la aplicación y que se duche o se bañe? \_\_\_\_\_

- Ha sufrido intoxicación por plaguicidas diagnosticada por médico Si ( ) No ( )
- Ha estado hospitalizado por intoxicación por plaguicidas Si ( ) No ( )
- Se ha intoxicado por plaguicidas? Si ( ) No ( )
- Cuantas veces: \_\_\_\_\_ Cuando fue la última vez \_\_\_\_\_ Con que plaguicida: \_\_\_\_\_

¿Durante el último período que usted aplicó plaguicidas presentó alguno de estos síntomas o signos? (ver lista adjunta)

Cefalea	Si ( ) No ( )	Nauseas	Si ( ) No ( )
Salivación Excesiva	Si ( ) No ( )	Mareos	Si ( ) No ( )
Dolor Abdominal	Si ( ) No ( )	Diarrea	Si ( ) No ( )
Visión Borrosa	Si ( ) No ( )	Debilidad Etx. Inf.	Si ( ) No ( )
Vómitos	Si ( ) No ( )	Sudor Nocturno	Si ( ) No ( )
Cambios Estado de Humor	Si ( ) No ( )	Calambres Etx. Inf.	Si ( ) No ( )
Insomnio	Si ( ) No ( )	Lesiones de Piel	Si ( ) No ( )

Actualmente está en un programa de control de salud como aplicador de plaguicidas? Si ( ) No ( )

Dónde: \_\_\_\_\_



**Figura N°1:** Empleado de la empresa Dolce Pinapple Co., dedicado a la cosecha de las piñas.



**Figura N°2:** Empleado dedicado a la fumigación llenando el tanque del equipo con plaguicida.



**Figura N°3:** Empleados operadores de equipo pesado realizando la fumigación en el campo cultivado con piñas.



**Figura N°4:** Fumigación utilizando un tractor boone.



**Figura N°5:** Empleados realizando la cosecha de las piñas.



**Figura N°6:** Día 18 de Enero del año 2008: toma de muestras en la empresa Dolce Pineapple Co.



**Figura N°7:** Día 18 de Enero del año 2008: toma de muestras en la empresa Dolce Pineapple Co.



**Figura N°8:** Día 18 de Enero del año 2008: toma de muestras en la empresa Dolce Pineapple Co. Presentes en la foto: Bladimir González, Verónica Solís, Demetrio Serrano.