



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

MAESTRIA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Tema: “Relación entre el estrés térmico con intoxicaciones leves e intermedias por plaguicidas-organofosforados, en operarios de fumigación en Pedro Vicente Maldonado, Pichincha, Ecuador durante el periodo de Agosto a Septiembre del 2014”.

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE MAGISTER EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

CARLOS GUSTAVO NARVÁEZ HERRERÍA

DIRECTOR: ING. GONZALO FRANCISCO ALBUJA CALVACHE

Quito, marzo 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 20XX
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **CARLOS GUSTAVO NARVÁEZ HERRERÍA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Carlos Gustavo Narvárez Herrería

C.I. 1716224157

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el Sr. Carlos Gustavo Narváz Herrería, con el tema “RELACIÓN ENTRE EL ESTRÉS TÉRMICO CON INTOXICACIONES LEVES E INTERMEDIAS POR PLAGUICIDAS-ORGANOFOSFORADOS, EN OPERARIOS DE FUMIGACIÓN EN PEDRO VICENTE MALDONADO, PICHINCHA, ECUADOR DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO A SEPTIEMBRE DEL 2014”, previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo, considero que una vez revisado el mencionado trabajo, reúne los requisitos y disposiciones emitidas por el Comité de Proyectos de la Dirección General de Posgrados de la Universidad Tecnológica Equinoccial, por medio de la Dirección General de Posgrados para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ing. Gonzalo Francisco Albuja Calvache

DIRECTOR DEL TRABAJO

CI. 1708262645

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Relación entre el estrés térmico con intoxicaciones leves e intermedias por plaguicidas-organofosforados, en operarios de fumigación en Pedro Vicente Maldonado, Pichincha, Ecuador durante el periodo de Agosto a Septiembre del 2014.

Autor: Carlos Gustavo Narváez Herrería

Director: Ing. Gonzalo Francisco Albuja Calvache

RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto del estrés calórico en los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica en 15 fumigadores de una plantación de pitahaya, en el mes de septiembre. El estrés calórico se valoró con el WBGT medido cada 15 segundos durante 3 días y el gasto metabólico con el método de frecuencia cardíaca. Los valores de acetilcolinesterasa se midieron antes de la fumigación del organofosforado Clorpirifos y 72 horas después de la aplicación del mismo. El cálculo metabólico determinó que la actividad de fumigación es una actividad pesada, en el caso de esta empresa, se realiza con un 75% de trabajo y 25% de reposo durante la jornada. El TLV del WBGT en estas condiciones es 27.5°C. El WBGT superó los 27,5°C en el día 2 y día 3, durante el 62% y 25% de la jornada, respectivamente. Mediante las mediciones de acetilcolinesterasa eritrocítica se determinó una disminución de su valor en 5,96% en promedio. Al correlacionar esta disminución con el WBGT máximo encontrado cada día se encontró una correlación baja entre las dos variables, con un r^2 de 32%.

Descriptor: Estrés calórico, WBGT, acetilcolinesterasa-eritrocítica, fumigaciones, organofosforados

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I	2
EL PROBLEMA	2
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1.- OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6.- ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPÍTULO II	8
MARCOS DE REFERENCIA.....	8
2.1.- MARCOS DE REFERENCIA	8
2.2.- MARCO TEÓRICO	10
2.3.-MARCO CONCEPTUAL	2
2.4.-MARCO LEGAL	3
2.5.- MARCO TEMPORAL ESPACIAL.....	3
2.6.- HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	5
HÍPÓTESIS GENERAL	5
HIPÓTESIS ESPECÍFICA	5
2.7.-SISTEMA DE VARIABLES.....	6
2.7.1 CÓNCEPTUALIZACIÓN	6
CAPÍTULO III	7
MARCO METODOLÓGICO	7
3.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
3.2.-TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	7
3.3.-MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
3.4.-POBLACIÓN Y MUESTRA	8
3.5.-OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9
3.6.-TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS	11
3.7.- TÉCNICA PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS.....	11
3.8.- CONFIABILIDAD Y VALIDEZ	12
3.8.1.- CONFIABILIDAD	12

3.8.2.- VALIDEZ	12
3.9.- PROTOCOLO DE MEDICIÓN	12
CAPITULO IV.....	14
DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	14
4.1.- ANÁLISIS DE WBGT	16
4.2.- CALCULO METABÓLICO.....	19
4.3.- ANÁLISIS DE ESTRÉS CALÓRICO	19
4.4.- CAMBIO EN ACETIL COLINESTERASA ERITROCÍTICA	20
4.5.- RELACIÓN ENTRE WBGT Y NIVELES DE ACETILCOLINESTERASA ERITROCÍTICA.....	26
CAPITULO V.....	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1 CONCLUSIONES.....	29
5.2 RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA

2.1	TLV para WBGT de acuerdo a los ciclos de trabajo.....	16
2.2	Coeficientes de penosidad de FRIMAT a los diferentes criterios cardíacos	17
3.1	Operacionalización de Variables	26
3.2	Técnicas e instrumentos para medición de datos.....	27
4.1	Porcentajes de respuestas obtenidas en las preguntas de la encuesta.....	31
4.2	Criterios metabólicos obtenidos de promedio de la investigación con coeficientes de penosidad	34
4.3	Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 1.....	36
4.4	Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 2.....	37
4.5	Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 3.....	37
4.6	Accidentes durante las fumigaciones reportado por los encuestados.....	39
4.7	Síntomas al día siguiente de realizar fumigaciones reportado por los encuestados.....	40
4.8	Correlaciones encontradas en el estudio y relaciones con tendencia a correlación usando la variable cambio de acetilcolinesterasa como variable dependiente.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO

2.1	Conceptualización de Variables.....	22
4.1	Frecuencia de edades de la población analizada.....	29
4.2	Frecuencia de años en el puesto de trabajo de la población analizada.....	30
4.3	WBGT Máximo durante cada hora del día.....	32
4.4	Valores WBGT Máximos, Mínimos y Promedio de cada día de evaluación	33

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto ha sido llevado a cabo con el propósito de explorar una temática poco estudiada en Ecuador, el estrés calórico durante las fumigaciones en las explotaciones agrícolas en áreas Subtropicales de nuestro país. La idea nació debido a las continuas quejas del calor que genera realizar estas actividades al usar todo el equipo de protección necesario. El calor generado por la impermeabilidad de estos trajes, podría crear un aumento en la humedad relativa dentro del traje, al igual que mantener el calor generado por el metabolismo del cuerpo.

Debido a la dificultad práctica para analizar los valores de Temperatura de globo, y de bulbo húmedo y seco en el interior del traje, se decidió analizar los valores externos al traje.

Por otro lado se decidió determinar a la vez si este estrés térmico es causa del aumento de riesgo de intoxicación por los químicos usados para tales fumigaciones.

Con los resultados del presente se espera poder realizar recomendaciones que permitan mitigar estos riesgos si lo existieran, ya que una gran cantidad de la población del país se encuentra expuesta. Por otro lado se busca probar la hipótesis que presentan los operadores, con sus continuas quejas del calor que genera realizar estas actividades con todo el equipo de protección necesario.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe un reciente interés en evaluar los riesgos inherentes a las actividades agropecuarias debido a que no eran consideradas de alto impacto para la salud, sin embargo como toda actividad laboral involucra accidentes y enfermedades. Según el Banco Mundial en el 2012, el 28% de la población del Ecuador estaba dedicada a la agricultura por lo tanto son riesgos que afectan a más de tres y medio millones de personas.

Al tomar en cuenta que el 55% de la población del Ecuador (INEC 2010), es decir casi 8 millones de habitantes viven en áreas Tropicales o Subtropicales, y en todas estas zonas se realiza agricultura, se puede concluir que una gran parte de la población en el campo, aproximadamente el 15.4% de la población total, está expuesta a un posible estrés calórico dependiendo de su carga laboral.

Tratando de mitigar posibles envenenamientos con los agroquímicos se convirtió en una disposición obligatoria el uso de protección personal, para el caso de plaguicidas. Estos elementos de protección crearon otro riesgo muy poco estudiado en esta actividad, el estrés calórico.

Las fumigaciones se dan principalmente durante el día, lo que expone a los trabajadores con todo este equipo de protección a la radiación solar y temperaturas elevadas. En el interior del traje de protección se crea un microambiente ya que el traje no permite que salga el sudor aumentando la humedad relativa y el calor corporal producido por la actividad física, generando un aumento del calor dentro del traje lo que incomoda a los trabajadores.

La mayor parte de intoxicaciones son generadas por insecticidas organofosforados como, el Malation, Paration, Diazinon, Clorpirifos, entre otros. (Jeyaratnam, 1990). Esta familia de plaguicidas es la principal fuente de intoxicaciones, debido a que atacan a la acetil-colinesterasa.

La acetilcolina es un neurotransmisor que cataliza la transmisión de los estímulos en las sinapsis neuronales, mientras que la acetil-colinesterasa es una enzima que cataboliza la acetilcolina en colina y ácido acético permitiendo que las neuronas vuelvan a su estado de reposo. Al ser inhibida la acetil-colinesterasa,

por una molécula de organofosforado, las neuronas permanecen activas permitiendo el paso de los estímulos, causando daños irreversibles en la neurona y con esto la muerte de la misma.

Según La Organización Mundial de la Salud cada año se reportan 3 millones de casos de intoxicaciones agudas, aunque dos tercios de estas intoxicaciones reportadas son generadas por intentos de suicidio (Jeyaratnam, 1990). Las intoxicaciones leves y moderadas generalmente presentadas en trabajadores del sector agropecuario se dan por falta de equipos de protección adecuados, falta de capacitación, concientización y en algunos casos, el bajo nivel educativo, estas personas expuestas a este riesgo, tienden a presentar problemas crónicos como las neuropatías retardadas y otros efectos tóxicos crónicos (Jamal 2002).

En el presente estudio se ha tomado una finca ubicada en el catón Pedro Vicente Maldonado, de la provincia de Pichincha, se escogió este lugar ya que es un área Subtropical, con condiciones ambientales adversas debido a las elevadas temperaturas y alta humedad relativa. La temperatura anual promedio es 22°C con máximas de 32°C y mínimas de 18°C, humedad relativa promedio de 85%, registrando máximas de 93% y mínimas de 65%. Con Vientos máximos de 14m/s. La explotación en la cual se realizara el estudio es una plantación de pitahaya de exportación. Las fumigaciones son constantes para erradicar plagas que afectan al cultivo por lo cual se realizan fumigaciones durante tres a cuatro días por semana durante el día, independientemente del calor o humedad relativa. En algunos casos las condiciones a las doce del día la temperatura puede ser de 28 a 32°C con humedades relativas de 90 a 92% que hacen el trabajo agobiante. Las fumigaciones se realizan generalmente en el horario de 7 a 16 horas. Durante las fumigaciones se realiza la aplicación del plaguicida durante 45 minutos en promedio y se descansa durante 15 minutos. Durante estos 15 minutos los operarios tienen tiempo de hidratarse, al igual que mueven los equipos hasta la siguiente área a ser fumigada.

La fumigación se realiza con una bomba móvil con tres salidas. En cada una de las salidas se encuentra conectada una manguera de 3/8 de pulgada de 100m de longitud con un aguilón de tres salidas. Cada aguilón es capaz de nebulizar hasta 90L de solución con plaguicida/hora. Las mangueras vacías tienen un peso de 20kg cada una y pueden contener en su interior hasta 28Lt de agua en

movimiento, por lo que el total de la manguera pesa alrededor de 48Kg que son jalados entre las filas del cultivo. Cada operario tira de una manguera y tiene que recorrer aproximadamente 3300m durante una jornada de trabajo de ocho horas. En este estudio se tratará de medir si el mal uso del equipo de protección personal, generado por el estrés calórico produce intoxicaciones leves y medias con una familia de plaguicidas comúnmente usada los organofosforados.

1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide el estrés térmico como causa de intoxicaciones leves e intermedias de plaguicidas organofosforados, en operarios de fumigaciones en Pedro Vicente Maldonado, Pichincha, Ecuador durante el periodo de Agosto a Septiembre del 2014?

1.3.- SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los valores de WGBT durante la realización de fumigaciones en Pedro Vicente Maldonado durante los meses de agosto a septiembre del 2014?
- ¿Qué valores acetilcolinesterasa eritrocítica presentan los operarios agrícolas expuestos a fumigaciones con organofosforados en el periodo de Agosto a Septiembre del 2014?
- ¿Qué relación existe entre las medidas de estrés calórico durante las fumigaciones con cambios en acetil-colinesterasa eritrocítica en la sangre?

1.4.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar si existe una relación entre el estrés calórico y las intoxicaciones con organofosforados en Pedro Vicente Maldonado en los meses de agosto a septiembre del año 2014

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir y evaluar los valores de WGBT durante la realización de fumigaciones en Pedro Vicente Maldonado durante los meses de agosto a septiembre del 2014
- Medir y evaluar los valores acetilcolinesterasa eritrocítica de operarios agrícolas expuestos a fumigaciones con organofosforados.
- Correlacionar medidas de estrés calórico durante las fumigaciones con cambios en acetil-colinesterasa eritrocítica en la sangre.

1.5.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto será realizado debido a que el uso de plaguicidas es algo muy común en la agricultura y debido al riesgo químico que presentan estos compuestos se ha hecho obligatorio el uso de equipo de protección personal. La protección personal tiende a ser incómoda y los trabajadores se ven obligados a dejar de usarla en cualquier momento de su acción laboral, debido al calor que se genera en su interior.

Si se piensa detenidamente es lógico que el microclima existente en el interior de este tipo de protección personal genere altos niveles de calor. Esto es debido al hecho que en su mayoría son materiales impermeabilizantes que impiden el paso de las pequeñas gotas de líquido con plaguicida, por lo que tampoco permiten la salida del calor o sudor emitido por el cuerpo del operador.

Esto genera dentro del traje un aumento de temperatura y de la humedad relativa que impide que la transpiración natural del cuerpo logre su objetivo. Por lo tanto dentro del traje el cuerpo del trabajador está expuesto a estrés calórico.

Se han determinado varios factores ambientales que favorecen las intoxicaciones de plaguicidas, como:

Aplicación en las horas del día de mayor temperatura, debido al incremento en la vasodilatación y disminución de líquidos, lo cual puede favorecer la absorción del plaguicida, al igual que favorece a que los operarios se rehúsen a usar el equipo de protección personal. (Jors y otros, 2006; y Blanco y otros, 2005)

Aspersión en el mismo sentido del viento, lo cual favorece el contacto con el plaguicida por vía dérmica e inhalación. (Cortez, 2008)

Determinadas condiciones higrométricas, especialmente presión atmosférica, humedad y temperatura, debido a que juegan un papel importante en la modificación de las propiedades y comportamiento de los plaguicidas. (Cortez, 2008)

Por lo tanto es importante investigar si existe una relación entre el estrés calórico y aumentos en las intoxicaciones generadas por los plaguicidas organofosforados, que pueden ser en ciertos casos letales o producir enfermedades crónicas, como la neuropatía crónica que es común en el 42% de los casos de intoxicación. (Fernández y otros, 1992)

Con el presente estudio se espera identificar si existe estrés calórico durante las aplicaciones de agroquímicos y su posible implicación en la disminución de acetilcolinesterasa en los operarios. De esta manera se podrá tomar en consideración este riesgo para analizar sus efectos en posteriores estudios a mediano y largo plazo. Al igual que permitirá tomar medidas preventivas para evitarlo.

1.6.- ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se espera encontrar una relación entre el estrés térmico durante fumigaciones agrícolas y los valores de acetilcolinesterasa en operarios de fumigaciones. Para de esta manera determinar las situaciones en las que el riesgo de intoxicación aumenta, debido a las condiciones ambientales. Permitiendo realizar recomendaciones para disminuir este riesgo.

La experimentación será realizada en 15 trabajadores únicamente de género masculino debido a que son los que comúnmente realizan las tareas de fumigación, además se escogerán trabajadores que vivan más de 5 años en la zona para garantizar que se encuentren aclimatados a las condiciones del lugar. Cada uno cuenta con su equipo de protección personal, que consta de: Monogafas, mascarilla de protección 3M, Overol y chaqueta de protección #14,

La investigación se llevará cabo en una plantación ubicada en el catón Pedro Vicente Maldonado, de la provincia de Pichincha, se escogió este lugar ya que es un área Subtropical. La explotación en la cual se realizara el estudio es una plantación de pitahaya de exportación, donde las fumigaciones son constantes.

Esta investigación se realizará durante los meses de Agosto y Septiembre del año 2014, debido a que es una época con pocas lluvias lo que permite que el trabajo no se detenga. Además la nubosidad no tiende a aumentar al final de la tarde, como sucede en la época de invierno (enero a mayo) que disminuye la radiación solar al igual que la temperatura.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1.- MARCO DE REFERENCIA

Se analizado información nacional e internacional del tema de los cuales no se encontró estudios que correlacionen el estrés térmico y la inhibición de la acetilcolinesterasa, pero hay estudios que dan pauta, los cuales son nombrados a continuación.

Síntomas ocasionados por plaguicidas en trabajadores agrícolas. En 2007 Cortez, et al. realizaron un estudio en 303 agricultores en el Valles de Tixtla en Guerrero, México, buscaba evaluar los síntomas después de aplicar plaguicidas organofosforados. El estudio lo realizo mediante una encuesta en la que recopilaba información personal de los agricultores, así como información de las prácticas para fumigar. Entre estas prácticas se encontraba hora del día de fumigaciones, tipo de equipo de fumigación, uso de equipo de protección personal, tiempo de reingreso, hábitos de higiene personal.

Luego del análisis de la información obtenida se obtuvo que, el 17% trabajó en las horas de mayor cantidad de sol. De estos trabajadores el 45.7% presento algún síntoma de intoxicación. En los grupos más jóvenes (menor a 46 años) existió una mayor proporción (63%) de síntomas. El 36% de las personas que presentaron síntomas trabajaron en las horas con mayor cantidad de calor.

Determinants of dermal exposure among Nicaraguan subsistence farmers during pesticide applications with backpack sprayer. En 2005 Blanco et al. realizó un estudio para analizar los factores más importantes que determinan la exposición a plaguicidas. Para ello escogió dos insecticidas organofosforados (clorpirifos y metamidofos) que serían aplicados por 31 agricultores de la zona de Chinandega, León, Nicaragua. Para la observación firmo las fumigaciones, de las cuales obtuvo 27 factores que inciden en la exposición de los insecticidas. También colocó un agente fluorescente para poder medir el grado de exposición al plaguicida en las personas que lo aplicaron.

Se obtuvo como resultado que los factores que influyeron de mayor manera a la exposición al plaguicida fueron temperatura, el uso de bombas manuales, el

volumen fumigado, fumigar al frente de la persona, contaminación al destapar las boquillas de fumigación.

Estudio de estrés térmico en invernadero y otros parámetros ambientales.

En el año 2007 Cañadas, realizó un estudio de estrés calórico en San Isidro de Nijar, en Almería, Colombia en cultivos de invernadero de tomate cherry, sandía y melón. Las temperaturas promedio durante el estudio fue de 28° C y la humedad relativa promedio 48%. Se procedió a calcular el índice WBGT tomando datos cada 2 horas desde las 8:00 a 14:00h. Estos valores se compararon con la ISO 7243. Mediante observación se calculó el índice metabólico de cada uno de los puestos de trabajo. Los resultados obtenidos fueron que el rango metabólico en las actividades fue entre 63 a 271 w/m². Los resultados promedio de WBGT fueron de 28°C, llegando los más altos a 30°C en los meses de junio a octubre. En ninguno de los casos se obtuvo estrés térmico debido a que todos los operarios están aclimatados. En algunos casos se acercaron mucho al estrés térmico en las horas cercanas al medio día, por lo que deberían tomarse en cuenta en el plan de manejo de riesgos del trabajo.

La Inhibición de la actividad colinesterásica sanguínea como biomarcador de exposición a compuestos organofosforados y carbamatos. Una revisión crítica.

En el año 2012, Ibarra realizó una revisión crítica tomando en cuenta las ventajas y desventajas de los biomarcadores comúnmente usados para la determinación de las intoxicaciones con organofosforados y carbamatos. En su revisión explica que actualmente se usan dos tipos de mediciones la acetilcolinesterasa y las colinesterasas, siendo la más recomendable la medición de acetilcolinesterasa debido a que es más específica y confiable, ya que al medir colinesterasas se mide pseudocolinesterasas, colinesterasas plasmáticas, y butirilcolinesterasas. Las colinesterasas también pueden verse afectadas por problemas hepáticos disminuyendo entre 30 y 40% lo que hace que de falsos positivos. Se reporta que las mediciones de las colinesterasas pueden variar entre un 15 y 20% por factores interindividuales, mientras que en acetilcolinesterasas las variaciones interindividuales oscilan entre el 3 y 7%. Lo que da un mayor nivel de confiabilidad.

Dentro de estas mediciones también se usan varios métodos, como Lovibond y Michel siendo el más acertado el método de Ellman que es recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Colinesterasa en sangre total medida con técnicas semicuantitativa y en eritrocitos y plasma medidas con técnicas cuantitativas: relaciones. Durante el año 2007 Carmona, en el departamento de Aburra y cercano oriente antioqueño escogió 827 trabajadores entre 18 y 75 años, a los cuales extrajo muestras de sangre para realizar pruebas de acetilcolinesterasa en sangre total con Lovibond, en eritrocitos con Michel y EQM y en plasma con Michel, EQM y Monotest. Al analizar los 3 valores con separación de medias de Newman y Keuls, concluyo que existen diferencias significativas entre las mediciones. El método Lovibond fue el más deficiente ya que en lo sujetos que se encontraron con bajos niveles de acetilcolinesterasa con los métodos Michel y EQM, Lovibond los catalogo como sanos, lo que podría llevar a una sobreexposición de estos individuos. Lovibond clasificó de manera errónea al 61% de lo sin investigados en eritrocitaria y al 94% de los investigados en plasmática.

2.2.- MARCO TEÓRICO

2.2.1.- Trajes de Protección Personal en Fumigaciones Agrícolas

Los trajes de protección personal son de uso obligatorio cuando se realizan tareas de fumigación, por lo que su uso es común en todo el país. El desarrollo del sector agropecuario de un sistema extensivo a un sistema intensivo, está exponiendo a un mayor número de operarios de fumigaciones, en una variedad de climas extremos. En ciertas zonas del país las temperaturas y humedades relativas son muy altas, lo que genera poco confort dentro de estos trajes.

Según las Normas de Protección al Trabajador de la EPA, del manual Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas (Reigart y Roberts ,1999) el empleador agrícola está obligado a lo siguiente:

Capacitación y entrenamiento básico del manejo seguro de plaguicidas.

Proveer de equipo de protección personal para las personas que entren en contacto directo con el plaguicida.

Respetar intervalos de reingreso a áreas aplicadas.

Colocar la dirección y número telefónico de asistencia de emergencia médica en una localización de fácil acceso.

Poseer logística suficiente para transportar a un trabajador afectado por plaguicidas desde la explotación agrícola a un centro médico

2.2.2.- Modo de Acción de los organofosforados

La acetilcolina permite el paso del impulso nervioso entre las terminales de las fibras postganglionares y parasinápticas. Está contenido en unas vesículas especiales en el citoplasma de la terminal nerviosa.

El impulso nervioso produce la liberación de acetilcolina al espacio sináptico. Al ponerse en contacto la acetilcolina con un receptor colinérgico en la membrana post sináptica de la próxima fibra nerviosa genera espacios en la membrana post sinápticas permitiendo el ingreso de Sodio y Potasio. Esta entrada de Sodio y Potasio, produce una despolarización de la membrana postsináptica continuando así el paso del impulso nervioso.

El efecto de la acetilcolina dura generalmente 0.002 segundos ya que la acetilcolinesterasa descompone esta molécula en colina y ácido acético permitiendo así el paso de otro impulso nervioso.

Cuando un organismo es expuesto a un organofosforado, las moléculas de acetilcolinesterasa son atraídas al átomo central de fósforo del plaguicida, formándose un enlace covalente muy estable, por lo que la enzima pierde su actividad. En consecuencia al no haber suficiente acetil-colinesterasa la acetilcolina se acumula en las sinapsis ganglionares periféricas, generándose problemas para la transmisión de subsiguientes estímulos nerviosos y la sobreexcitación de las neuronas, causando daños de naturaleza irreversible ya que las neuronas no se reproducen, por lo tanto el tejido no se regenera. De esta manera ejercen su efecto letal para insectos (Goldfrank, 2006), el problema se da cuando afecta a una especie no blanco como el hombre, donde produce el mismo efecto pudiendo llegar a ser letal según el nivel de exposición

En condiciones de exposiciones leves el hígado degrada los compuestos organofosforados por medio de oxidasas, hidrolasas y transferasas, evitando que causen daños en el sistema nervioso. Cuando las concentraciones del organofosforado en el cuerpo han llegado a niveles superiores a los de detoxificación, los efectos por la exposición al plaguicida pueden aparecer a las semanas o meses tales como neurotoxicidad retardada.

La neurotoxicidad se genera porque el organofosforado se convierte en esterasa neurotóxica, afectando al sistema nervioso generando sensaciones de hormigueo, quemadura y parálisis temporal o en algunos casos de por vida. Las exposiciones leves pueden verse agravadas y llegar a neurotoxicidad en casos de personas con problemas hepáticos como neoplasias, infecciones agudas, anemias y sobre todo desnutrición

Las intoxicaciones se han dividido según su sintomatología en:

Síndrome Muscarínico: Se presenta visión borrosa, sialorrea y lagrimeo, broncoespasmos, vómito, dolor abdominal y diarrea. Si no es tratado puede llegar a un fallo respiratorio

Síndrome Neurológico: Los principales síntomas son ataxia, confusión mental, retardo en la respuesta a los estímulos, convulsiones, depresión de centros cardiorrespiratorios

Síndrome Nicotínico: Presenta calambres, midriasis, mialgias, hipertensión arterial, visión borrosa paulatina,

2.2.3.- Estrés Calórico

El calor es el único contaminante que es generado por el propio hombre. Al igual que cualquier máquina el organismo al realizar cualquier actividad no es completamente eficiente, por lo que una parte de la energía es desperdiciada como calor. Este calor es generado por el propio metabolismo humano. Por un lado es importante ya que ayuda a mantener la temperatura, aunque bajo ciertas circunstancias es generado en exceso, sobre todo cuando se requiere elevada cantidad de energía para esfuerzos físicos.

El ambiente añade ciertas cantidades de calor al cuerpo que en algunos casos puede ser simplemente molesto o en otros, más extremos, peligroso para la salud. En todo caso el cuerpo tiene una gran tolerancia al calor a diferencia de otro tipo de contaminantes, ya que el cuerpo humano cuenta con métodos muy efectivos para autorregularse.

En el caso de calor existen dos tipos de exposiciones básicas:

Calor seco, posee elevadas temperaturas del aire, elevada temperatura radiante y baja humedad relativa, el cuerpo puede soportarlo hasta llega a 65C por periodos cortos de tiempo. (Hena, 2008)

Calor húmedo, La temperatura del aire es alta y la humedad relativa también, es difícil de soportar sobre los 34.5C (Hena, 2008)

El hombre es un animal homeotermo, lo que significa que mantiene su temperatura alta y estable, independientemente del ambiente. Si existe mucho frío aumenta su metabolismo para generar más calor; si existe mucho calor aumenta la circulación sanguínea y activa el sistema de sudoración. La temperatura en el interior del organismo varía máximo en 0,5C (Hena, 2008), mientras que la temperatura externa puede variar entre dos o tres grados centígrados.

La temperatura es controlada desde el hipotálamo, cuando los termorreceptores captan que la temperatura aumenta más de lo que debería, el hipotálamo aumenta la circulación. El corazón empieza a bombear con mayor rapidez, los capilares cerca de la superficie de la piel se dilatan, permitiendo un intercambio de calor del cuerpo con el ambiente hasta ocho veces mayor. Por otro lado las glándulas sudoríparas son activadas, emitiendo estas gotas de sudor sobre toda la piel, para que por medio de la evaporación de estas gotas, el cuerpo se enfríe. La sudoración puede eliminar hasta diez veces el calor basal del organismo. Este sistema generalmente se activa sobre los 37C de temperatura corporal.

En algunos casos la temperatura ambiental está tan elevada como la superficie del cuerpo, por lo que no es eficiente la disipación de calor por medio del sistema circulatorio. Por otro lado en algunos casos la humedad relativa en el ambiente es muy alta lo que no permite la evaporación del sudor, lo que evita que por este

medio disminuya el calor efectivamente. Cuando se juntan estas dos situaciones, junto a trabajo físico elevado (genera mayor calor metabólico), el sistema termorregulador se ve forzado e incapaz de eliminar la cantidad todo este calor generado se producen efectos adversos como:

Golpe de calor: Se produce cuando el sistema termorregulador no puede disipar suficiente calor, debido a que se encuentra en calores secos superiores a los 65°C con poco movimiento de aire o calor húmedo en lugares con 100% de humedad o bajo el agua con temperaturas mayores a 34.5°C que no permite una evaporación efectiva del sudor. En estos casos la temperatura corporal aumenta entre 41,1 a 42,2°C.

El aumento de temperatura hace que las funciones cerebrales disminuyan, se puede producir el cese de la sudoración, convulsiones, delirio, alucinaciones y coma.

Síncope por calor: Se da por la tensión excesiva del sistema circulatorio, generando mareos, piel sudorosa, palidez, y dolor de cabeza.

Postración Anhidrotica por calor: Se da por la falta de consumo de los líquidos para reponer los eliminados por la sudoración, cuando el cuerpo ha perdido 1,5% de su peso corporal. Esto produce una disminución a la tolerancia del calor, disminuyendo la capacidad mental, pérdida de habilidad, disminución de la capacidad de reacción y malas decisiones ante situaciones de riesgo.

Postración de calor con depleción de sal: Se da cuando el exceso de sudoración causa pérdidas muy altas de cloruro de sodio, y no es repuesto en cantidades suficientes por ingestión. Causando fatigas, náuseas, mareos, vómitos y calambres musculares.

Calambres por calor: Se da en los músculos que han realizado el mayor esfuerzo físico, cuando existe una sudoración excesiva y consumo de agua sin sales.

Taponamiento de las glándulas sudoríparas: Se da cuando se realiza elevada actividad física con elevada contaminación sobre la piel. Estos contaminantes

obstruyen las glándulas sudoríparas, generando una erupción cutánea llamada miliaria.

Edema por calor: Se da porque no existe un adecuado equilibrio entre el agua y sales consumidas, en lugares con ambientes térmicos adversos y exceso de esfuerzo físico. Produce hinchazón de las extremidades, especialmente pies y tobillos.

2.2.4.- Medición de Estrés Térmico por método WBGT

Según la INSHT en la NTP 322,1995

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

El método WBGT usa los parámetros de temperatura de globo TG, temperatura seca del aire TA, temperatura húmeda natural THN, en la siguiente ecuación:

En interiores sin radiación solar.

$$WBGT=0.7THN+0.3TG$$

En exteriores con radiación solar

$$WBGT=0.7THN+0.2TG+0.1TA$$

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT usando la ecuación

$$WBGT = \frac{WBGT \text{ (cabeza)} + 2 \times WBGT \text{ (abdomen)} + WBGT \text{ (tobillos)}}{4}$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

El valor obtenido del WBGT se compara con la siguiente tabla de acuerdo al índice metabólico del trabajo realizado. De esta manera se averiguará si en las mediciones se registró estrés calórico

Valores Límite según ACGIH para el 2011

Tabla 2.1: TLV para WBGT de acuerdo a los ciclos de trabajo

Ciclo de trabajo y recuperación	TLV valores WBGT (°C)			
	Ligero	Moderato	Pesado	Muy Pesado
100-75	31	28	-	-
75-50	31	29	27.5	-
50-25	32	30	29	28
25-0	32.5	31.5	30.5	30

Fuente: TLVs and BEIs Based on Documentation of the ACGIH 2011

Elaborado Por: Narváez C.

2.2.5.- Cálculo de Calor Metabólico

El calor metabólico es medir el calor generado por el organismo en el proceso de transformación de energía química en energía mecánica (Henao, 2008). Existen varios métodos para calcularlo, tales como:

Clasificación en función del tipo de actividad

Clasificación en función de las profesiones

Estimación de metabolismo a partir de los componentes de la actividad

Estimación de acuerdo a la actividad tipo

Uso de la frecuencia cardíaca

Método de Frecuencia Cardíaca

El método de la frecuencia cardíaca es uno de los más precisos con más o menos 15% sobre el valor obtenido. Según el INSHT en la NTP 295, 1995; existe una relación lineal entre el pulso y el gasto energético. Para calcular este método se necesita medidas iniciales de lo siguiente:

Frecuencia de reposo (FR): Es el valor de la frecuencia cardíaca de un individuo durante 3 minutos en un periodo de reposo, con el individuo sentado.

Frecuencia Media de Trabajo (FCM): Es el promedio de los valores obtenidos durante mediciones al realizar las actividades laborales

Frecuencia Máxima Teórica (FMT): Es la frecuencia máxima que se supone podría tener una persona restado su edad, es decir $(220 - \text{edad})$

Costo Cardíaco (CCA): Se obtiene al restar $FCM - FR$. Este valor nos da la carga física del trabajo, al analizar la tolerancia individual.

Costo Cardíaco Relativo (CCR): No dice que tan adaptado está el trabajador a su puesto de trabajo, se lo calcula $CCA / (FMT - FR)$

Aceleración de la FC: Se obtiene al restar la FCM máxima obtenida en las mediciones menos FCM promedio. $(FCM_{\text{max}} - FCM)$

Con estos Valores se evalúa en la siguiente tabla con el criterio de FRIMAT

Tabla 2.2: Coeficientes de penosidad de FRIMAT a los diferentes criterios cardíacos

	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
ac FC	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
FCM max	110-119	120-129	130-129	140-149	>150
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

25 Puntos Extremadamente duro

24 Puntos Muy Duro

22 Puntos Duro

20 Puntos Penoso

18 Puntos Soportable

14 Puntos Ligero

12 Puntos Muy Ligero

<=10Puntos Carga física mínima

Fuente: NTP 295, 1995

Elaborado Por: Narvárez C

2.3.-MARCO CONCEPTUAL

Equipo de protección personal de fumigaciones: Conjunto de accesorios y prendas de vestir que se usan durante las pulverizaciones para evitar la ingestión, inhalación y absorción dérmica. Está compuesto básicamente por mascarilla, gafas y vestimenta impermeable, generalmente plástica.

Organofosforados: Son sustancias orgánicas de síntesis, conformadas por un átomo de fósforo unido a cuatro átomos de carbono o en algunas sustancias a tres de oxígeno y uno de azufre. El efecto tóxico de estos compuestos se produce por inhibición de la acetilcolinesterasa. (NTP 512, 1999)

Estrés térmico: Carga térmica que recibe un trabajador por la interacción entre las condiciones ambientales, la actividad realizada y la ropa. Este se produce cuando el trabajador recibe una cantidad de calor mayor a la que su organismo puede evacuar por medios naturales. (Fernández, 2008)

Enzima: Proteína específica que cataliza ciertos compuestos de las reacciones bioquímicas del metabolismo. (Real Academia Española, 2014)

Temperatura de globo: Es la temperatura medida en una esfera de 150mm de diámetro, coeficiente de emisión negro (90), tan delgada como sea posible. (NTP 322, 1995)

Temperatura seca del aire: Es La temperatura normal del aire medida con un termómetro de mercurio, este termómetro no debe ser expuesto a radiación térmica pero debe permitir el paso del aire a su alrededor. (NTP 322, 1995)

Temperatura húmeda natural: Es la temperatura tomada por un sensor, sobre el cual se encuentra una tela humedecida, por el que pasa ventilación natural, también conocido como temperatura psicométrica. El sensor debe ser cilíndrico, de 6mm de diámetro, de 30mm de longitud. La tela que lo recubre debe ser de algodón, debe estar limpia, la parte inferior de la tela debe estar sumergida en agua destilada y la parte no sumergida debe ser mayor a 20mm. El recipiente del agua debe estar protegido de radiación térmica. (NTP 322, 1995)

2.4.-MARCO LEGAL

En la Constitución del Ecuador (2008), capítulo sexto: Trabajo y Producción, Art. 326 numeral 5 dice, “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. Haciendo obligatorio el mantener condiciones que propicien la salud de los empleados en cualquier tipo de trabajo. La manera de realizarlo fue normada con el Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, que en el Art1 dispone claramente que debe aplicarse a todo tipo de trabajo para prevenir, disminuir o eliminar riesgos en el trabajo.

El calor es uno de los riesgos que se pueden encontrar en varios tipos de actividades laborales. En el caso de la agricultura en zonas tropicales y subtropicales del país, es un riesgo latente que se debe lidiar diariamente y tratar de disminuirlo. En el Decreto Ejecutivo 2393, Art 54, numeral 2, inciso E, explica claramente los valores máximos permitidos de TGBH para la realización de actividades de acuerdo a la tasa metabólica y el tiempo de descanso por hora.

En el presente estudio se busca una relación entre dos factores el calor y el efecto en el riesgo químico de organofosforados. El riesgo químico esta normado en el Decreto Ejecutivo 2393, Art 64, el cual expresa que no se debe sobrepasar los valores máximos permitidos. Debido a que en agricultura se busca eliminar los insectos con agentes tóxicos por medio de la inhalación o contacto directo del insecto no se puede aplicar las medidas de control del Art 65, exceptuando el numeral 6, que se lo realiza por medio del uso de mascarillas, trajes de PVC y botas de caucho.

2.5.- MARCO TEMPORAL ESPACIAL

La presente investigación se realizara en el Noroccidente de la Provincia de Pichincha, en Pedro Vicente Maldonado, un área considerada Subtropical. La temperatura anual promedio es 22°C con máximas de 32°C y mínimas de 18°C, humedad relativa promedio de 85%, registrando máximas de 93% y mínimas de

65%. Con Vientos máximos de 14m/s. Su precipitación anual promedio es de 3200mm.

El estudio se llevara a cabo en trabajadores de una plantación de pitahaya de exportación. Estos 15 operarios han sido escogidos ya que son los encargados de realizar las fumigaciones fitosanitarias del cultivo. Realizando estas operaciones de tres a cuatro días de la semana, en el horario de 7:00 a 16:00.

El estudio se realizará durante los meses de Agosto a Septiembre que son considerados los de mayor calor. En la zona desde junio a diciembre se lo considera verano. Esta época del año se caracteriza por alta radiación solar y elevada humedad relativa especialmente en la mañana. Estas condiciones ambientales se dan debido a que en la noche tiende a darse lloviznas. De 1 a 4mm.

El grupo de fumigación está formado por cinco personas. Tres de ellos se encargan de jalar los aguilones con las mangueras a través de las filas del cultivo (fumigadores), mientras que los otros dos se encargan de jalar la manguera, cuando el operador del aguilón se encuentra regresando al punto de partida (auxiliares). Cada uno de los fumigadores recorre aproximadamente 3300m/día, mientras que los auxiliares tan solo recorren alrededor de 1200m/día en los cambios de posición de la bomba de fumigar móvil.

Los auxiliares son los encargados de mover los equipos y tanques de fumigación, entre los diferentes lotes, al igual que realizar la preparación de la mezcla a aplicarse. Los fumigadores tan solo se encargan de mover sus mangueras.

El grupo de fumigación realiza la aplicación de cada tanque de 200litros durante 45 minutos. Luego de que ha terminado de aplicarlo tienen 15 minutos para descansar, hidratarse y cambiar de posición los equipos al siguiente lote a fumigarse.

2.6.- HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS GENERAL

Existe una relación inversa entre los valores de WBGT y los valores de acetilcolinesterasa eritrocítica en operarios de fumigación en Pedro Vicente Maldonado en las fechas de Agosto a Septiembre del 2014

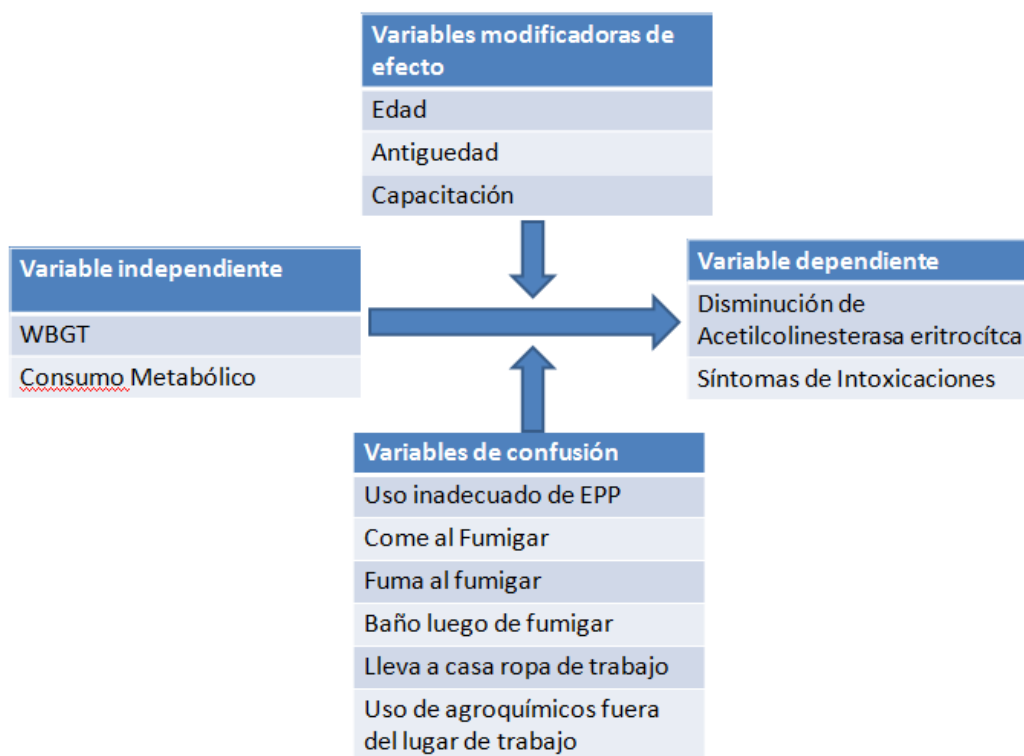
HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- Existe estrés calórico durante el proceso de fumigación en Pedro Vicente Maldonado durante los meses de Agosto a Septiembre del 2014.
- El valor del acetyl-colinesterasa eritrocítica tiende a disminuir luego de las fumigaciones de plaguicidas organofosforados
- La disminución de los valores de acetyl-colinesterasa eritrocítica tiene una relación con la generación de estrés calórico

2.7.-SISTEMA DE VARIABLES

2.7.1 CÓNCEPTUALIZACIÓN

Gráfica 2.1: Conceptualización de Variables



Fuente: Encuesta realizada en investigación

Elaborado Por: Narváez C

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva: Es de tipo cuantitativo de diseño transversal, permite obtener una descripción exacta del fenómeno que se estudia, trabaja con tamaños de muestras representativos de la población, por lo que permite establecer conclusiones del fenómeno e inferirlas a la población.

3.2.-TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación de campo: Consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

En el presente estudio se usaran 15 trabajadores (fumigadores) que se ven expuestos constantemente a aplicaciones de plaguicidas organofosforados, para el control de plagas. Cada operario contará con su equipo de protección personal, que consta de: Monogafas, mascarilla de protección 3M con filtros 6003, Overol y chaqueta de protección #14, guantes de nitrilo.

El estrés calórico será obtenido por la fórmula del INSHT a través de las mediciones proporcionadas por una estación total, que registra Temperatura de globo, Temperatura seca de aire y Temperatura húmeda natural cada 15 segundos. Permitiendo de esta manera obtener un promedio diario y las máximas diarias del WBGT

Un día antes de las fumigaciones se tomara muestras de sangre de todos los operarios para usar estas medidas como niveles basales. Los operarios no han realizado ninguna fumigación de organofosforados durante 30 días antes de la toma de muestras como lo recomienda la Guía GATISO-PIC del Ministerio de Ministerio de Protección Social de Colombia.

Al día siguiente después de las aplicaciones serán recolectarán muestra de sangre para ser analizados por el Espectrofotometría de Mitchell en un laboratorio acreditado. Las muestras de sangre serán tomadas durante una aplicación del organofosforado Clorpirifos antes de las 72 horas después de haber terminada la fumigación.

La correlación se realizará mediante una regresión lineal entre variable estrés térmico e inhibición de colinesterasa eritrocítica. Usando los datos obtenidos en las mediciones pre y post fumigación operarios

3.3.-MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

Observacional:

Se procedió a analizar los puestos de trabajo, tomando en cuenta los tiempos de descanso las actividades y tipos de actividades que realizan, para poder calcular la carga laboral de los fumigadores

Medición:

Uso de una estación total, que registra Temperatura de globo, Temperatura seca de aire y Temperatura húmeda natural cada 15 segundos, para así obtener el WBGT en el puesto de trabajo.

Medición del pulso de los operarios en reposo y durante la realización de la fumigación cinco veces en cada uno para aplicar el método de metabolismo energético de la NTP 323, 1995.

También se realizó la medición de la colinesterasa de la sangre para determinar los niveles de inhibición de la misma por los plaguicidas organofosforados.

Encuesta:

Se realizó una encuesta informativa de datos personales en cada uno de los participantes en el estudio. Obteniendo información de edad, antigüedad, uso correcto de equipo de protección personal, esta encuesta ha sido proporcionada y validada por el IFA.

3.4.-POBLACIÓN Y MUESTRA

La empresa cuenta con 37 trabajadores, de los cuales en el estudio se usarán 15 trabajadores, que son los encargados de realizar las fumigaciones en la plantación. Estas personas cuentan con las características de vivir en la zona durante más de 5 años lo que significa ya están aclimatados a las condiciones del

lugar. La muestra será el universo, es decir se tomarán las pruebas a todos los 15 trabajadores.

Se tomarán para el estudio sólo trabajadores del sexo masculino debido a que son los trabajadores comúnmente usados para fumigaciones debido al esfuerzo físico a realizarse. Además existen diferencias significativas entre los valores normales de acetil-colinesterasa entre hombres y mujeres (Carmona y otros, 2000; y Henao, 1990). La edad de los operarios tomados para el estudio será entre 20 y 40 años, no se los subdividirá en grupos de edad ya que el estudio de Carmona y otros, (2000) demostró que no existen diferencias significativas entre los valores normales de acetil-colinesterasa entre personas de distinta edad.

3.5.-OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.1: Operacionalización de Variables

Variable Conceptual	Variable Real Dimensional	Indicadores	Items
WBGT	Carga de calor que recibe un trabajador debido a factores ambientales, actividad física y ropa	°C	25-27 27-29 29-31 31-33
Consumo Metabólico:	Energía que necesita el cuerpo para realizar un trabajo	Método de frecuencia cardíaca	Ligero Moderado Pesado Muy Pesado
Edad:	Número de años desde el nacimiento.	Años	20-33 34-43 44-53
Antigüedad	Número de años en el trabajo actual	Años	1-10
Come al fumigar	Ingiera algún alimento mientras transporta, prepara o realiza la fumigación.	Presencia Ausencia	Si No
Fuma al fumigar	Fuma mientras transporta, prepara o realiza la fumigación.	Presencia Ausencia	Si No
Baño al terminar la fumigación	Una vez completada la fumigación, se asea en las duchas con agua y jabón.	Presencia Ausencia	Si No
Lleva a casa ropa de	Llevar la ropa que se usa	Presencia	Si

trabajo luego de la fumigación	bajo los equipos de protección para lavarla.	Ausencia	No
Uso de Organofosforados fuera del Lugar de Trabajo:	Uso de productos fitosanitarios, en otro trabajo o para fines de uso personal o doméstico.	Presencia Ausencia	Si No
Uso adecuado de EPP:	Forma en la que se usa el equipo de protección personal, permitiendo que tenga una protección completa o incompleta	Correcto Incorrecto	Si No
Fotofobia	Molestia con la presencia de luz.	Presencia Ausencia	Si No
Rinorrea	Moco abundante en la nariz.	Presencia Ausencia	Si No
Salivación exagerada	Exceso de salivación similar a cuando se tiene hambre.	Presencia Ausencia	Si No
Cólicos	Dolor abdominal recurrente.	Presencia Ausencia	Si No
Diarrea	Aumento de frecuencia o fluidez de las deposiciones	Presencia Ausencia	Si No
Vómito	Expulsión del contenido estomacal a través de la boca	Presencia Ausencia	Si No
Secreción faringobranquial	Secreción de mucosidades del sistema respiratorio a través de la boca	Presencia Ausencia	Si No
Disnea	Agitación excesiva o falta de aire	Presencia Ausencia	Si No
Cefalea	Dolores en la cabeza	Presencia Ausencia	Si No
Dificultad para concentrarse	Dificultad para mantener el enfoque en una sola idea.	Presencia Ausencia	Si No
Dificultad para recordar	Disminución de la memoria temporal.	Presencia Ausencia	Si No
Irritabilidad	Reaccionar negativamente a los estímulos.	Presencia Ausencia	Si No
Debilidad muscular	Disminución de la capacidad de realizar un esfuerzo.	Presencia Ausencia	Si No
Disminución de Acetilcolinesterasa en eritrocitos	Enzima inhibidora de la acetilcolina	%	0-100%

Fuente: Encuesta de la presente investigación

Elaborado Por: Narváez C

3.6.-TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS

Tabla 3.2: Técnicas e instrumentos para medición de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTOS DE REGISTRO
Observación	Lista de actividades para determinar metabolismo	Papel y lápiz (formato) Cámara fotográfica
Medición	WBGT SD Card Logger Muestras de sangre para obtención de acetilcolinesterasa. Medición del pulso en reposo y en al fumigar con Pulsómetro OMRON	Papel y lápiz (formato)
Encuesta	Cuestionario	Papel y lápiz (formato)

Fuente: Presente Investigación

Elaborado Por: Narváez C

3.7.- TÉCNICA PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS

El cálculo del metabolismo durante las fumigaciones se realizara usando la NTP 323., para luego determinar si existe o no estrés térmico comparando el WBGT obtenido en las mediciones con los TLV de la ACGIH.

Los valores de acetil-colinesterasa de cada operario serán obtenidos por el método Espectrofotometría de Michael en un laboratorio certificado.

Finalmente se analizara los datos de WBGT como variable independientes con los de acetilcolinesterasa como variable dependiente en una regresión simple con el programa estadístico Epiinfo.7.0

3.8.- CONFIABILIDAD Y VALIDEZ

3.8.1.- CONFIABILIDAD

La confiabilidad se demuestra al usar un equipo para medición de WBGT, que cuenta con un certificado de calibración.

El laboratorio en el que se realizará los análisis de sangre tiene certificado sus métodos.

3.8.2.- VALIDEZ

Para medir la Temperatura de Globo, la Temperatura de Bulbo Húmedo y la Temperatura de Bulbo Seco se usara un instrumento llamado WBGT SD Card Logger, el cual tiene una apreciación de 0,1°C y se estabiliza a los 15 segundos.

Para la toma de las muestras de sangre se las realizará con el personal del mismo laboratorio para evitar contaminación de las muestras y ellos usan un equipo de espectrofotometría para la determinación de los valores en las muestras de sangre.

3.9.- PROTOCOLO DE MEDICIÓN

Encender el WBGT data logger y esperar 15 minutos hasta que se estabilice su medición

Medir la temperatura de globo, la temperatura de bulbo húmedo y temperatura de bulbo seco a 3 diferentes alturas, 170cm, 110cm y 10cm.

En caso que las temperaturas del cálculo de WBGT en las 3 mediciones no varíen por más de 1 °C, proceder a tomar todas las mediciones a 1m de altura

Medir en cada hectárea en la que se realizan las fumigaciones en 9 puntos diferentes formando un cuadrado con 3 mediciones por lado y una medición en el centro del mismo.

En caso que las medidas de los 9 puntos no varíen más de 1°C proceder a realizar la medición en un solo punto de la hectárea

Realizar las mediciones cada hora durante la jornada de trabajo o en su defecto dejar encendido el el WBGT data logger y dejar que grabe las mediciones cada 15segundos

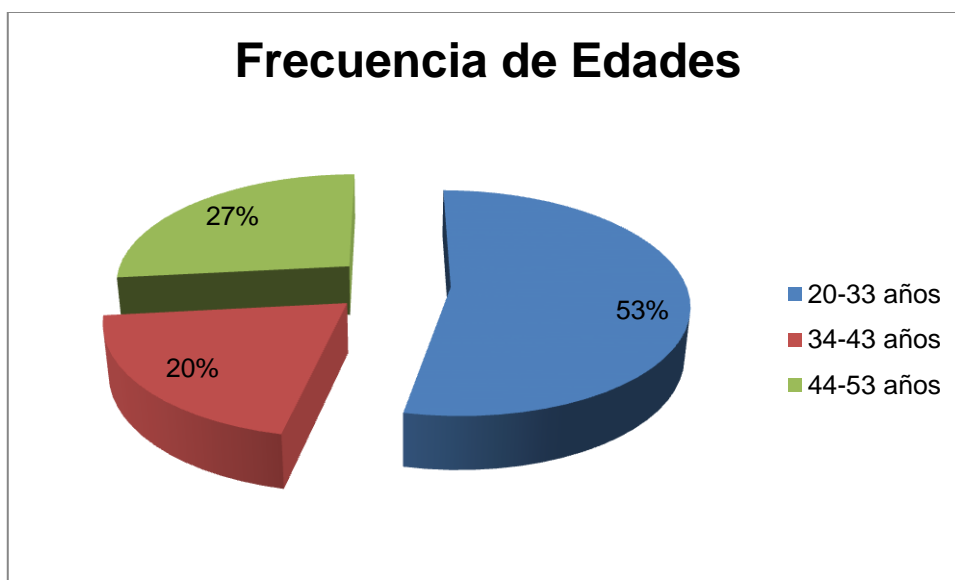
CAPITULO IV

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La información personal de los sujetos investigados según la encuesta y la información obtenida del lugar de trabajo son los siguientes:

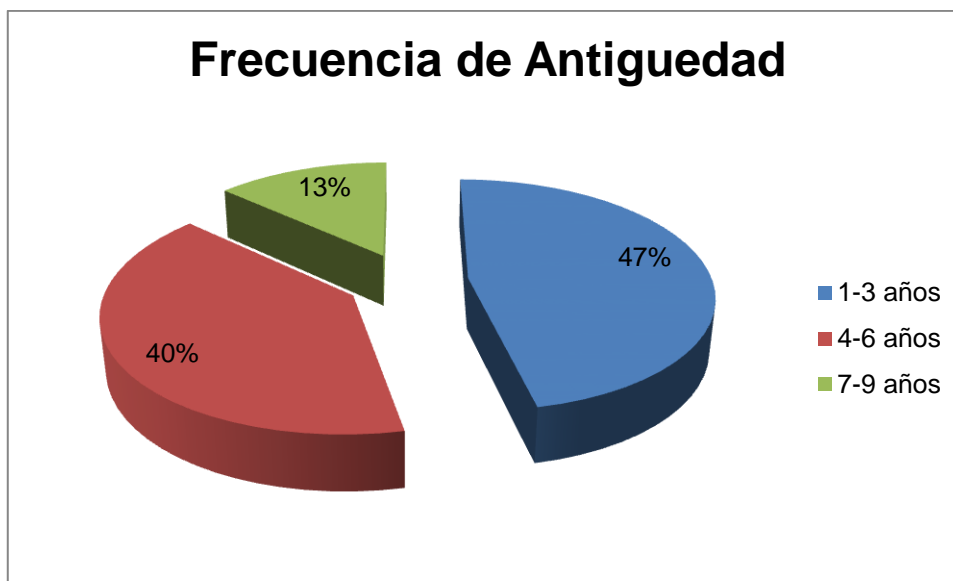
La población tiene una edad entre 20 y 53 años, con una media de 34.4 años de edad. El 53% de la población se encuentra en el rango entre 20 y 33 años por lo que se puede considerar una población joven (Gráfica 4.1). Los sujetos tienen una antigüedad en la empresa entre 1 y 8 años con una media de 3.6 años. El 47% de la población tiene una antigüedad en el puesto de trabajo de 1-3 años.

Gráfica 4.1: Frecuencia de edades de la población analizada



Fuente: Encuesta realizada a participantes

Elaborado Por: Narváez C

Gráfica 4.2: Frecuencia de años en el puesto de trabajo de la población analizada

Fuente: Encuesta realizada a participantes

Elaborado Por: Narváez C

Todos los sujetos han recibido capacitación de uso adecuado y seguro de Agroquímicos al menos una vez, debido a que la empresa lo realiza anualmente. Las capacitaciones son dictadas por la empresa proveedora de Agroquímicos. A pesar de recibir capacitación la encuesta encontró ciertas recomendaciones que no son aplicadas. El 33% del personal come mientras realiza aplicaciones, especialmente frutas silvestres del lugar. El 7% fuma en los momentos de descanso entre aplicaciones, resultado similar a lo encontrado por Cortez, 2008; quien encontró en México que 4% de los individuos analizados, fumó en las aplicaciones. El 27% no se baña durante las 24 horas siguientes a haber realizado una aplicación, tal como encontró Cortez ,2008 que el 30% de individuos analizados se bañó después de más de 3 horas una vez terminada la fumigación. El 73% lleva a casa la ropa que usa debajo del traje de protección para lavarla. El 13 % no respeta los periodos de reingreso a los lotes recién fumigados, resultado algo menor al encontrado por Mourad (2005) en Palestina, en el 54% de los investigados. El 7% ha llevado a casa recipientes que contenía anteriormente agroquímicos. Todos estos son factores que predisponen a intoxicaciones y disminución de los valores de la acetilcolinesterasa. (Tabla 4.1)

Tabla 4.1: Porcentajes de respuestas obtenidas en las preguntas de la encuesta

Pregunta	No	Si
Aplica plaguicidas fuera del lugar de trabajo	67.00%	33.00%
Realiza premezcla fuera del lugar de trabajo	73.00%	27.00%
Usa equipo de protección personal al fumigar fuera del lugar de trabajo	53.00%	47.00%
Usa equipo de protección personal al realizar la premezcla fuera del lugar de trabajo	60.00%	40.00%
Come al fumigar en la empresa	67.00%	33.00%
Respeto el periodo de reingreso	13.00%	87.00%
Fuma al fumigar en la empresa	93.00%	70.00%
Se baña despues de fumigar en la empresa	27.00%	73.00%
Lleva a casa ropa de fumigación	27.00%	73.00%
Lleva casa recipientes que contenía plaguicidas	93.00%	7.00%
Usa equipo de protección personal al transportar, mezclar o aplicar plaguicidas en la empresa	7.00%	93.00%
Ha recibido capacitación de uso seguro de plaguicidas	0.00%	100.00%

Fuente: Encuesta realizada

Elaborado Por: Narváez C.

De los sujetos encuestados no se encontró ninguno que consumiera diariamente algún tipo de medicamento, por lo que no generaría ningún error en las mediciones de acetilcolinesterasa en ninguno de ellos por efectos secundarios farmacológicos.

4.1.- ANÁLISIS DE WBGT

En la investigación se tomó datos de Temperatura de Globo, Temperatura Seca del aire y Temperatura de Húmeda Natural, durante tres días consecutivos. Los días fueron el 8, el 9 y el 10 de septiembre del 2014. Los cuales son llamados en el estudio Día 1, Día 2 y Día 3 respectivamente. Los valores de estos parámetros se tomaron desde las 7:00 hasta las 16:00 horas, debido a que este es el periodo del día durante el cual se realizan fumigaciones. Los tres días fueron tomados al azar y durante ninguno de ellos se presentó lloviznas, aunque uno de ellos presento alta nubosidad.

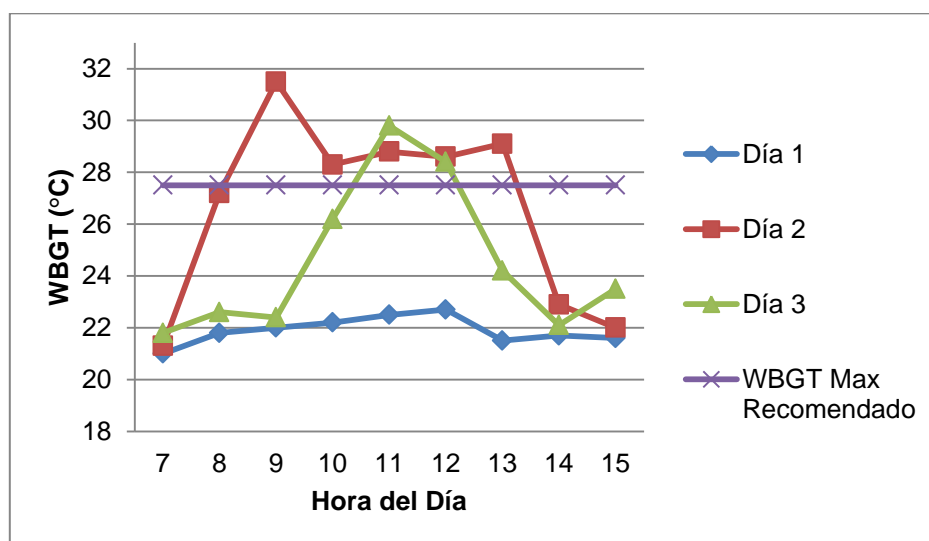
Las mediciones se tomaron cada 15 segundos automáticamente por el WBGT Data logger, una vez que las medidas se han estabilizado. El instrumento fue colocado en un solo lugar del campo a una altura de 1m. Se realizó de esta manera ya que una prueba piloto anterior demostró que no existen variaciones de las medidas de Temperatura por la zona sino estas variaciones se dan por la hora del día. Esto se debe a que la fuente de calor en el campo abierto es el sol y las corrientes de aire ayudan a una distribución uniforme del calor.

Los valores obtenidos de las mediciones fueron colocados en la fórmula para cálculo de WBGT para exteriores de la NTP 322, 1995; que es la siguiente:

$$WBGT=0.7THN+0.2TG+0.1TA$$

Finalmente se calculó el máximo WBGT obtenido durante cada hora del día, obteniendo la Gráfica 4.1: Esta muestra como los valores cambian a lo largo de las horas con un patrón de aumento de WBGT que inicia a las 8 de la mañana y termina a las 13 horas, llegando a las 14 horas a un punto bajo nuevamente. Por observación se notó que esto se debe a que la nubosidad tiende a disminuir conforme avanza el día, llegando su punto más alto de radiación solar, en el que empieza a nublarse alrededor de las 13 horas. Con esto el día empieza a enfriarse para finalmente.

Gráfica 4.3: WBGT Máximo durante cada hora del día



Fuente: Mediciones tomadas en investigación

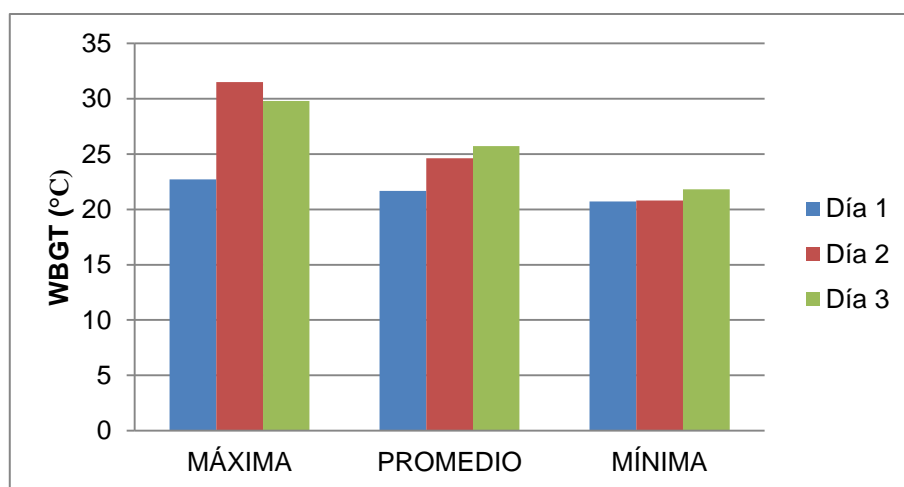
Elaborado Por: Narváez C

El Día 1 presento las temperaturas más frías y estables a lo largo del día, el promedio de WBGT fue de 21.7°C, el máximo WBGT fue de 22.7°C, y el mínimo WBGT fue de 20.7 (Gráfica 4.2). Estos valores fueron los más bajos durante la investigación además que el patrón de aumento de temperatura con la horas del día se mantuvo aunque en menor escala es decir paso de 20.7°C a las 7 horas, a 22.7°C a las 12 horas para empezar a disminuir nuevamente hasta 21.6°C a las 15 horas.

El Día 2 fue más cálido que el Día 1, presento una WBGT promedio de 24.6°C, aunque inició en un WBGT similar al Día 1 a las 7 horas, pero tuvo un aumento exponencial hasta llegar a su máxima de 31.5°C a las 9 horas, que es la máxima del día y la más alta durante la investigación. Desde las 9 horas bajo un poco el WBGT y se estabilizó alrededor de 26 y 29°C hasta las 13 horas donde empezó a disminuir hasta las 15 horas.

El Día 3 fue el más cálido de todos en promedio ya que su WBGT fue de 25.7°C, este día empezó algo más cálido que los otros días presentando un WBGT de 21.8°C a las 7 horas que coincide con su periodo más bajo durante ese día. Desde las 9 horas empezó a aumentar la temperatura para llegar a su pico de WBGT 29.8°C a las 11 horas para empezar a disminuir nuevamente hasta las 14 horas.

Gráfica 4.4 Valores WBGT Máximos, Mínimos y Promedio de cada día de evaluación



Fuente: Mediciones tomadas en investigación

Elaborado Por: Narváez C

4.2.- CALCULO METABÓLICO

Se calculó el metabolismo por el método de Monitorización de la frecuencia cardíaca de FRIMAT, empleando la NPT 295,1999. Se realizó cinco mediciones del pulso en reposo de cada uno de los 15 individuos investigados, para obtener un promedio del FCR, el cual fue de 60.8 pulsaciones/min. Mientras realizaban las fumigaciones se procedió a medir en cada uno de los individuos cinco veces la frecuencia cardíaca obteniendo como promedio (FCM) 110.2 pulsaciones/min, siendo el máximo (FCM max) de pulsaciones encontrado 130. Debido a que el pulso de los fumigadores y auxiliares fue muy similar durante el trabajo se los promedio en conjunto.

El costo cardíaco absoluto obteniendo fue de 49.4 pulsaciones/minuto. La frecuencia cardíaca teórica promedio fue de 194 pulsaciones/minuto. El costo cardíaco relativo dio como resultado 0.37. Finalmente la aceleración de la frecuencia cardíaca fue 69.2 pulsaciones/minuto

Al comparar estos valores en la tabla de FRIMAT (Tabla 2.2) se obtiene como coeficientes Total 21 (Tabla 4.1), que es equivalente a trabajo duro. Trabajo duro es equivalente a trabajo pesado de la ACGIH.

Tabla 4.2: Criterios metabólicos obtenidos de promedio de la investigación con coeficientes de penosidad

Criterio cardíaco	FCM	ac FC	FCMmax	CCR	Total
Promedio Individuos	110.2	69.2	130	0.37	
Coeficiente	6	5	4	6	21

Fuente: NPT 295,1999

Elaborado Por: Narváez C

4.3.- ANÁLISIS DE ESTRÉS CALÓRICO

Las fumigaciones presentaron un metabolismo de trabajo pesado, que se realiza el 75% del tiempo y el otro 25% del tiempo se descansa, por lo tanto al compararlo con la Tabla 2.1 el TLV del WBGT es 27.5°C. Siendo el TLV 27.5 se puede deducir que existió estrés calórico durante dos días de la investigación por

lo tanto 10 individuos fueron sometidos a estrés calórico mientras realizaban fumigaciones.

El Día 1 no se presentó estrés calórico en ningún momento de las fumigaciones ya que en ningún momento el WBGT supera los 27.5°C. El Día 2 se presenta estrés calórico durante varias horas del día, empezando desde las 8 horas hasta las 13 horas, es decir el grupo de cinco fumigadores fueron sometidos a estrés calórico durante cinco horas de las ocho horas de la jornada laboral. El Día 3 a pesar de ser en promedio un día más caluroso, el estrés calórico se presenta entre las 10 y 12 horas del día por lo tanto el grupo de cinco fumigadores de ese día fueron sometidos a estrés calórico durante dos horas de la jornada laboral.

En promedio el 66% de los individuos investigados fueron sometidos a estrés calórico. Estos individuos fueron sometidos en promedio el 46% de la jornada laboral a estrés calórico. El grupo 2 fue sometido el 62% de su jornada laboral a estrés calórico, mientras que el grupo 3 fue sometido tan solo el 25% del tiempo a estrés calórico. Estos resultados difieren con los encontrados por Cañadas en el año 2007 en cultivos de invernadero en Almería, Colombia; donde a pesar de tener un WBGT similar (28-30°C) no encontró estrés calórico ya que el consumo metabólico obtenido fue bajo.

4.4.- CAMBIO EN ACETIL COLINESTERASA ERITROCÍTICA

Al tomar las muestras de sangre pre-fumigaciones se obtuvo como promedio de acetilcolinesterasa eritrocítica un valor de 9657U/L, con una desviación estándar de 923.1U/L, con una máxima de 11121 U/L y una mínima de 7227U/L.

Los valores de acetilcolinesterasa eritrocítica post-fumigaciones en promedio es 9087U/L, con una desviación estándar de 1080U/L, siendo la máxima 10505U/L y la mínima de 6292U/L.

El cambio de acetilcolinesterasa eritrocítica se obtuvo restando la obtenida post-fumigación menos la obtenida pre-fumigación, todo esto dividido para la medida pre-fumigación. Los resultados obtenidos fueron que existe una disminución de acetilcolinesterasa en promedio de 5.96%, siendo la máxima disminución obtenida

16% y al mínima disminución -7%, es decir en uno de los sujetos aumento su valor de acetilcolinesterasa eritrocítica post-fumigación.

Al analizar los datos por separado de cada día de fumigación se obtuvo como resultados en el Día 1(Tabla 4.2), el promedio del valor de acetilcolinesterasa eritrocítica pre-fumigación fue 9752U/L. El promedio de la acetilcolinesterasa eritrocítica post-fumigación fue 9659.6U/L. El promedio de disminución en el Día 1 fue 93U/L, siendo la máxima 660U/L y la mínima un aumento de 649U/L. En resumen existió un porcentaje de disminución del 1% de los valores de acetilcolinesterasa pre y post-fumigación. Con un cambio máximo de 7% en un individuo y un mínimo con un aumento del 7% en otro individuo

Tabla 4.3: Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 1

Identificación de Individuo	Acetilcolinesterasa Eritrocítica (U/L)			
	Inicial	Final	Disminución	Porcentaje de Cambio (%)
1	9636	9405	231	2
2	9031	8929	102	1
3	9680	9020	660	7
4	10626	10505	121	1
5	9790	10439	-649	-7
Media	9752.6	9659.6	93	0.97
Desvs	570.92	763.19	472.22	4.8
MAX	10626	10505	660	7.0
Min	9031	8929	-649	-7

Fuente: Muestras de sangre tomadas a fumigadores

Elaborado Por: Narváez C

En el Día 2 se obtuvo un valor promedio de acetilcolinesterasa eritrocítica pre-fumigación de 9009U/L. El promedio de la acetilcolinesterasa eritrocítica post-fumigación fue 8228U/L. El promedio de la disminución en el Día 2 fue de 781U/L, siendo la máxima disminución 1265U/L y la mínima 220U/L. En resumen existió un porcentaje de disminución del 8.9% de los valores de acetilcolinesterasa pre y post-fumigación. Con un cambio máximo de 14% en un individuo y un mínimo con un aumento del 2% en otro individuo. (Tabla 4.3)

Tabla 4.4: Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 2

Identificación de Individuo	Acetilcolinesterasa Eritrocítica (U/L)			
	Inicial	Final	Disminución	Porcentaje de Cambio
6	10626	9581	1045	10
7	8910	8470	440	5
8	7227	6292	935	13
9	8833	7568	1265	14
10	9449	9229	220	2
Media	9009	8228	781	8.9
Desvs	1227.25	1329.93	435.51	5.1
MAX	10626	9581	1265	14
Min	7227	6292	220	2

Fuente: Muestras de sangre tomadas a fumigadores

Elaborado Por: Narváez C

En el Día 3 se obtuvo un valor promedio de acetilcolinesterasa eritrocítica pre-fumigación de 10211.8U/L. El promedio de la acetilcolinesterasa eritrocítica post-fumigación fue 9376.4U/L. El promedio de la disminución en el Día 2 fue de 835.4U/L, siendo la máxima disminución 1749U/L y la mínima 77U/L. En resumen existió un porcentaje de disminución del 8% de los valores de acetilcolinesterasa pre y post-fumigación. Con un cambio máximo de 16% en un individuo y un mínimo con un aumento del 1% en otro individuo. (Tabla 4.4)

Tabla 4.5: Resultados de Acetilcolinesterasa eritrocítica pre y post fumigación en los individuos que fumigaron el Día 3

Identificación de Individuo	Acetilcolinesterasa Eritrocítica (U/L)			
	Inicial	Final	Disminución	Porcentaje de Cambio
11	9900	9823	77	1
12	10040	9790	250	2
13	9944	8789	1155	12
14	10054	9108	946	9
15	11121	9372	1749	16
Media	10211.8	9376.4	835.4	8.0
Desvs	512.35	443.74	683.17	6.3
MAX	11121	9823	1749	16
Min	9900	8789	77	1

Fuente: Muestras de sangre tomadas a fumigadores

Elaborado Por: Narváez C

Esta disminución se debe en gran parte a las malas prácticas durante las fumigaciones ya que la encuesta realizada encontró varios resultados que podrían explicar este patrón de disminución de la acetilcolinesterasa eritrocítica causada por el insecticida organofosforado.

El 33% de los individuos encuestados realizan aplicaciones fuera del lugar de trabajo de los cuales el 80% de ellos realizan la premezcla fuera del lugar de trabajo sin equipo de protección. Tan solo la mitad de estos individuos usan equipo de protección personal al realizar las aplicaciones. Esto concuerda con lo encontrado por Jors y otros, 2006; donde encontró que los operarios se reusan a usar el equipo de protección personal, favoreciendo a intoxicaciones.

A pesar que los encuestados no dieron nombres de los agroquímicos usados se presume que varios de ellos son organofosforados. Esto explica porque algunos individuos tienen valores de acetilcolinesterasa relativamente bajos comparados con el promedio de esta población.

Se detectó que varios de ellos han sufrido accidentes al realizar las aplicaciones en el lugar de trabajo. El 53% ha sufrido pinchazos al realizar la fumigación, el 33% cortes, el 47% algún tipo de herida, el 40% derrames sobre su piel, el 87% cambios de dirección del viento al fumigar y ninguno de ellos ha sufrido ingestión (Tabla 4.6). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Cortez, 2008 donde encontró que el cambio de dirección del viento es uno de los factores principales en la absorción de plaguicidas por vía dérmica e inhalación. Todos estos son factores que predisponen a la absorción del agroquímico y por consecuencia si es un organofosforado a la disminución de la acetilcolinesterasa eritrocítica.

Tabla 4.6: Accidentes durante las fumigaciones reportado por los encuestados

Accidentes al fumigar	No	Si
Pinchazos	47%	53%
Cortes	67%	33%
Heridas	53%	47%
Derrames	60%	40%
Ingestión	87%	13%
Cambio de Dirección del viento	13%	87%

Fuente: Encuesta realizada en investigación

Elaborado Por: Narváez C

La encuesta también detectó ciertos síntomas relacionados a intoxicaciones leves y moderadas causadas por insecticidas organofosforados, que según los sujetos investigados han presentado alguna vez. El 60% de ellos ha presentado miosis. El 53% debilidad muscular. El 40% cefaleas, un porcentaje similar al encontrado por Cortez y otros, 2008. El 27% secreciones faringobronquial y diarrea frecuente. El 21% confusión. El 20% fotobofia, rinorrea o disnea, igualmente encontrados por Fernández y Roma, 2004 en Brazil y Ohayo-Mikoto y otros, 2000 en Kenia pero en un porcentaje mayor. El 13% dolor abdominal. El 7% irritabilidad, dificultad para recordar, nauseas, vómitos o salivación exagerada. Ninguno dijo haber presentado cianosis (Tabla 4.7).

Tabla 4.7: Síntomas al día siguiente de realizar fumigaciones reportado por los encuestados

Síntoma	No	Si
Cianosis	100%	0%
Salivacion exagerada	93%	7%
Nauseas o vómitos	93%	7%
Dificultad para recordar	93%	7%
Irritabilidad	93%	7%
Dolor abdominal	87%	13%
Fotofobia	80%	20%
Rinorrea	80%	20%
Disnea	80%	20%
Confusion	79%	21%
Diarrea Frecuente	73%	27%
Secrecion Faringobronquial	73%	27%
Cefalea	60%	40%
Debilidad muscular	47%	53%
Miosis	40%	60%

Fuente: Encuesta realizada en investigación

Elaborado Por: Narváez C

Todos los sujetos encuestados han presentado alguno de los síntomas alguna vez, tal como encontró Kishi y otros, 1995 en Indonesia. Esto abre la posibilidad que en algún momento presentaran una ligera intoxicación por organofosforados. En la investigación tan solo se encontró una correlación entre la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica con la cefalea. Esta correlación tiene una probabilidad de 0.023 que es menor que a $\alpha=0$. El r^2 es bajo tan solo del 33%, por lo tanto existe una correlación débil entre las dos variables.

Existe un patrón de relación entre los síntomas diarrea frecuente, disnea y debilidad muscular, pero no se pudo detectar una correlación en el estudio ya que las probabilidades encontradas fueron 0.19, 0.34 y 0.3 respectivamente. Todas ellas mayores a $\alpha=0.05$, pero se deberían estudiar más a fondo ya que existe un patrón que podría llevar a encontrar resultados de correlación.

4.5.- RELACIÓN ENTRE WBGT Y NIVELES DE ACETILCOLINESTERASA ERITROCÍTICA

La presente investigación bajo las condiciones anteriormente explicadas en Pedro Vicente Maldonado, encontró una correlación entre el WBGT máximo registrado durante el día de fumigaciones con los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica presentado por el grupo de fumigación. Se encontró una probabilidad de 0.028 que es menor que a $\alpha=0.05$, por lo tanto existe una correlación entre las dos variables. El r^2 de la correlación es tan solo del 32% por lo tanto existe una baja correlación, es decir el valor de WBGT tan solo explica el 32% de la caída de los niveles de acetilcolinesterasa en los operarios. Estos resultados coinciden con Blanco y otros, 2005; en los cuales encontró que la temperatura es un importante factor en el aumento de exposición dérmica durante fumigaciones en Nicaragua.

Se analizaron otros factores como causa de la disminución de acetilcolinesterasa. Estos factores analizados fueron:

Uso de plaguicidas fuera del lugar de trabajo.

Realización de la premezcla fuera del lugar de trabajo.

Uso de equipo de protección personal al realizar la premezcla.

Uso de equipo de protección personal al realizar fumigaciones fuera del lugar de trabajo.

Respeto a los periodos de reingreso

Comer mientras se realiza las fumigaciones

Fumar mientras se realiza las fumigaciones

Bañarse antes de 24 horas después de realizar las fumigaciones.

Llevar a casa la ropa que se usa bajo el traje de protección personal para lavarla.

Llevar a casa recipientes que contenían anteriormente plaguicidas.

Llevar equipo de protección personal todo el tiempo mientras se transporta, mezcla o realiza la aplicación,

Presencia de pinchazos, cortes, heridas, ingestión, cambio de dirección del viento; mientras se realizan las fumigaciones.

En ninguna de los factores anteriormente enumerados se encontró una probabilidad menor a 0.05 que explique una correlación (Anexo A). Coincidiendo

con los resultados de Blanco y otros, 2005 que definió la vestimenta y las prácticas de higiene en fumigaciones como malos predictores de los niveles de exposición en fumigaciones. En el uso de equipo de protección personal al realizar la premezcla fuera del trabajo se encontró una probabilidad de 0.3 que no es menor que $\alpha=0.05$, pero debería ser estudiado más a fondo ya que existe un patrón. En cuanto al cambio de dirección del viento también se encontró una probabilidad de 0.26, que al ser mayor a $\alpha=0.05$ no existe una correlación pero debería estudiarse más a fondo ya que presenta un patrón (Tabla 4.8)

El único factor aparte del WBGT que presento un α menor a 0.05 fue presencia de derrames en la realización de fumigaciones, con una probabilidad de 0.02. Por lo tanto existe una correlación entre la variable derrames y la disminución de los niveles acetilcolinesterasa eritrocítica en los operarios de fumigaciones. El r^2 es de 33% por lo tanto es una correlación baja ya que explica menos del 30% de los resultados.

Tabla 4.8: Correlaciones encontradas en el estudio y relaciones con tendencia a correlación usando la variable cambio de acetilcolinesterasa como variable dependiente.

Variables analizadas	p	r²
Cambio Acetilcolinesterasa=EPP afuera al mezclar	0.3	0.08
Cambio Acetilcolinesteras=Derrames	0.02	0.33
Cambio Acetilcolinesterasa=Cambio direccion viento	0.26	0.09
Cambio Acetilcolinesterasa=Diarrea Frecuente	0.19	0.13
Cambio Acetilcolinesterasa= Disnea	0.34	0.07
Cambio Acetilcolinesterasa=Cefalea	0.023	0.33
Cambio Acetilcolinesterasa=Debilidad muscular	0.3	0.08
Cambio Acetilcolinesterasa=WBGTMax	0.028	0.32

Fuente: Análisis de datos en Epiinfo 7.0

Elaborado Por: Narváez C

Finalmente se buscó una correlación multivariable usando como variables independientes las variables WBGT máximo durante el día y presencia de derrames para explicar la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica. Se encontró que no existe correlación entre estas 2 variables en

conjunto y los niveles de acetilcolinesterasa ya que la probabilidad fue de 0.29 que es mayor que $\alpha=0.05$. Por otro lado el r^2 encontrado fue de 49%.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al analizar la actividad de fumigación para obtener su metabolismo por el método de Monitorización de Frecuencia Cardíaca de FRIMAT, se encontró que tiene un coeficiente de penosidad total de 21. Este coeficiente significa que la actividad de fumigar con una bomba de motor móvil es un trabajo pesado. Al analizar el cuadro de ACGIH 2011, se puede ver que el trabajo duro con 75% de trabajo y 25% de descanso durante la actividad el TLV para WBGT es 27.5°C. Durante los tres días que se midió el WBGT en Pedro Vicente Maldonado en el mes de septiembre, se obtuvo como resultado un WBGT de 21.7°C en promedio el Día 1, 24.6°C el Día 2 y 25.7°C el Día 3. Los WBGT máximos registrados fueron 22.7°C, 31.5°C y 29.8°C para los mismos días de estudio respectivamente.

En conclusión con un TLV de WBGT de 27.5°C se presentó estrés calórico en Pedro Vicente Maldonado bajo las condiciones de trabajo efectuadas, en ciertos horarios que se superó el WBGT de 27.5°C. Esto sucedió durante el Día 2 desde las 8 horas hasta las 13 horas. También sucedió el Día 3 desde las 10 horas hasta las 12 horas. Se obtuvieron estas mediciones ya que en esos horarios los días estuvieron despejados. Por lo tanto los operadores estuvieron expuestos el 62% de la jornada laboral a estrés calórico el Día 2 y el 25% de la jornada laboral el Día 3.

- Con la toma de muestras de sangre para averiguar los valores acetilcolinesterasa eritrocítica en los individuos a investigarse previo a las fumigaciones, se obtuvo como resultado una media de 9657U/L. Luego de la fumigación con el insecticida organofosforado Clorpirifos, se encontró como resultado en los valores de acetilcolinesterasa un promedio de 9087U/L. Se produjo una disminución en los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica de 5,96% en promedio.

Esta disminución está dada por el uso del insecticida conjugado con malas prácticas de seguridad al realizar las fumigaciones. Se encontró que el 33% de

los encuestados realizan fumigaciones fuera del trabajo, de los cuales el 80% no usa equipo de protección personal, el 33% come durante las fumigaciones, el 7% fuma, el 27% no se baña una vez terminada la fumigación, el 73% lleva la ropa que usa bajo el equipo de protección personal a lavarla a su hogar. Sumado a esto está el hecho que el 87% ha sido bañado por el insecticida por el cambio de dirección del viento, el 53% ha sufrido pinchazos al realizar fumigaciones.

Estos factores que predisponen a intoxicaciones leves y moderadas, junto con la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica explican porque todos los encuestados al menos una vez han sufrido síntomas de intoxicación por organofosforados. El 60% ha presentado miosis, 53% debilidad muscular, el 40% cefáleas, el 27% secreción faringobronquial y diarrea frecuente. En el caso de la cefalea se determinó una correlación con los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica, ya que la probabilidad fue de 0.023, aunque tiene una baja correlación ya que el r^2 fue de 33%.

- Finalmente, al analizar los datos de WBGT máximo registrado cada día con la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica se encontró que existe una correlación entre las dos variables. La probabilidad obtenida fue de 0.028 indicando una correlación, aunque la correlación solo explica el 32% de la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa ya que el obtenido El r^2 fue de 32%. Por otro lado se encontró que existe una correlación entre los derrames de agroquímicos y la disminución de niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica con una probabilidad de 0.02. Aunque de igual manera es una correlación baja debido a que el r^2 encontrado fue de 33%.

Se analizó la disminución de acetilcolinesterasa eritrocítica como una función multivariable de los derrames y el WBGT máximo registrado cada día. Encontrando que no existe una correlación entre las dos variables como conjunto y la disminución de los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica. La probabilidad fue de 0.29 aunque el r^2 aumento a 49%.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debido a que se encontró presencia de estrés calórico en ciertos periodos del día. Se recomienda evitar las fumigaciones en los periodos más cálidos especialmente de las nueve a las doce horas del día. Si por razones productivas no se puede evitar estos horarios para realizar fumigaciones se recomienda mantener una hidratación constante para los operarios con electrolitos.

En caso de ser posible reducir la carga laboral permitiendo periodos de descanso mayores. Con un 50% de trabajo y 50% de reposo, es decir aumentar el periodo de descanso entre la fumigación de un tanque y la del siguiente a 45 minutos. Esto permitiría que el TLV para el WBGT sea 29 °C que en el presente estudio solo se superó en las horas de mayor calor de 2 días. Lo cual reduciría la exposición estrés calórico a una hora del día es decir 12% de la jornada laboral.

- En cuanto a la disminución de los niveles de la acetilcolinesterasa eritrocítica luego de fumigar el insecticida organofosforado se encontró una disminución del 5,96%, que no es crítica pero demuestra que los operarios están absorbiendo ciertos niveles del insecticida. Significa que no se están mitigando todos los riesgos necesarios durante las fumigaciones, por lo que se invita crear un plan de concientización para los operarios sobre los riesgos asociados a las fumigaciones. También se recomienda aumentar el nivel de supervisión durante las fumigaciones, esto podría evitar malas prácticas tales como comer y fumar.
- Debido a que se encontró una correlación baja entre los niveles de WBGT máximo del día y la disminución de acetilcolinesterasa eritrocítica, se recomienda que en estudios subsecuentes se realice el mismo experimento con medidas repetidas en el tiempo en los mismos individuos. Esto ayudaría a disminuir el error experimental por la variabilidad individual de cada fumigador, en los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica, permitiendo encontrar una correlación que explique de mejor manera estos niveles. Por otro lado se recomienda estudiar más a fondo el factor cambio de dirección del viento y el uso de equipos de protección personal en el momento de realizar las mezclas.

Estos presentan un patrón de relación con los niveles de acetilcolinesterasa eritrocítica que podría llevar a una correlación multivariada con el WBGT que ayude a explicar mejor el porqué de la disminución de estos niveles.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, L. Aragón, A. Lundgber, I. Lide, C. Wesseling, C. Nise, G. (2005). *Determinants of Dermal Exposure among Nicaraguan Subsistence Farmers during Pesticide Applications with Backpack Sprayers*. Ann. occup. Hyg., 49,(1), 17–24
- Cañadas, V. (2007). *Estudio sobre estrés térmico en invernadero y otros parámetros ambientales*. Almería, Colombia
- Carmona, J. ;Henao, S. y Garcés, R. (1991). *Valores de Referencia de Actividad Colinesterásica en Población Laboral Activa no Expuesta a Plaguicidas Inhibidores de Colinesterasa*. Revista de la Facultad Nacional de Salud Publica 18 (2), 55-72.
- Cálix, E. (1989). *Intoxicación por Inhibidores de Acetilcolinesterasa: Evaluación de Protocolo de Tratamiento 1986-1988*. Revista Médica Hondureña 57: 125-132
- Cortez, P. Villegas, G. Aguilar, M. Paz, M. Maruris, M. y Juárez, C. (2008). Síntomas ocasionales por plaguicidas en trabajadores agrícolas. Rev. Medica Instituto Mexicano Seguro Social 46(2), p145-152
- Constitución del Ecuador. (2008), Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (1986). *Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*, Registro oficial 565
- Esparza, M. (1997). *Monitoreo Biológico de Colinesterasa*. Lima, Perú
- Fernández, J. Meritxell, L. Santiago, X. Pere M (1992). *Síndrome de fatiga crónica e hipersensibilidad química múltiple tras exposición a insecticidas*. Medicina Clínica, 124 (12), p 451-453
- Fernández, L., 2008. *Higiene Industrial: Manual Práctico*. Tomo II, España
- Fernández J. y Roma F. (2004., *Intoxicaciones y Uso de Pesticidas por Agricultores del Municipio de Paty do Alferé*. Rio de Janeiro, Brazil, Cad Saude Publica 20 (1):180-186
- Goldfrank L, Lewin N, (2006). *Toxicologic Emergencies. Organic phosphorus compounds and carbamates*. McGrawHill 1497-1512
- Henao S. Restrepo MP, Zapata F, Marin L. (1990). *Actividad colinesterasa en menores trabajadores*. Antioquia, Colombia. Instituto de Seguridad Social

- Jamal, G. Hansen S. Pilkington A. Buchanan D. Gillham R. (2002). *Clinical neurological, neurophysiological, and neuropsychological study of sheep farmers and dippers exposed to organophosphate pesticides*; *Occup Environ Med.* 59(7):434-41
- Jeyaratnam, J. (1990). *Acute Pesticide Poisoning: A Major global Health Problem*. *World Health Statistic Quarterly*, 43(3): 139-144
- Jors, E. Cervantes, R. Condarco, G. Huici, O. Lander, F. Baelum, J. Konradsen, F. (2006). *Occupational pesticide intoxications among farmers in Bolivia: a cross-sectional study*. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 5. (10)
- Kishi, M., Hirschhorn, N., Ojajadisastra, M., Satterlee, L. Strowman, S., Dilts, R. (1995). *Relationship of Pesticide Spraying to Signs and Symptoms in Indonesian Farmer*. *Journal of Work and Environmental Health*, 21:124-133
- Mourand, T. (2005). *Adverse Impact of Insecticides on the Health of Palestian Farm Workers in the Gaza Stri.*, *Int Journal of Occupational Health*, 11: 144-149
- NTP 322, 1995, *Valoración del Riesgo de Estrés Térmico: Índice WBGT*, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España
- NTP 512, 1999, *Plaguicidas Organofosforados (I) Aspectos Generales y toxicocinética*, Insituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España
- Ohayo-Mikoto, G., Kromhout, H., Simwa, J., Boleij, J., Heederik, D. (2000). *Self-Reported Symptoms and Inhibition of Acetylcholinesterase Activity Among Kenyan Agricultural Workers*. *Occupational and Enviromental Medicine*, 57: 195-200
- Real Academia Española, 2014, *Diccionario de Lengua Española*, 23 Edición
- Reigart, J. Roberts J. (1999), *Reconocimiento y Manejo de Los Envenenamientos por Pesticidas*. Quinta Edición. Enviromental Protection Agency. Washington DC, Estados Unidos de América
- Base de datos del INEC, del censo poblacional del 2010
http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es
- Base de datos del Banco Mundial
<http://databank.bancomundial.org/data/views/reports/tableview.aspx>.

ANEXOS

ANEXO A

Variable dependiente= Variable dep	P	r²
Cambio acetil=EPP Aplica afuera	0.7	0.01
Cambio Acetil=Plga afuera	0.74	0.01
Cambio Acetil=Premezcla afuera	0.43	0.05
Cambio Acetil=EPP afuera al mezclar	0.3	0.08
Cambio Acetil=Reingreso	0.31	0.08
Cambio Acetil=Come	0.68	0.01
Cambio Acetil=Fuma	0.9	0
Cambio Acetil=Se bana	0.74	0.01
Cambio Acetil=Casa ropa	0.59	0.02
Cambio Acetil=Casa recipientes	0.57	0.02
Cambio Acetil=EPP todo el tiempo	0.45	0.04
Cambio Acetil=Capacitacion	0.31	0.08
Cambio Acetil=Pinchazos	0.72	0.01
Cambio Acetil=Cortes	0.36	0.06
Cambio Acetil=Heridas	0.94	0
Cambio Acetil=Derrames	0.02	0.33
Cambio Acetil=Ingestion	0.97	0
Cambio Acetil=Cambio direccion viento	0.26	0.09
Cambio Acetil=Miosis	0.7	0.01
Cambio Acetil=Rinorrea	0.88	0
Cambio Acetil=Salivacion exagerada	0.45	0.04
Cambio Acetil=Dolor abdominal	0.47	0.03
Cambio Acetil=Diarrea Frecuente	0.19	0.13
Cambio Acetil=Nauseas y vomitos	0.31	0.08
Cambio Acetil=Secrecion Faringobronqui	0.65	0.05
Cambio Acetil= Disnea	0.34	0.07
Cambio Acetil=Cianosis	0.96	0
Cambio Acetil=Cefalea	0.023	0.33
Cambio Acetil=Confusion	0.15	0.16
Cambio Acetil=Dif pa recordar	0.59	0.04
Cambio Acetil=Irritabilidad	0.54	0.03
Cambio Acetil=Debilidad muscular	0.3	0.08
Cambio Acetil=WEGTMax	0.028	0.32
Cambio Acetil=Horas extra 1-2	0.13	0.22
Cambio Acetil horas extra 3-4	0.21	0.22
Cambio Acetil=WEGTMax X Derrames	0.29	0.49

Probabilidades y r^2 de las correlaciones analizadas

ANEXO B



Toma de mediciones de WBGT en campo

ANEXO C



Toma de pulso con pulsómetro digital

ANEXO D



Proceso de fumigación

ANEXO E

Encuesta del IFA

AGRICOLA PITACAVAL

ENCUESTA DE USO DE AGROQUÍMICOS

1. NOMBRE

2. EDAD

3. ANTIGÜEDAD TRABAJO ACTUAL (AÑOS)

4. CUÁNTAS HORAS EXTRA DE FUMIGACIÓN REALIZA A LA SEMANA?

- 1-2 5-6
 3-4 0

5. CUANDO SE FUMIGA EN SU ÁREA USTED SE RETIRA DEL ÁREA

6. UTILIZA PLAGUICIDAS FUERA DEL TRABAJO?

7. PREPARA USTED LA MEZCLA DE PLAGUICIDA FUERA DEL TRABAJO

8. USA EQUIPO DE PROTECCIÓN CUANDO PREPARA LA MEZCLA FUERA DEL TRABAJO

10. USA EQUIPO DE PROTECCIÓN CUANDO APLICA LA MEZCLA FUERA DEL TRABAJO

11. ¿QUE PLAGUICIDAS USA?

12. ¿QUE EQUIPO USA PARA APLICACIÓN FUERA DEL TRABAJO

- EQUIPO MANUAL
 EQUIPO MECÁNICO

13. ¿COME USTED EN EL LUGAR DE TRABAJO MIENTRAS ESTÁ FUMIGANDO, PREPARANDO O TRANSPORTANDO PLAGUICIDAS

14. ¿FUMA USTED EN EL LUGAR DE TRABAJO MIENTRAS ESTÁN FUMIGANDO, PREPARANDO O TRANSPORTANDO PLAGUICIDAS

15. ¿SE BAÑA EN EL LUGAR DE TRABAJO DESPUÉS DE HABER ESTADO EN CONTACTO CON PLAGUICIDAS

16. ¿LLEVA A SU CASA ROPA DE TRABAJO

17. ¿LLEVA A SU CASA RECIPIENTES QUE HAN CONTENIDO PLAGUICIDAS?

18. ¿UTILIZA EL EQUIPO DE PROTECCIÓN TODO EL TIEMPO MIENTRAS FUMIGA, PREPARA O TRANSPORTA PLAGUICIDAS

19. ¿HA RECIBIDO CAPACITACIÓN PARA EL USO DE PLAGUICIDAS

20. SI TOMA ALGUN MEDICAMENTO REGULARMENTE ESCRIBALO

HA SUFRIDO ALGUNO DE LOS SIGUIENTES ACCIDENTES CON PLAGUICIDAS?

21. PINCHAZOS

22. CORTES

23. HERIDAS

24. DERRAMES

25. INGESTION

26. CAMBIO DE DIRECCIÓN DEL VIENTO

ALGUNA VEZ HA PRESENTADO ALGUNO DE LOS SIGUIENTES SÍNTOMAS DESPUES DE FUMIGAR PLAGUICIDAS?

27. MIOSIS (VISIÓN BORROSA, DIFICULTAD PARA VER CON Poca LUZ, VISIÓN DOBLE)

28. FOTOFOBIA (MOLESTIA CON LA PRESENCIA DE LUZ)

29. RINORREA (MOCO ABUNDANTE POR LA NARIZ)

29. SALIVACIÓN EXAGERADA

30. DOLOR ABDOMINAL O CÓLICOS

31. DIARREA FRECUENTE

32. NAUSEAS O VÓMITOS

33. SECRECIÓN FARINGEOPULMONAR O TOS CON GARGAJO

34. DISNEA (AGITACIÓN O FALTA DE AIRE CON ESFUERZOS LEVES O MODERADOS)

35. CIANOSIS (LABIOS MORADOS)

36. CEFALEA (DOLOR DE CABEZA)

37. DIFICULTAD PARA CONCENTRARSE, CONFUSIÓN, DESORIENTACIÓN, SOMNOLENCIA, SUEÑO FACIL

37. DIFICULTAD PARA CONCENTRARSE, CONFUSIÓN, DESORIENTACIÓN, SOMNOLENCIA, SUEÑO FACIL

38. DIFICULTAD PARA RECORDAR

39. IRRITABILIDAD O DEPRESIÓN SIN RAZÓN

40. DEBILIDAD MUSCULAR O CANSANCIO FÁCIL

41. WBGT MAX DEL DIA

42. ACETILCOLINESTERASA INICIAL

43. ACETILCOLINESTERASA FINAL

44. CAMBIO ACETILCOLINESTERASA