



## *Biomarcadores de afección hematológica, hepática y renal en trabajadores expuestos a plaguicidas*

## *Biomarkers of haematological, liver and kidney disease in workers exposed to pesticides*

## *Biomarcadores de doenças hematológicas, hepáticas e renais em trabalhadores expostos a agrotóxicos*

Thayana del Carmen Núñez Quezada <sup>I</sup>  
[tnunez@utmachala.edu.ec](mailto:tnunez@utmachala.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9872-9005>

Nadia Reyna Villasmil <sup>II</sup>  
[nreyna@gmail.com](mailto:nreyna@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-7245-9027>

Raquel Estefanía Sánchez Prado <sup>III</sup>  
[resanchezp\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:resanchezp_est@utmachala.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4743-8996>

Carmita Gladys Jaramillo Jaramillo <sup>IV</sup>  
[cjaramillo@utmachala.edu.ec](mailto:cjaramillo@utmachala.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3745-8635>

Geovanny Efrén Ramon Japón <sup>V</sup>  
[gramon\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:gramon_est@utmachala.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3413-2322>

**Correspondencia:** [tnunez@utmachala.edu.ec](mailto:tnunez@utmachala.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de marzo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 13 de julio de 2022

- I. Doctora en Bioquímica y Farmacia, Magíster en Gerencia en Salud y Desarrollo Local, Docente de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador.
- II. Doctorado en Bromatología y Tecnología de los alimentos. Docente de la Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- III. Bioquímica Farmacéutica, Master Universitario en Investigación y Uso Racional del Medicamento, en la especialidad de Uso Racional del Medicamento. Docente de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador.
- IV. Doctora en Bioquímica y Farmacia, Magister en Docencia Universitaria e Investigación, Master en Química Farmacéutica. Docente de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador.
- V. Bioquímico Farmacéutico, Master Universitario en Medicamentos, Salud y Sistema Sanitario. Docente de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica de Machala, Machala, El Oro, Ecuador.



## Resumen

Debido a la gran producción agrícola, Ecuador se ve obligado a utilizar pesticidas, lo que afecta negativamente la salud de los trabajadores. El objetivo de la presente investigación fue evaluar parámetros hematológicos y bioquímicos en trabajadores rurales expuestos a plaguicidas en la zona de San Rafael, Ecuador. El estudio fue descriptivo, observacional con diseño no experimental y transversal. Se estudiaron dos grupos (expuesto y no expuesto). Se realizaron exámenes hematológicos, hepáticos y renales. Se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para comparar la normalidad de los datos, luego se aplicaron las pruebas U de Mann-Whitney, t de Student y Chi-cuadrado. El 50,3% de los trabajadores expuestos directamente a los pesticidas dijeron que usaban equipo de protección personal. Se compararon los parámetros demográficos en los dos grupos, la edad media de la muestra de estudio fue de 42 años. Los plaguicidas utilizados por los trabajadores fueron: Organofosforados con 23%, seguidos de Bipiridilos con 18,6% y finalmente Otros con 8,3%. Los valores medios obtenidos para los parámetros hematológicos y bioquímicos estuvieron dentro de los valores normales. Esto puede deberse a que, en Ecuador, las autoridades reguladoras ambientales prestan mucha atención al control de la contaminación ambiental y la salud de los trabajadores, especialmente en el sector bananero, debido a que desde el 2014 AGROCALIDAD exige el uso de equipo de protección personal, recomendado en la etiqueta de cada producto.

**Palabras Clave:** plaguicida; hematológico; bioquímico; rurales; exposición.

## Abstract

Due to the large agricultural production, Ecuador is forced to use pesticides, which negatively affects the health of workers. The objective of this research was to evaluate hematological and biochemical parameters in rural workers exposed to pesticides in the area of San Rafael, Ecuador. The study was descriptive, observational with a non-experimental and cross-sectional design. Two groups (exposed and unexposed) were studied. Hematological, liver and kidney tests were performed. The Kolmogórov-Smirnov test was used to compare the normality of the data, then the Mann-Whitney U, Student's t and Chi-square tests were applied. 50.3% of workers directly exposed to pesticides said they used personal protective equipment. Demographic parameters were compared in the two groups, the mean age of the study sample was 42 years. The pesticides used by the workers were: Organophosphates with 23%, followed by Bipyrindyls with 18.6% and finally

Others with 8.3%. The mean values obtained for hematological and biochemical parameters were within normal values. This may be due to the fact that, in Ecuador, the environmental regulatory authorities pay a lot of attention to the control of environmental contamination and the health of workers, especially in the banana sector, because since 2014 AGROCALIDAD requires the use of personal protective equipment. , recommended on the label of each product.

**Keywords:** pesticide; hematological; biochemical; rural; exposition.

## Resumo

Devido à grande produção agrícola, o Equador é obrigado a usar pesticidas, o que afeta negativamente a saúde dos trabalhadores. O objetivo desta pesquisa foi avaliar parâmetros hematológicos e bioquímicos em trabalhadores rurais expostos a pesticidas na área de San Rafael, Equador. O estudo foi descritivo, observacional com delineamento não experimental e transversal. Dois grupos (expostos e não expostos) foram estudados. Foram realizados exames hematológicos, hepáticos e renais. O teste de Kolmogórov-Smirnov foi utilizado para comparar a normalidade dos dados, em seguida foram aplicados os testes U de Mann-Whitney, t de Student e Qui-quadrado. 50,3% dos trabalhadores expostos diretamente aos agrotóxicos afirmaram utilizar equipamentos de proteção individual. Os parâmetros demográficos foram comparados nos dois grupos, a média de idade da amostra do estudo foi de 42 anos. Os agrotóxicos utilizados pelos trabalhadores foram: Organofosforados com 23%, seguido de Bipiridil com 18,6% e por último Outros com 8,3%. Os valores médios obtidos para os parâmetros hematológicos e bioquímicos estavam dentro dos valores normais. Isso pode ser devido ao fato de que, no Equador, as autoridades reguladoras ambientais dão muita atenção ao controle da contaminação ambiental e à saúde dos trabalhadores, especialmente no setor de bananas, pois desde 2014 AGROCALIDAD exige o uso de equipamentos de proteção individual . , recomendado no rótulo de cada produto.

**Palavras-chave:** pesticida; hematológico; bioquímico; rural; exposição.

## Introducción

Ecuador se convirtió en el principal exportador de banano del mundo desde 1954 y mantiene esta posición hasta el día de hoy. De hecho, en 2017, cerca del 30% de las bananas exportadas al mercado mundial procedían de Ecuador. Sin embargo, si bien la comercialización mundial del banano ecuatoriano ha contribuido al crecimiento económico del sector exportador del país, ha

tenido un efecto negativo en la salud de sus trabajadores, debido al uso de pesticidas. (Polo Almeida, 2020). San Rafael es una de las principales zonas bananeras de la zona, lo que significa que una gran parte de la población está expuesta regularmente a pesticidas, lo más llamativo es que no existen estudios que permitan saber cuáles son estos pesticidas y el impacto que esto podría tener. crean en la población esta especie de continuo porque se repiten cuatro o cinco veces al año. El objetivo de este trabajo de investigación fue identificar los principales problemas de salud que pueden estar asociados al uso de plaguicidas en esta región.

### **Marco Teórico**

Plaguicida significa “cualquier sustancia o mezcla utilizada para controlar una plaga que ataca una planta o un insecto que transmite una enfermedad” (Karam et al., 2004)

Las personas expuestas al uso y manipulación de plaguicidas pueden presentar intoxicaciones crónicas graves con síntomas que van desde: irritación de la piel, membranas, mucosas, dolor de cabeza, convulsiones, astenia, problemas neurológicos, ansiedad, mareos, náuseas, vómitos, trastornos del sueño y pérdida del apetito (Toro-Osorio et al., 2017).

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud OPS (2018) en algunos casos, la exposición puede ser inofensiva, mientras que en otros casos puede provocar efectos adversos graves para la salud humana o incluso la muerte.

El diagnóstico se realiza sobre la base del cuadro clínico, midiendo el nivel de acetilcolinesterasa, a veces todos los datos clínicos y de laboratorio (hemograma, enzimas hepáticas y renales) (Saborío et al., 2019).

Diversos aspectos como: método de fumigación, falta de información, falta de control, exceso de dosis recomendadas, tipo de almacenamiento y disposición final son, entre otros, preocupantes y deben ser considerados para realizar cambios beneficiosos para agricultores, consumidores y el medio ambiente, es de gran importancia, ya que Ecuador es el primer país del mundo en reconocer a la naturaleza como sujeto de legislación, asegurando la biodiversidad y los agroecosistemas creando soberanía alimentaria (Naranjo, 2017).

Las sustancias potencialmente peligrosas, como los plaguicidas, exhiben una amplia gama de efectos biológicos en los seres humanos y su uso indiscriminado con fines agrícolas puede dar lugar a posibles complicaciones neurológicas y hematológicas. Trastornos degenerativos de la médula

espinal, especialmente hipoplasia de la médula ósea en los hombres (Chatterjee et al., 2013) y efectos adversos para la salud, como cáncer, anomalías reproductivas, anomalías neuroconductuales, endocrinas e inmunotóxicas (Mrema et al., 2013)

Además, la sobreexposición a pesticidas provoca cambios en los biomarcadores hepáticos y renales, lo que ayuda a monitorear los efectos de los pesticidas sobre la salud en los movimientos de los trabajadores. En todo el mundo, diversos estudios han investigado los cambios bioquímicos en trabajadores expuestos a pesticidas ocupacionales (Khan et al., 2008).

## **Materiales y Métodos**

Se incluyeron 145 trabajadores que cumplieron con los criterios de selección, los cuales fueron: 73 trabajadores de género masculino expuestos a plaguicidas y 72 trabajadores no expuestos. Edad: 30-60 años. El presente trabajo de investigación fue de tipo descriptivo, no experimental, observacional y transversal, realizado en el lugar San Rafael de la parroquia Tenguel en Guayaquil. La gestión de autorización de trabajos de investigación se realizó en el año 2020 ante las autoridades del Hospital Luis Vernaza de Guayaquil y la Dirección Nacional de Inteligencia de la Salud. Luego se realizó una encuesta a la muestra poblacional y se aplicaron las herramientas individualmente a cada paciente. Previo a ello, se les informó del propósito del estudio y se firmó el consentimiento informado. Los datos recopilados fueron anonimizados, y almacenados en una base de datos creada por el software Microsoft Office Excel y se utilizan para el análisis estadístico posterior.

## **Técnica de análisis de datos**

Los datos fueron procesados y analizados en el paquete estadístico SPSS, versión 25, para Windows. Para el análisis se utilizaron estadísticas descriptivas univariadas y bivariadas. Se obtuvieron las frecuencias absolutas y porcentajes de las variables cualitativas, y para las variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión. La relación de variables se realizó con la prueba estadística Chi-Cuadrada en el caso de las variables, las comparaciones estadísticas con variables cuantitativas se hicieron mediante la prueba t de Student y U de Mann-Whitney, previo se verificó el cumplimiento de la distribución normal mediante el test de Kolmogorov -Smirnov. La significación estadística se consideró en  $p < 0,05$ .

## Determinaciones hematológicas y bioquímicas

Para el análisis biológico se obtuvieron las muestras de sangre previo a 12 horas de ayuno. Las muestras se transportaron al laboratorio aplicando las normas de conservación (coolers que contenían geles refrigerantes), se prepararon inmediatamente para el análisis hematológico (glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, fórmula leucocitaria, glóbulos blancos y plaquetas) y las determinaciones bioquímicas (perfil hepático: Fosfatasa alcalina (FAL), Aspartato aminotransferasa (AST), Alanina aminotransferasa (ALT), Gamma glutamil transferasa (GGT), perfil renal: urea, creatinina, ácido úrico y colinesterasa). Las mismas fueron procesadas en el Laboratorio Clínico Solidario con Acreditación N.º SAE-LCL-17-004.

## Resultados

Se incluyeron en el estudio 145 trabajadores, sus características se describen en la Tabla 1: 73 trabajadores (50,3%) fueron parte del grupo de exposición a plaguicidas y 72 trabajadores (49,7%) formaron parte del grupo no expuesto.

Las tablas 1 y 2 muestran la comparación de los parámetros demográficos en los dos grupos (expuesto y no expuesto). Inicialmente se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para comprobar la normalidad de los datos, rechazando la hipótesis de normalidad para todos los datos del grupo, excluyendo el índice de masa corporal y el peso que cumplieron los criterios. Posteriormente, se aplicaron las pruebas cuantitativas U de Mann-Whitney, t-Student y Chi-cuadrado para comparar variables categóricas, no encontrando diferencia estadísticamente significativa en todas las variables ya mencionadas de estos dos grupos ( $p > 0,05$ ).

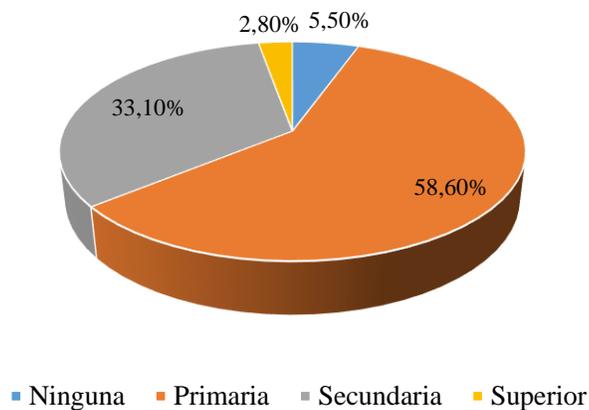
Las Figuras 1 muestra la tasa de educación formal, la figura 2 el uso de plaguicidas por parte de los trabajadores y la figura 3 los tipos de plaguicidas más empleados dentro del are agrícola.

**Tabla N°1.** Evaluación de variables demográficas en el grupos expuesto y no expuesto a plaguicidas en las bananeras.

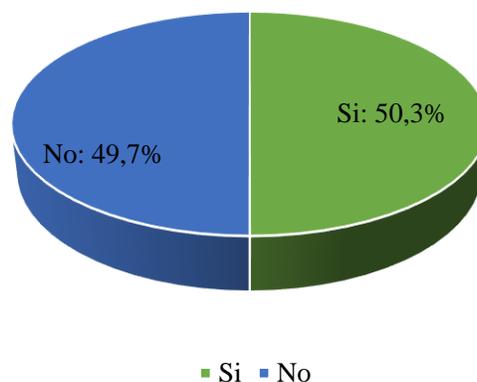
Variable		Grupo Expuesto	Grupo No Expuesto	p
Edad (años)		43,9 ± 10,67	40,9 ± 10,18	0,076
Peso (Kg)	Media	± 69,8 ± 12,41	70,9 ± 10,01	0,566
Talla(cm)	DE	165,1 ± 7,08	164,7 ± 5,96	0,454

<b>IMC(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	26,0 ± 4,25	26,6 ± 3,82	0,402
-------------------------------	-------------	-------------	-------

**n=145**



**Figura N°1.** Instrucción formal de los trabajadores

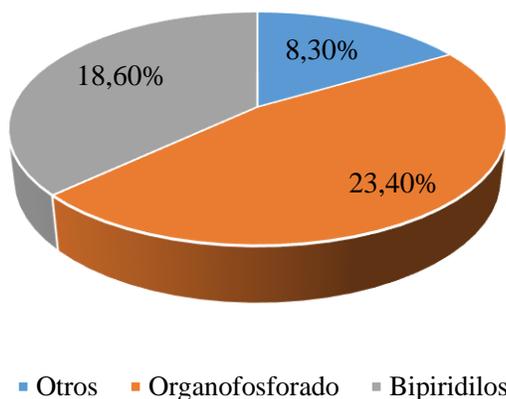


**Figura N°2.** Uso de plaguicidas en la muestra de estudio

**Tabla N°2.** Relación entre uso de plaguicidas y la Instrucción formal

Uso de Plaguicidas			
Instrucción formal	SI	NO	Total
Ninguna	2 (1,4%)	6 (4,1%)	8
Primaria	48 (33,1%)	37 (25,5%)	85
Secundaria	22(15,2%)	26 (17,9%)	48
Superior	1 (0,7%)	3 (2,1%)	4
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>145</b>

**p: 0,191**



**Figura N°3.** Plaguicida más utilizado

En la tabla 3 se muestra el análisis descriptivo de la muestra de estudio (n=145), mientras que en la tabla 4, 5 y 6 se indica el análisis estadístico por grupos de exposición de cada uno de los perfiles ya sea hematológico y bioquímico (hepático y renal)

**Tabla N°3.** Análisis descriptivo de los parámetros hematológicos y bioquímicos en la muestra de estudio.

<b>Parámetro</b>	<b>Media</b>	<b>±DE</b>
<b>Leucocitos</b>	7159,44	1740,91
<b>Hematíes</b>	5400000	5130000
<b>Hemoglobina</b>	14,52	1,005
<b>Hematocrito</b>	43,56	3,007
<b>Plaquetas</b>	254924	50,68
<b>Neutrófilos</b>	50,26	9,027
<b>Eosinófilos</b>	5,62	3,72
<b>Basófilos</b>	0,64	0,27
<b>Linfocitos</b>	35,5	8,11
<b>Monocitos</b>	7,69	1,67
<b>TGO</b>	28,74	9,44
<b>TGP</b>	26,84	14,55
<b>FAL</b>	140,75	74,81
<b>GGT</b>	28,41	26,87
<b>Colinesterasa</b>	8152,977	1978,286
<b>Urea</b>	30,5	8,65
<b>Creatinina</b>	0.899	0,191
<b>Ácido úrico</b>	5,83	3,66

**n=145**

**Tabla N°4.** Comparación de parámetros hematológicos entre el grupo expuesto y no expuesto a plaguicidas en las bananeras.

<b>Parámetro</b>	<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>±DE</b>	<b>Valores Ref.</b>
<b>Leucocitos (/ul)</b>	Expuesto	7249,041	1773,176	4500-10000/ul
	No Expuesto	7068,611	1715,185	
<b>Hematíes (/ul)</b>	Expuesto	5360000	5040000	4500000- 6000000/ul
	No Expuesto	5430000	5270000	

<b>Hemoglobina (g/dL)</b>	Expuesto	14,453	0,805	14,0 g/dL-17,5 g/dL
	No Expuesto	14,594	1,176	
<b>Hematocrito (%)</b>	Expuesto	43,371	2,394	40,0%-52,0%
	No Expuesto	43,768	3,527	
<b>Plaquetas (mil/ul)</b>	Expuesto	255000	51,659	150000-350000 mil/ul
	No Expuesto	254847	50,042	
<b>Neutrófilos (%)</b>	Expuesto	51,040	9,235	40% a 60%
	No Expuesto	49,483	8,806	
<b>Eosinófilos (%)</b>	Expuesto	5,632	3,945	1,0%-4,0%
	No Expuesto	5,611	3,514	
<b>Basófilos (%)</b>	Expuesto	0,681	0,298	0,5%-1%
	No Expuesto	0,61	0,248	
<b>Linfocitos (%)</b>	Expuesto	34,923	8,251	20% a 40%
	No Expuesto	36,092	7,986	
<b>Monocitos (%)</b>	Expuesto	7,415	1,710	2% a 8%
	<b>No Expuesto</b>	<b>7,983</b>	<b>1,609</b>	

n=145

Tabla N°5. Comparación de parámetros hepáticos entre el grupo expuesto y no expuesto a plaguicidas en las bananeras.

<b>Parámetro</b>	<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Valores Ref.</b>
<b>TGO (U/L)</b>	Expuesto	29,546	9,315	Hasta 40,00 U/L
	No Expuesto	27,924	9,575	
<b>TGP (U/L)</b>	Expuesto	28,120	14,198	Hasta 41,00 U/L
	No Expuesto	25,543	14,887	
<b>FAL (U/L)</b>	Expuesto	137,570	65,752	40,0-240 U/L
	No Expuesto	143,981	83,354	

<b>GGT (U/L)</b>	Expuesto	28,912	22,293	8,0-61,0 U/L
	No Expuesto	27,910	30,982	
<b>Colinesterasa (KU/L)</b>	Expuesto	8180,552	2468,392	5320-12920 KU/L
	No Expuesto	8125,018	1325,564	

**n=145**

**Tabla N°6.** Comparación de parámetros renales entre el grupo expuesto y no expuesto a plaguicidas en las bananeras.

<b>Parámetro (mg/dL)</b>	<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Valores Ref.</b>
<b>Urea</b>	Expuesto	30,265	6,954	16,6-48,5
	No Expuesto	30,739	10,133	mg/dL
<b>Creatinina</b>	Expuesto	0,884	0,145	0,70 – 1,20
	No Expuesto	0,915	0,229	mg/dL
<b>Ácido úrico</b>	Expuesto	5,615	1,431	3,40-7,00
	No Expuesto	6,040	5,001	mg/dL

**n=145**

## Discusión

En la encuesta realizada, la edad media en el grupo expuesto fue  $43,9 \pm 10,67$  y en el grupo no expuesto fue  $40,9 \pm 10,18$ . Esto guarda relación con lo informado por Castiblanco (2014) donde se obtuvieron resultados estadísticos similares con la edad media de los sujetos expuestos ( $n = 43$ ) de  $35,4 \pm 9,49$  y para el grupo control ( $n = 40$ ) fue de  $32,28 \pm 8,65$ . En esta encuesta, el 50,3% de los trabajadores estuvieron expuestos directamente a plaguicidas, mientras que el 49,7% no lo estuvo. Maksymiv (2015); Damalas y Eleftherohorinos (2011) mencionan en su estudio que estos agroquímicos han sido ampliamente utilizados para el control de plagas agrícolas y son una práctica beneficiosa para la producción de alimentos a nivel mundial con un incremento significativo en su productividad, pese a que se han desarrollado para trabajar con certeza razonable y reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, hacerlo no es inmune a los efectos adversos

para la salud de quienes trabajan directa y regularmente con plaguicidas. Los agricultores de todo el mundo han reconocido que el envenenamiento por plaguicidas en el lugar de trabajo es un importante problema de salud pública. Según el último informe de las Naciones Unidas, cada año se producen unas 200.000 muertes por intoxicación aguda por plaguicidas, y el 99 % de estas muertes se producen en países en desarrollo, donde las normas de salud y seguridad son más débiles. Según un estudio transversal de Grillo et al. (2020) realizado en la región del Maule de Chile sobre la exposición a plaguicidas organofosforados, se informó que 55 trabajadores agrícolas estuvieron expuestos y 58 no tuvieron exposición directa. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a la investigación anterior. Los plaguicidas más utilizados por los trabajadores fueron los organofosforados con un 23,4%, seguidos de los Bipiridilos con un 18,6% y finalmente el grupo de otros con un 8,3%. En un estudio de Díaz et al. (2017) encontraron que el mayor uso de plaguicidas reportados tanto en el lugar de trabajo como en el hogar fueron los organofosforados. En otra investigación de un equipo de epidemiología liderado por Pedrozo et al. (2017) En el barrio de Puerto Perabo, Itapua-Paraguay, se han presentado varios casos de intoxicación aguda por organofosforados. Por otro lado, en una encuesta sobre “Plaguicidas agrícolas para la evaluación de riesgos a la salud en comunidades rurales de Sonora, México”, se estableció que los insecticidas predominantes fueron los organofosforados (Silveira-Gramont et al., 2018). Según Karami et al. (2014); Muñoz et al. (2013); Muñoz et al. (2016) y Muñoz et al. (2011) los organofosforados son empleados con mucha frecuencia en la agricultura, especialmente para el control de enfermedades en el banano producidas por plagas. Son neurotóxicos, y su uso inadecuado puede perjudicar la salud, dando lugar a la aparición de diversos síntomas, generalmente intoxicaciones agudas y crónicas. Alavanja et al. (2004); Costa (2006) y Muñoz et al. (2012) sugieren que los signos clínicos pueden persistir durante varios años y afectar los sistemas nerviosos central y periférico, con predominio de los síntomas primarios, cambios de comportamiento típicamente psicóticos y un aumento del umbral de temblor. Los agricultores que se exponen profesionalmente a plaguicidas organofosforados en el agua tienen un alto índice de uso y manejo de estos agroquímicos, lo que representa un problema de salud pública debido a que se utilizan en diferentes zonas agrícolas del país, lo cual es confirmado por Naranjo (2017) de Acción Ecológica, que menciona que los agroquímicos representan un riesgo para la salud pública.

Cabe recalcar que muchos de estos contaminantes han sido prohibidos o restringidos en varios países debido a las altas tasas de efectos adversos graves e irreversibles en la salud humana y el

medio ambiente (Silveira-Gramont et al., 2018). Varios estudios sobre organofosforados indican que estos pesticidas estimulan la producción de radicales libres en el cuerpo, que dañan las membranas celulares ricas en lípidos a través de la oxidación de lípidos.

Con respecto a los resultados de las pruebas clínicas realizadas, todos los valores medios obtenidos se encontraban dentro de la normalidad, al igual que en el estudio de Marrero et al. (2017). Todos los trabajadores de este estudio mencionaron usar equipo de protección personal por lo que esto podría ser una causa que todos los valores hematológicos, hepáticos y renales se encontraban dentro de los rangos establecidos. Según Behmer et al. (2001) la ropa protectora garantiza seguridad y comodidad durante la operación y reduce significativamente la exposición a pesticidas, principalmente en las áreas más expuestas del cuerpo. Esto es importante ya que en Ecuador contamos con una guía desde el 2014. Capítulo X de las Buenas Prácticas Agrícolas del Banano por Resolución DAJ-201413A-0201.0040, AGROCALIDAD (Agencia de Regulación y Control Fito y ZooSanitaria). Capítulo X. De la Protección de Cultivos. Art. 25. Del uso correcto y manejo responsable de plaguicidas de uso agrícola se menciona que: “La aplicación de plaguicida se realizara utilizando el equipo de protección personal, recomendado en la etiqueta de cada producto, con el objeto de salvaguardar la salud de los trabajadores. Además, se deberán tomar en cuenta todas las precauciones citadas en las etiquetas”. Es importante mencionar que en el estudio de Araoud et al. (2012) y Rastogi et al. (2008). se reportó la baja concentración de los valores de hemoglobina, hematocrito e índices hematimétricos. Por otro lado, en la investigación de Avinash et al. (2015) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de estudio y el grupo de control.

## Conclusiones

En base a toda la información analizada en este estudio, acerca de los biomarcadores hematológicos, hepáticos y renales empleados para medir el grado de toxicidad en trabajadores expuestos a plaguicidas, no ha permitido encontrar alteración significativa, lo que podría estar relacionado con que los trabajadores durante sus jornadas de fumigación emplean equipos de protección personal lo que garantiza seguridad durante la operación y reduce drásticamente la exposición a plaguicidas. desde el año 2014 en Ecuador a través de AGROCALIDAD se ha exigido la utilización del equipo de protección personal, recomendado en la etiqueta de cada producto, con el fin de preservar la salud de los trabajadores. En el Ecuador los entes reguladores

del medio ambiente están vigilantes a controlar la contaminación ambiental especialmente en el sector bananero.

## Referencias

1. Behmer, S. N., Di Prinzio, A. P., Magdalena, J. C., & Striebeck, G. L. (2001). Eficiencia de un equipo de protección personal para aplicaciones fitosanitarias en huertos frutales. *Agricultura Técnica*, 61(2), 221-228.
2. Castiblanco Rodriguez, A. L. Caracterización de la actividad enzimática y polimorfismos genéticos de butirilcolinesterasa (BCHE) en una población de trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en el municipio de Soacha 2014. Departamento de Toxicología.
3. Chatterjee, S., Basak, P., Chaklader, M., Das, P., Pereira, J. A., Chaudhuri, S., & Law, S. (2013). Pesticide induced marrow toxicity and effects on marrow cell population and on hematopoietic stroma. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 65(3), 287-295.
4. Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health*, 8(5), 1402-1419.
5. Díaz, S. M., Sánchez, F., Varona, M., Eljach, V., & Muñoz, M. (2017). Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 85-92.
6. Grillo Pizarro, Á., Achú Peralta, E., Muñoz-Quezada, M. T., & Lucero Mondaca, B. (2020). Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile. *Revista Española de Salud Pública*, 92, e201803006.
7. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Banano. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia4.pdf>
8. Karam, M. Á., Ramírez, G., Montes, L. P. B., & Galván, J. M. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 11(3), 246-254.

9. Khan, D. A., Bhatti, M. M., Khan, F. A., Naqvi, S. T., & Karam, A. (2008). Adverse effects of pesticides residues on biochemical markers in Pakistani tobacco farmers. *International journal of clinical and experimental medicine*, 1(3), 274.
10. Karami-Mohajeri, S., Nikfar, S., & Abdollahi, M. (2014). A systematic review on the nerve–muscle electrophysiology in human organophosphorus pesticide exposure. *Human & experimental toxicology*, 33(1), 92-102.
11. Maksymiv, I. (2015). Pesticides: benefits and hazards. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 2(1), 70-76.
12. Marrero, S., González, S., Guevara, H., & Eblen, A. (2017). Evaluación de la exposición a órganofosforados y carbamatos en trabajadores de una comunidad agraria. *Comunidad y Salud*, 15(1), 30–41. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1690-32932017000100005&script=sci\\_arttext&tlng=e](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1690-32932017000100005&script=sci_arttext&tlng=e)
13. Muñoz-Quezada, MT, Lucero, BA, Barr, DB, Steenland, K., Levy, K., Ryan, PB, ... & Vega, C. (2013). Efectos en el desarrollo neurológico en niños asociados con la exposición a pesticidas organofosforados: una revisión sistemática. *Neurotoxicología*, 39, 158-168.
14. Muñoz-Quezada, M. T., Lucero, B. A., Iglesias, V. P., Muñoz, M. P., Cornejo, C. A., Achu, E., ... & Villalobos, M. (2016). Chronic exposure to organophosphate (OP) pesticides and neuropsychological functioning in farm workers: a review. *International journal of occupational and environmental health*, 22(1), 68-79.
15. Muñoz, M. T., Iglesias, V. P., & Lucero, B. A. (2011). Exposición a organofosforados y desempeño cognitivo en escolares rurales chilenos: un estudio exploratorio. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(3), 256-263.
16. Muñoz-Quezada, M. T., Iglesias, V., Lucero, B., Steenland, K., Barr, D. B., Levy, K., ... & Concha, C. (2012). Predictors of exposure to organophosphate pesticides in schoolchildren in the Province of Talca, Chile. *Environment international*, 47, 28-36.
17. Mrema, E. J., Rubino, F. M., Brambilla, G., Moretto, A., Tsatsakis, A. M., & Colosio, C. (2013). Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity. *Toxicology*, 307, 74-88.

18. Naranjo, A.-A. (2017). La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador. Quito. Recuperado de: [http://www.swissaid.org.ec/sites/default/files/images/plaguicidas\\_web.pdf](http://www.swissaid.org.ec/sites/default/files/images/plaguicidas_web.pdf)
19. Pedrozo, M. E., Ocampos, S., Galeano, R., Ojeda, A., Cabello, A., & Assis, D. D. (2017). Casos de intoxicación aguda por plaguicidas en la colonia Puerto Pirapó, Itapúa, Paraguay, febrero de 2014. *Biomédica*, 37(2), 158-163.
20. Polo Almeida, P. (2020). Determinación social de la salud en el territorio: Miradas de los trabajadores bananeros en Tenguel (Ecuador). *Revista Ciencias de la Salud*, 18(SPE), 152-173.
21. Saborío Cervantes, I. E., Mora Valverde, M., & Durán Monge, M. D. P. (2019). Intoxicación por organofosforados. *Medicina Legal de Costa Rica*, 36(1), 110-117.
22. Silveira-Gramont, M. I., Aldana-Madrid, M. L., Piri-Santana, J., Valenzuela-Quintanar, A. I., Jasa-Silveira, G., & Rodríguez-Olibarria, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 7-21.
23. Toro-Osorio, B. M., Rojas-Rodríguez, A. E., & Díaz-Zapata, J. A. (2017). Niveles de colinesterasa sérica en caficultores del Departamento de Caldas, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 19, 318-324.