



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

CARACTERIZACIÓN MÉDICO LEGAL DE PACIENTES CON
INTOXICACIÓN CON ÓRGANOS FOSFORADOS EN EL ECUADOR

HERRERA MACHUCA DANIEL ANTONIO
MÉDICO

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

**CARACTERIZACIÓN MÉDICO LEGAL DE PACIENTES CON
INTOXICACIÓN CON ÓRGANOS FOSFORADOS EN EL
ECUADOR**

**HERRERA MACHUCA DANIEL ANTONIO
MÉDICO**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

CARACTERIZACIÓN MÉDICO LEGAL DE PACIENTES CON INTOXICACIÓN CON
ÓRGANOS FOSFORADOS EN EL ECUADOR

HERRERA MACHUCA DANIEL ANTONIO
MÉDICO

CHILQUINGA VILLACIS SIXTO ISAAC

MACHALA, 16 DE JUNIO DE 2023

MACHALA
16 de junio de 2023

Caracterización médico legal de pacientes con intoxicación con órganos fosforados en el Ecuador

por DANIEL ANTONIO HERRERA MACHUCA

Fecha de entrega: 07-jun-2023 08:13p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2111391897

Nombre del archivo: ORGANOFOSFORADOS_TURNITIN.docx (125.79K)

Total de palabras: 2689

Total de caracteres: 15081

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, HERRERA MACHUCA DANIEL ANTONIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Caracterización médico legal de pacientes con intoxicación con órganos fosforados en el Ecuador, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

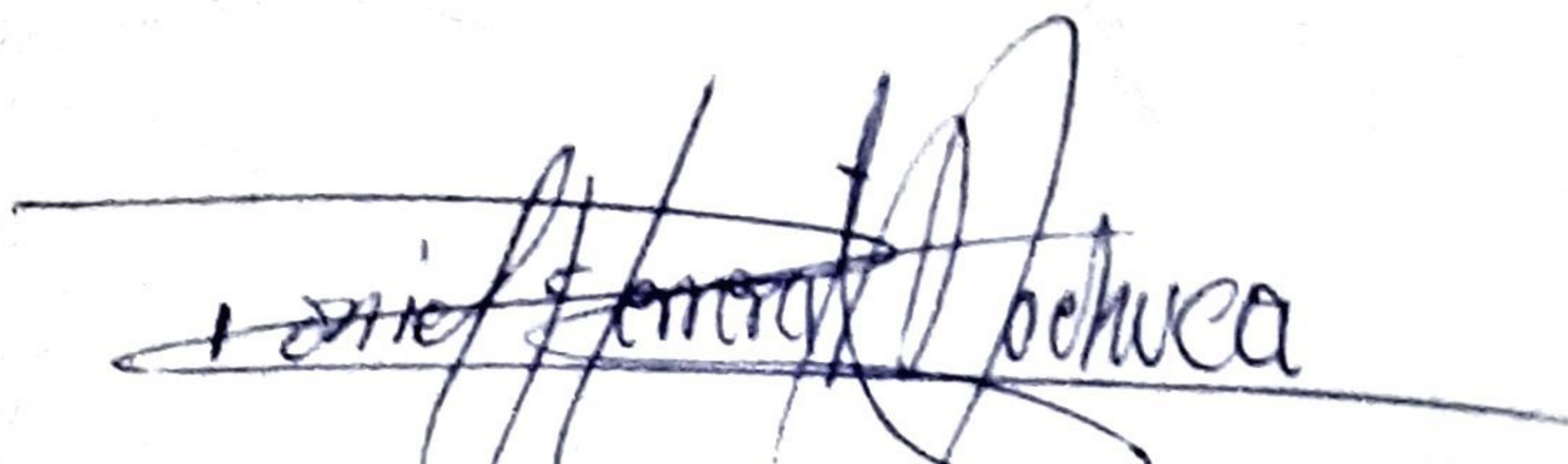
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 16 de junio de 2023



HERRERA MACHUCA DANIEL ANTONIO
0704992882

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El uso desproporcionado de plaguicidas en los países en vías de desarrollo y poco desarrollados, tiene un gran impacto en la salud de sus habitantes, constituyendo en un problema grave de salud pública en el mundo. El fácil acceso a sustancias químicas como plaguicidas, facilitan el uso de estas sustancias tóxicas para autoinfligirse daño.

OBJETIVO: Describir la caracterización médico legal por intoxicación por órganos fosforados en el Ecuador.

METODOLOGÍA: Se llevó a cabo búsquedas en bases de datos académicas y científicas, como PubMed, Google Académico y Scielo, utilizando términos de búsqueda como "organofosforados", "toxicología", "medicina legal" "medicina forense". Se seleccionaron artículos publicados en revistas indexadas durante el período comprendido entre 2018 y 2023, que aborden específicamente el manejo médico legal de la intoxicación por organofosforados.

RESULTADOS: En el Ecuador, en el año 2012, se reportó 2527 casos registrados de intoxicaciones, de los cuales el 49,2% eran por plaguicidas. En el estudio CIATOX, realizado en el año 2015 al 2017, se estableció que el 4% de las intoxicaciones agudas con organofosforados, eran de carácter ocupacional.

CONCLUSIÓN: La mayoría de pacientes atendidos en los centros de salud, por intoxicaciones con organofosforados, se ha debido a la ingesta intencional, por un intento de suicidio o por exposición laboral a estos compuestos, situación que es reportada en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Ecuador. Siendo el suicidio catalogado dentro de la medicina legal, como una muerte violenta, siendo necesaria la realización de pruebas forenses para esclarecer si fue un suicidio u homicidio.

PALABRAS CLAVES: Organofosforados, efectos adversos, administración y dosificación, toxicidad, farmacología.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The disproportionate use of pesticides in developing and underdeveloped countries has a major impact on the health of its inhabitants, constituting a serious public health problem in the world.

OBJECTIVE: Describe the legal medical characterization of phosphorus poisoning in Ecuador.

METHODOLOGY: Searches were conducted in academic and scientific databases, such as PubMed, Google Scholar and Scielo, using search terms such as "organophosphorus", "toxicology", "legal medicine" "forensic medicine". Selected articles published in indexed journals during the period from 2018 to 2023, specifically addressing the medical legal management of organophosphate poisoning.

RESULT: In Ecuador, 2527 cases of poisoning were reported in 2012, of which 49.2 per cent were from pesticides. In the CIATOX study, carried out in 2015 to 2017, it was established that 4% of acute intoxications with organophosphate were of an occupational nature.

CONCLUSION: The majority of patients treated in health centers, due to poisoning with organophosphate, has been due to intentional intake, an attempt at suicide or occupational exposure to these compounds, situation that is reported in the Epidemiological Surveillance System of Ecuador. Being the suicide classified within the legal medicine, as a violent death, being necessary the performance of forensic tests to clarify if it was a suicide or homicide.

KEYWORDS: Organophosphates, adverse effects, administration and dosage, toxicity, pharmacology.

INDICE

| | |
|---|----|
| TAPA | |
| CUBIERTA | |
| PORTADA | |
| NOTA DE ACEPTACIÓN | |
| TURNITIN | |
| CESION DE DERECHO | |
| RESUMEN..... | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| ÍNDICE..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| DESARROLLO..... | 8 |
| Aspectos generales de los órganos fosforados..... | 8 |
| Análisis Epidemiológico de la exposición con organofosforados | 8 |
| Repercusiones clínicas por ingesta..... | 10 |
| Implicaciones médicas | 11 |
| Implicaciones médico- legales..... | 13 |
| CONCLUSIÓN | 15 |
| BIBLIOGRAFÍA | 16 |

INTRODUCCIÓN

Los organofosforados (OF) son los pesticidas más usados en la agroindustria y en el ámbito doméstico, para el control de las plagas que puedan afectar los cultivos hortalizas, verduras, granos, algodón, entre otros. Al presentarse en forma pura, es una sustancia oleosa, incolora y casi inodora, que es absorbida y distribuida rápidamente por los tejidos¹. Existen más de 40 pesticidas organofosforados registrados para su uso, los que tienen alto riesgo de intoxicaciones agudas y alteraciones crónicas en la salud, que pueden llegar a ser de tipo neurodegenerativa, del desarrollo reproductiva, respiratoria y metabólicas².

El uso desproporcionado de plaguicidas en las naciones que se encuentran en vías de desarrollo y en las poco desarrolladas, tiene un gran impacto en la salud de sus habitantes, constituyendo en un gravísimo problema público de salud a nivel mundial. En la actualidad, se han reportado más de tres millones de exposiciones y son responsables de más de trescientos mil muertes por la intoxicación que provocan, debido a la escasa regulación de los productos agrícolas. Además, del uso en la agricultura, estos productos químicos son usados en aproximadamente el 13% de suicidios a nivel mundial, debido a su amplia distribución en el planeta y fácil acceso^{3,4}.

Por otra parte, casi todos los países latinoamericanos, se dedican a la agricultura, de los cuales el 80% utilizan plaguicidas, provocando un alto grado de exposición, principalmente en los sitios que no tienen acceso a protección personal⁵. En Costa Rica, desde el 2010 al 2016, se estableció que, de 353 suicidios, el 12,70% de suicidios fueron por organofosforados y el 7.94% por carbamatos⁶. En Perú, se registran aproximadamente 150 muertes maternas por suicidio desde el año 2012 a 2018, de las cuales el 60% fueron por organofosforados, 30% por ahorcamiento y 10% por lanzamiento desde la altura. Encontrándose que existe un alto número de personas que usan los plaguicidas como método de suicidio⁷.

En el Ecuador, en el año 2012, el “Centro de Información y Asesoramiento Toxicológico en Ecuador”, reportó 2527 casos registrados de intoxicaciones, de los cuales el 49,2% eran por plaguicidas, siendo los causantes del problema el almacenamiento inadecuado o la aplicación incorrecta². Además, desde el año 2014 hasta el 2019, se han producido más de 5300 suicidios, existiendo por cada

suicidio más de 20 intentos de suicidio, siendo el grupo de edad con mayor incidencia el de 15 a 30 años de edad. Los mecanismos más comunes en orden de relevancia son: “el ahorcamiento, la ingestión de plaguicidas y el lanzamiento al vacío”⁸.

Debido a la gran incidencia de intoxicación por plaguicidas en el Ecuador, accidental o voluntaria, me he permitido realizar esta investigación. Por ende, el objetivo de esta investigación es describir la caracterización médico legal por intoxicación por órganofosforados mediante revisión de literatura para conocimiento del personal sanitario.

DESARROLLO

Aspectos generales de los órganos fosforados

Los organofosforados, los ésteres de los ácidos fosfórico y m-carbámico y algunos alcoholes son liposolubles, por lo que superan fácilmente todas las barreras biológicas y facilitan su absorción; tienen una presión de vapor media, lo que los hace volátiles, haciéndolos fáciles de absorber cuando se inhalan; y se descomponen, por lo que experimentan hidrólisis en el medio alcalino, en el suelo y en el medio ambiente, y queda poco organismo residual en el medio ambiente. Su metabolismo se realiza de manera hepática y se excreta mediante la orina y las heces.

Se absorben fácilmente porque son muy solubles en grasas y tienen un gran volumen de distribución en los tejidos. Se metabolizan en el hígado y se excretan en la orina y las heces. Se utilizan ampliamente como insecticidas en la agricultura (control de plagas) y en los hogares, pero también se utilizan en aplicaciones médicas y veterinarias, como aditivos en algunas industrias y en la fabricación de armas químicas (terrorismo). Su concentración oscila entre el 1-5 % en plaguicidas domésticos y el 85-90 % en productos agrícolas¹

Análisis Epidemiológico de la exposición con organofosforados

Se estima que anualmente, a nivel mundial, aproximadamente tres millones de personas se encuentran expuestas a compuestos organofosforados; de los cuales 2 millones se debieron a intentos de suicidio que resultaron en 300.000 muertes y el restante 1 millón se debió a exposición accidental⁵. Gran parte de América Latina es agrícola, con un 80% de uso intensivo de plaguicidas, principalmente en lugares donde no se dispone de equipo de protección personal⁹.

La "Organización mundial de la salud" (OMS), sostiene que mundialmente existen veinte millones de toneladas de pesticidas organofosforados que son dañinos para la salud del hígado humano y el ecosistema ambiente, en especial en las naciones en vías de desarrollo como África con 20 millones de toneladas, en

América Latina y el Caribe cuenta con cuarenta millones de toneladas de plaguicidas organofosforados, que han sido indirectamente responsables del deterioro del medioambiente y de la salud de sus habitantes durante los últimos 20 años. En Perú, en un estudio realizado desde el 2008 a 2017, se estableció que el 37,6% de intoxicaciones agrícolas, fueron por herbicidas, de los cuales, el 98% eran órganos fosforados, siendo las vías de ingreso, el 57,3% respiratoria y el 42% cutánea¹¹.

En México, en un estudio realizado desde el 2010 al 2014, se evidenció contaminación de sustancias agroquímicas tanto en trabajadores agrícolas como en los habitantes de las comunidades rurales aledañas a las plantaciones, mediante el empleo de 24 productos plaguicidas por aspersión. Los pesticidas usados en el control de plagas fueron los organofosforados y herbicidas¹². Por otro lado, en Ecuador en el 2020 se registraron alrededor de 1.632 casos de exposición a toxinas, de los cuales 1.238 fueron por mordedura de serpiente, 342 por picadura de alacrán, 203 por intoxicación por plaguicidas y 5 por intoxicación, al envenenamiento por metanol. El grupo con mayor afección es de 20 a 49 años¹³.

Toxicocinética de los compuestos organofosforados

La toxicidad aguda por organofosforados, se presenta por acción de la inhibición de la acetilcolinerasa, que produce la sobreestimulación de los “receptores nicotínicos y muscarínicos” del sistema nervioso central (SNC), autonómico y placa neuromuscular¹⁴. Su exposición puede ser accidental, ocupacional, mediante inhalación en las labores agrícolas debido a la falta de equipo de protección adecuado o al uso inadecuado, o de manera voluntaria, mediante la ingestión oral de estos químicos⁴.

Los principales síntomas clínicos de la intoxicación por organofosforados resultan del aumento de la secreción colinérgica, dependiendo de la actividad sobreestimulación de los “receptores nicotínicos y muscarínicos”. En las intoxicaciones agudas se pueden observar trastornos neuromusculares en forma de síndromes intermedios y neuropatía lenta¹⁵.

Repercusiones clínicas por ingesta

Los compuestos organofosforados tienen un grado de toxicidad, debido a la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (AChE), que inactiva la acetilcolina en el SN, dando como resultado un exceso de actividad colinérgica en el SNC, simpático y periférico. El cuadro clínico va en dependencia la forma de administración, dosis, tipo de compuesto y sensibilidad individual. Los síntomas pueden manifestarse a nivel gastrointestinal, neurológico, respiratorio, cardiovascular y cutáneo, variando desde síntomas leves hasta llegar a la muerte¹⁶.

| Síndrome | Aparato o Sistema | Síntomas |
|--------------------|---|--|
| Muscarínico | Sistema Ocular | Dificultad de acomodación de los ojos, epífora, miosis, hiperemia conjuntival y visión borrosa. |
| | Respiratorio Superior | Hiperemia en membranas de las mucosas y rinorrea |
| | Respiratorio Inferior | Pulmón y bronquios: broncorrea, cianosis, disnea, dolor torácico, broncoconstricción y tos. |
| | Sistema digestivo | Anorexia, náuseas, vómitos, sialorrea, cólico, tenesmo intestinal y diarrea. |
| | Cardiovascular | Bloqueo cardíaco, bradicardia, arritmias e hipotensión. |
| | Urinario (vejiga) Piel y glándulas exocrinas | Incontinencia urinaria. Diaforesis profusa, frialdad. |
| Nicotínico | Sistema nervioso autónomo | Hipertensión pasajera, mareo, palidez y taquicardia. |
| | Sistema nervioso central | Ansiedad, perturbación mental, irritabilidad y somnolencia, ataxia, cefalea, confusión, convulsiones, coma, depresión del centro respiratorio y circulatorio |
| Intermedio | Musculoesquelético | insuficiencia respiratoria de aparición brusca, como consecuencia de debilidad y parálisis de los músculos respiratorios Afecta a los músculos flexores proximales de la nuca y de las extremidades |
| | Sistema nervioso | Afecta algunos pares craneales |
| Tardío | Sistema Nervioso | Calambres, sensación de quemadura y dolor punzante simétrico en pantorrillas y menos frecuentes en tobillos y pies, parestesias en pies y piernas. |
| | | Debilidad de varios músculos, pérdida de reflejo aquiliano, acompañado de contractura del tobillo. |

Fuente: Guía clínica para la atención de personas con intoxicaciones, 2021¹⁶

Estos compuestos pueden absorberse a través del tracto gastrointestinal, mediante la ingesta oral; los pulmones, mediante la aspiración del producto suspendido en el aire y de manera cutánea, al estar en contacto los órganos fosforados por la piel. Siendo estos productos, la causa más frecuente de intoxicaciones y muerte. Su diagnóstico se determina mediante la presentación clínica del paciente y los datos de laboratorio ¹⁷.

Implicaciones médicas

Entre las afecciones médicas que se dan por estos compuestos, tenemos a la nefropatía por intoxicación de organofosforados, debido al poder nefrotóxico de estos plaguicidas, que causan daño renal, debido a la inhibición de la acetilcolinesterasa, lo que afecta los “niveles de pseudocolinesterasa a nivel tubular debido a la alta concentración de esta en túbulos distales de la nefrona”, provocando disminución del volumen de los glomérulos renales, dilatación de vasos sanguíneos, degeneración de los túbulos renales y rompimiento de la cápsula de Bowman¹⁸.

En la intoxicación aguda, provoca la crisis colinérgica inicial que se presenta en minutos u horas y afecta al sistema neuromuscular, nervioso autónomo, nervioso central y al aparato cardiovascular, como resultado, aparecen los siguientes cambios: palidez, espasmos musculoesqueléticos, fasciculaciones, mialgia, astenia, parálisis flácida y temblor, debilidad, dolor de cabeza, ansiedad, tremor, depresión respiratoria, convulsiones, mareos, convulsiones, confusión, ansiedad, disartria, coma, taquicardia y aumento de la presión arterial, somnolencia, ataxia y alteración del metabolismo causante de hiperglucemia¹⁹.

En el síndrome intermedio, principal causante de mortalidad, aparece de 24 a 96 horas después de la exposición a pesticidas y se manifiesta por los siguientes síntomas: debilidad muscular y debilidad en el movimiento flexor del cuello, disminución de los reflejos tendinosos profundos, cambios en los nervios craneales e insuficiencia respiratoria por debilidad de músculos intercostales y diafragma²⁰.

Por otra parte, la intoxicación por organofosforados puede provocar el síndrome neuroléptico maligno, que es una enfermedad rara y mortal cuyo mecanismo fisiopatológico consiste en el “bloqueo de los receptores de dopamina-2” en el sistema nervioso central, principalmente por la vía nigroestriatal, provocando rigidez y temblor²¹.

En el estudio realizado por Cabezas²², se determinó que en los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas órganos fosforados, los resultados de las pruebas de función hepática (bilirrubina total, bilirrubina directa, fosfatasa alcalina, GGTP, AST, ALT, y albúmina), se encontraban por encima de lo normal, siendo evidente que la exposición a plaguicidas, es nociva para la salud hepática. Por su parte, en el estudio realizado en Ecuador ²³, en 186 trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas organofosforados, las pruebas hepáticas fueron más altas de lo normal, lo que muestra claramente que la exposición a pesticidas es perjudicial para la salud del hígado.

Para determinar la exposición a pesticidas en las personas que laboran en la agricultura o residen cerca de plantaciones agrícolas, se utiliza a las colinesterasas, como biomarcador, pudiendo ser determinada mediante el método de Ellman, que es cuantitativo y colométrico, siendo empleado para medir la colinesterasa eritrocitaria (CE) y colinesterasa plasmática (CP), de manera rápida, usando como sustrato la bitriciocolina, la que al ser degradada se convierte en tiocolina y butirato, siendo la tiocolina la que reacciona con el ácido 2-nitrobenzónico, el que da lugar al ácido carboxílico, que puede medirse espectrotométricamente. Un valor bajo de la enzima, nos indica exposición de un agente inhibidor como los organofosforados ^{24, 25, 26}.

Otros métodos para la detección de la colinesterasa, son: el método Michel, que es una técnica electrométrica y cuantitativa, que determina la actividad de la CP Y C, mediante espectrofotometría, en referencia a la variación de pH por hora. El método Lovidong, es una técnica colorimétrica y semicuantitativa, que establece la actividad de la CP y CE, con una mínima muestra de sangre y a bajo costo, basándose en el cambio de color, debido al nivel de pH, los que se miden por intervalos de 12,5%, considerándose anormales los valores inferiores al 75%²⁶.

Por otro lado, para la detección de plaguicidas en los alimentos o en el agua, se usa la cromatografía de gases acoplado al espectrofotómetro de masa²⁷. Por su

parte, el “Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses” del Ecuador, en el año 2018 estableció el procedimiento, insumos y materiales a usarse, para determinar la presencia de plaguicidas mediante la técnica de cromatografía de gases-masas²⁸. En el año 2020, se publicó el “Manual de Química y toxicología Forense”, en los que consta el “Protocolo para la identificación de tóxicos orgánicos: Plaguicidas organofosforados”, en el cual se explica el procedimiento para procesar una muestra de sangre, orina o contenido gástrico del paciente, mediante el uso de la técnica de “cromatografía de líquidos/gases con espectrometría de masas” y detectar el grado de intoxicación por estos compuestos²⁹.

Implicaciones médico- legales

Saborio⁴ manifiesta que los compuestos organofosforados son usados en aproximadamente el 13% de suicidios a nivel mundial. En concordancia con el estudio realizado por Anchía y cols.²⁴, en el que se analizó epidemiológicamente a 3420 casos de intoxicación con organofosforados con fines suicidas, usando el 75% plaguicidas de uso agrícola, 17.2% usaron Glifosato y 15.9% Paraquat; en el 98.3% se dieron por autoingestión; 65.3% reportaron sintomatología leve y 432 personas intoxicadas fallecieron. Por su parte, Calderón et al., manifiestan que el fácil acceso a sustancias químicas como plaguicidas, facilitan el uso de estas sustancias tóxicas para autoinfligirse daño³⁰.

Las pruebas de toxicología juegan un rol de gran importancia en las indagaciones forenses y son una parte integral de una investigación de suicidio. Los hallazgos descubiertos durante las pruebas de toxicología pueden arrojar luz sobre la causa y la naturaleza de la muerte. Los resultados de toxicología pueden indicar deficiencia o falta de adherencia al medicamento en una persona con un trastorno mental como la depresión. También pueden detectar la presencia de sustancias potencialmente tóxicas en un suicidio. Actualmente, hay muy pocos trabajos publicados sobre el suicidio desde un punto de vista médico legal³¹.

En Ecuador, en el estudio CIATOX, realizado en el año 2015 al 2017, se estableció que el 4% de las intoxicaciones agudas con organofosforados, eran de carácter ocupacional³². Mientras que en la Gaceta General de Efectos Tóxicos

correspondiente al año 2021, se determinó que existieron 256 casos de intoxicación por plaguicidas, ocupando el 57.03% los fungicidas y herbicidas y el 16,60% los órganos fosforados³³.

En medicina legal se considera como muerte no natural, a la deceso violento o sospechoso de criminalidad, entre los que se encuentran los “suicidios (autoagresiones), homicidios, agresiones por otra persona (causadas por terceros sea o no con intención de matar), y accidentales, muerte de causa externa, no patológica que no configure un suicidio u homicidio”. Mientras que las “muertes con sospecha de criminalidad”, son aquellas en las que no existen signos de ser una muerte violenta y, sin embargo, la circunstancias en las que ocurre hacen sospechar una situación delictual³⁴.

Es de acotar que el Código Penal Ecuatoriano, no estipula el homicidio por intoxicación y no existe una normativa ecuatoriana que regule el uso de los compuestos órganosfosforados. Sin embargo, la “Dirección de Seguridad, Salud en el Trabajo y Gestión de Riesgos del Ministerio del Trabajo”, ha implementado acciones destinadas a la “seguridad y salud en el trabajo”, respaldado en el artículo 326, en su numeral 5, de la Carta Magna del Estado, estando en concordancia con el “Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo” y las normas internacionales³⁵.

Por otra parte, el Gobierno Ecuatoriano, emitió la “Ley de comercialización y empleo de plaguicidas”, la que en su Articulado 4, menciona que “los plaguicidas y los productos afines extremadamente y altamente tóxicos, sólo podrán expendirse en establecimientos que dispongan de medidas de seguridad satisfactorias aprobadas por el Ministerio de Salud Pública y su venta se realizará únicamente previa receta otorgada por un Ingeniero Agrónomo debidamente colegiado y registrado”. Además, el artículo 24 señala que las empresas deben velar por la seguridad y salud de los trabajadores a cargo del manejo de los plaguicidas. Mientras que en el literal e) del Art. 33, determina que la persona que vendiere plaguicidas sin receta, tendrá una multa entre 15 a 20 salarios básicos unificados (SBU), en relación al nivel de gravedad del acto cometido; y en el literal f), se determina que las personas o empresas que utilicen pesticidas de alta toxicidad, se les sancionará con multa de 15 a 20 (SBU)³⁶.

CONCLUSIÓN

La intoxicación por órganos fosforados sea de manera accidental o como un método de suicidio puede llegar a producir la muerte fulminante del individuo u ocasionar problemas crónicos en su salud como: la nefropatía por intoxicación de organofosforados, la crisis colinérgica inicial, el síndrome neuroléptico maligno y afectación hepática.

En el manejo de estos pacientes a más de aplicar los protocolos terapéuticos, se debe reportar al Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Ecuador para la realización de pruebas analíticas o peritaje forense que permita esclarecer la verdad y/o circunstancia del hecho.

En el caso de la exposición laboral a órganos fosforados, se utiliza como biomarcador de exposición a la colinesterasa, que puede ser determinada mediante el método de Ellman, Miche, Lovidong. Mientras que el método de forense para establecer la intoxicación por organofosforados es la espectrometría de masas, mediante la evaluación de una muestra de sangre, orina o contenido gástrico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Archataipán J, Vailati J, Viteri C. Concentraciones Séricas de la Enzima Acetilcolinesterasa en Agricultores Expuestos a Organofosforados. Enfermería Investiga, Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión. 2020. [citado 2023 mayo 30]; 1:793-801. Disponible en: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/enfi/article/view/910/855>
2. Pino A, Brezmes M. Intoxicación por organofosforados. Protoc diagn ter pediater. [Internet]. 2021. [citado 2023 mayo 26]; 1:793-801. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/55_intoxicacion_organofosforados.pdf
3. Galíndez-González A, Ortega-Toro T, Eraso Revelo J, Solarte E., del Castillo J. Intoxicación inusual por organofosforados: Vía transplacentaria. Andes pediater. [Internet]. 2021 Oct [citado 2023 Mayo 26]; 92(5): 760-764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.32641/andespediatr.v92i5.3275>.
4. Saborio I., Ishtar E., Mora M., Durán M. Intoxicación por organofosforados. Rev. Med, Leg, Costa Rica. [Internet]. 2019 Marzo [citado 2023 Mayo 26]; 36(1): 1-8. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v36n1/2215-5287-mlcr-36-01-110.pdf>
5. Orias Vásquez M. Intoxicación por organofosforados. Rev.méd.sinerg. [Internet]. 1 de agosto de 2020 [citado 27 de mayo de 2023];5(8):e558. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/558>.
6. Mora M, Moya D, Calderón J. Análisis de lesionología de una muestra de 353 autopsias de suicidios, Departamento de Medicina Legal, Costa Rica del 2010 al 2016. Med. leg. Costa Rica [Internet]. 2019 Dec [citado 2023 May 30] ; 36 (2): 6-16. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000200006&lng=en.
7. Collantes J, Durante D, Cáceda R, Benites J, Ravines C. Suicidio como causa de muerte materna en Cajamarca - Perú 2012-2018. 2022 [citado 31 de mayo de 2023];1(5) 21-6. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/nortemedico/article/view/140>
8. Asamblea Nacional de la República del Ecuador. El suicidio en ecuador, una emergencia en salud mental. Sala de prensa. [Internet]. 20 de junio de 2022 [citado 27 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/67410-el-suicidio-en-ecuador-una-emergencia-en-salud-mental>

9. Pulgar H, Baculima M. Toxicología aplicada a la medicina legal y forense. Dominio de las Ciencias. [Internet]. 5 de julio de 2022 [citado 27 de mayo de 2023];8(3):e1. Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2805>
10. Cruz L, Placencia M. Caracterización de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas atendidos en el Hospital Barranca Cajatambo 2008 - 2017. Horiz. Med. [Internet]. 2019 Abr [citado 2023 Jun 04];19(2):39-48. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2019.v19n2.06>.
11. Silveira M, Aldana M, Piri J, Valenzuela A, Jasa G, Rodríguez G. PLAGUICIDAS AGRICOLAS: UN MARCO DE REFERENCIA PARA EVALUAR RIESGOS A LA SALUD EN COMUNIDADES RURALES EN EL ESTADO DE SONORA, MÉXICO. Rev. Int. Contam. Ambient [revista en la Internet]. 2018 [citado 2023 Jun 04] ; 34(1): 7-21. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000100007&lng=es. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.01.01>.
12. Ministerio de Salud Publica. Subsecretaría de vigilancia de la salud pública subsistema. 2020. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Toxicos-y-quimicos-SE-48.pdf>
13. OMS. Residuos de plaguicidas en los alimentos. [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/pesticide-residues-in-food>
14. Daza J, Lozada H, Sánchez D. Síndromes asociados a intoxicación por organofosforados: abordaje médico y fisioterapéutico en cuidado crítico. Rev Cienc Salud. [Internet]. 2019. [citado 27 de mayo de 2023];17(3):141-153. Disponible en: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.8371>
15. Ministerio de Salud del Salvador. Guía clínica para la atención de personas con intoxicaciones. [Internet]. 2021. [citado 27 de mayo de 2023]; 1-74. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/01/1354120/guiaclinicaparalaatenciondepersonasconintoxicaciones-acuerdo-2968-v1.pdf>.
16. Pino A. Protocolo de intoxicación por organofosforados. Organophosphate poisoning. [Internet]. 2018. [citado 27 de mayo de 2023]; 1-74. Disponible

- en: <https://secip.info/images/uploads/2020/07/Intoxicaci%C3%B3n-por-organofosforados.pdf>
17. Ramírez N, Quintanar M.. Exposure to organophosphorous pesticides and kidney damage. A sistematic review study / Exposición a plaguicidas organofosforados y daño renal. Un estudio de revisión sistemática. Red de Investigación en Salud en el Trabajo. [Internet]. 2021. [citado 27 de mayo de 2023];4(6): 61-6. Disponible en: <https://rist.zaragoza.unam.mx/index.php/rist/article/view/320/224>
 18. Pacheco J, Núñez S, Moscoso R. Afectación a la salud por exposición a químicos organofosforados y carbamatos. [Internet]. 2021. [citado 04 de junio de 2023];17: 63-73. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/mktDescubre/article/download/584/583/#:~:text=Los%20Organofosforados%20y%20los%20carbamatos,los%20pulmones%20y%20la%20piel.>
 19. Slavica V, Dubravko B, Milan J. Acute organophosphate poisoning: 17 years of experience of the National Poison Control Center in Serbia. Toxicology. 2018;409(March):73–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2018.07.010>
 20. Bird, S. Organophosphate and carbamate poisoning. Uptodate. [Internet]. Marzo 27 2023 [Consultado 01 de junio de 2023];17–9. Disponible en: <https://www-uptodate-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/contents/organophosphate-and-carbamate-poisoning/print?search=intoxicaci%C3%B3n%20por%25E2%80%A6>.
 21. Angulo N, Castaño P, Gómez C. Síndrome neuroléptico maligno asociado con intoxicación aguda por un organofosforado: reporte de caso. Biomédica. [Internet]. 2022 Mar [citado 2023 Jun 3]; 42(3): 445-49. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.6428>.
 22. Cabezas G. Efectos de los plaguicidas organofosforados en la salud hepatológica de las personas y el medio ambiente en Paiján. 2019. Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA. [Internet] 2022. [citado 2023 Jun 3];18(3): 89-100. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/rev.cyt.2022.03.09>.
 23. Esparza J, Forero F, MArdones M. Uso de organofosforados por agricultores de la comunidad de Guaslán - Ecuador y los cambios hematológicos. Ciencia y Agricultura. [Internet]. 2020 Mar [citado 2023 May 31] ; 17(1): 31-50. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n1.2020.10603>

24. Anchía G, Chaverri S, Cordero J, Mora I. Intoxicaciones agudas con pesticidas para fines suicidas en Costa Rica durante la década de 2010-2020. Med. leg. Costa Rica [Internet]. 2021 Mar [citado 2023 May 31]; 38(1): 131-145. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152021000100131&lng=en.
25. Alvarado, J., Valencia, C. A., Castillo, M. R., Luna, tf. D., Borboa, J. A., Mexia, M. E. & Ruiz, N. C. Agroquímicos organofosforados y su potencial daño en la salud de trabajadores agrícolas del campo sonoreño. Ciencia ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [Internet]. 2019 [citado 2023 Jun 3]; 26(1), -11. Disponible en: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n1a8>
26. Caro L, Forero M, Dallos A. Inhibición de la colinesterasa como biomarcador para la vigilancia de población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas organofosforados. Revista Bioanálisis. 2020 [citado 2023 Jun 3]; 16(107), 8-16. Disponible en: <http://revistabioanalisis.com/images/pdf/rev107.pdf>.
27. López W, Silveri, C. Pesticidas organoclorados residuales en leche cruda procedente de la provincia El Oro, Ecuador. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria. [Internet]. 2022 [citado 2023 Jun 3];6(18): 393-405. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.176>.
28. Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Vademécum. Procedimientos, análisis, técnicas de la investigación técnico científica especializada en medicina legal y ciencias forense. COD: SNMLCF-CMPS-VAM-001-2018 VERSIÓN: 1.0. [Internet]. 2018 [citado 2023 Mayo 26]; 1-224. Disponible en: <https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/vademecum.pdf>
29. SISTEMA ESPECIALIZADO INTEGRAL DE INVESTIGACIÓN, DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN QUIMICA Y TOXICOLOGIA FORENSE. Fiscalía General del Estado. [Internet]. 25 agosto 2017 [citado 2023 Junio 4]; 1-244. Disponible en: https://www.fiscalia.gob.ec/files/archivos%20AC/COIP%20073%20FGE/Area%20Ciencias%20Forenses/4_Manual_de_Quimica_y_Toxicologia_Forense.pdf

30. Calderón Ramírez V, Alcocer Olaciregui A, Vargas Moranth R. Intentos de suicidio por intoxicación con sustancias químicas en Colombia 2007 – 2013. Duazary. [Internet]. 2017. [citado 2023 Junio 6];14(2): 149-159. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-987914?src=similardocs>
31. Álvarez-Freire I, Cabarcos Fernández P, Regenjo Vázquez M, Tabernero Duque MJ, Bermejo Barrera AM. Investigación toxicológica en suicidios a partir de las muestras recibidas en el Servicio de Toxicología Forense de la Universidad de Santiago de Compostela en el periodo 2009-2018. Rev. Toxicol. [Internet]. 2020. [citado 2023 Junio 4]; 37: 26 – 30.
32. Sunta M, Pillajo B, Vinueza G, Naranjo J, Fiallos B. Principales intoxicaciones agudas de adultos en la sala de emergencias del Hospital General Docente Ambato-Ecuador entre 2010-2018. MEDICIENCIAS UTA. [Internet]. 2022. [citado 2023 Junio 6]; 6(1):69-73. Disponible en: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/medi/article/view/1564/1315>
33. Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Efectos tóxicos año 2021. Subsecretaría de vigilancia de la salud pública. Subsistema de vigilancia SIVE-ALERTA. [Internet]. 2022. [citado 2023 Junio 6];1-4. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/GACETA-GENERAL-DE-EFECTOS-TOXICOS-SE-51.pdf>
34. Consenso sobre estándares mínimos y procedimientos en autopsias. Consenso sobre estándares mínimos y procedimientos en autopsias. [Internet]. 2023 [citado 2023 Junio 6]. Disponible en <http://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2021/09/50607.pdf>
35. Ministerio del Trabajo. Seguridad y Salud en el Trabajo. [Internet]. 2023 [citado 2023 Junio 6]. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
36. Congreso Nacional del Ecuador. Ley de comercialización y empleo de plaguicidas. Registro Oficial Suplemento 315. [Internet]. 16 de abril de 2004. [citado 2023 Junio 6]; Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEY-DE-COMERCIALIZACION-Y-EMPLEO-DE-PLAGUICIDAS.pdf?x42051>