

COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE BUTIRILCOLINESTERASA ENTRE HABITANTES DE UNA ZONA RURAL Y UNA URBANA DE GUERRERO, MÉXICO

Comparison of butyrylcholinesterase activity between inhabitants of a rural and an urban area of Guerrero, Mexico

Maroli Getsemani MARTÍNEZ-ROSAS¹, Luis Alberto CHÁVEZ-ALMAZÁN^{1,2*},
Diana GARIBO-RUIZ³, Fany Itzel SÁNCHEZ-VISOSO¹ y Eridia CALLEJA-VILLALVA¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas s/n, Ciudad Universitaria, 39070 Chilpancingo, Guerrero, México.

² Secretaría de Salud de Guerrero, Av. Juan R. Escudero 158, Col. Ciudad Renacimiento, 39715 Acapulco, Guerrero, México.

³ Universidad Nacional Autónoma de México, km 107 carretera Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, Baja California, México.

*Autor para correspondencia: chavez_79@hotmail.com

(Recibido: agosto de 2021; aceptado: diciembre de 2021)

Palabras clave: butirilcolinesterasa, intoxicación, plaguicidas organofosforados, carbamatos.

RESUMEN

La exposición humana a plaguicidas inhibidores de la enzima colinesterasa puede variar de acuerdo con el tipo de productos empleados, la frecuencia de uso, las medidas de protección y los organismos que se desean controlar en un sitio determinado. Las campañas de control químico de las enfermedades transmitidas por vectores se realizan principalmente en zonas urbanas, mientras que el control de plagas agrícolas se lleva a cabo en las rurales, por lo que la exposición puede ser diferente entre las personas que habitan en uno u otro sitio. El objetivo de este estudio fue determinar la diferencia en la actividad de butirilcolinesterasa en sangre entre una población rural y una urbana. De manera voluntaria, participaron en el estudio 120 individuos mayores de 18 años, de los cuales 70 (36 mujeres y 34 hombres) son habitantes de Chilpancingo de los Bravo y 50 (23 mujeres y 27 hombres) de la localidad de Tilapa (Guerrero, México). Se analizó la actividad enzimática sérica de los participantes y se comparó según la localidad de procedencia, sexo, edad, escolaridad y ocupación. La actividad de butirilcolinesterasa estuvo ligeramente disminuida en Tilapa respecto a la de Chilpancingo, con valores promedio de 5041 y 5448 U/L, respectivamente ($p = 0.291$). No hubo una diferencia significativa en la actividad de esta enzima entre ambas poblaciones; sin embargo, es imprescindible fortalecer la investigación sobre la exposición a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa en zonas urbanas y rurales para identificar riesgos potenciales que deban ser atendidos por las autoridades sanitarias y agropecuarias.

Key words: butyrylcholinesterase, poisoning, organophosphate pesticides, carbamates.

ABSTRACT

Human exposure to cholinesterase inhibitor pesticides can vary according to the type and frequency of products used, protective measures, and organisms to be controlled at a given site. Vector-borne disease control programs are carried out mainly in urban

areas, while agricultural pest control is carried out in rural areas, so exposure may be different between the people who live in one place or another. This study aimed to determine the difference in serum butyrylcholinesterase activity from a rural and an urban population. Voluntarily, 120 individuals over 18 years of age participated in the study, of which 70 (36 women and 34 men) are inhabitants of Chilpancingo de Los Bravo, and 50 (23 women and 27 men) from the town of Tilapa (Guerrero, Mexico). Through a blood sample, butyrylcholinesterase was analyzed in the participants and then compared according to locality of origin, sex, age, education, and occupation. Butyrylcholinesterase activity was decreased in Tilapa with respect to Chilpancingo (5041 vs. 5448 U/L, respectively; $p = 0.291$). There was no significant difference in the activity of this enzyme between both populations, however, it is essential to strengthen the research on human exposure to cholinesterase inhibitor pesticides in urban and rural areas to identify potential risks that should be addressed by health authorities and agriculture.

INTRODUCCIÓN

Los organofosforados y carbamatos son los plaguicidas sintéticos más utilizados en la agricultura y el control de artrópodos transmisores de enfermedades (SSA 2015). Son de amplio espectro y afectan el sistema nervioso a través de la inhibición de enzimas de tipo colinesterasas, como la acetilcolinesterasa y la butirilcolinesterasa, las cuales transforman el neurotransmisor acetilcolina (ACh) en colina y acetato. La acumulación de ACh induce la hiperestimulación del sistema nervioso parasimpático, provocando un síndrome colinérgico que puede finalizar en la muerte del individuo (Saborio et al. 2019). La aplicación de estos insecticidas en los campos de cultivo y/o en las ciudades conduce a la exposición humana provocando efectos negativos en la salud, ya que esta enzima se encuentra presente en el organismo como parte de los procesos de comunicación neuronal. Los síntomas pueden variar desde mareos y visión borrosa, hasta temblores de extremidades, convulsiones, pérdida del conocimiento y, en casos más graves, la muerte (Bayrami et al. 2012).

La exposición a estos agentes químicos es variable entre los distintos núcleos de población, ya sean los pertenecientes a zonas rurales o urbanas, a causa de las diferentes necesidades de control de plagas que afectan las actividades y/o la salud de sus habitantes. En las zonas urbanas se llevan a cabo programas de aplicación de insecticidas para el control de artrópodos que transmiten enfermedades (dengue, paludismo, enfermedad de Chagas, alacranismo, entre otras; SSA 2015). Para el control larvario de mosquitos se utilizan formulaciones granulares y concentrados emulsionables de temefos, mientras que el control de mosquitos en su fase adulta se realiza con polvos humectables y soluciones oleosas o emulsionables

de clorpirifos, malatión, pirimifos, bendiocarb y propoxur (CENAPRECE 2019). Dichos plaguicidas tienen función inhibitoria de la enzima colinesterasa. Asimismo, en el medio rural ocurre un contacto aún más estrecho debido al uso en las actividades agrícolas de una amplia gama de plaguicidas (Silveira et al. 2018) que pueden trasladarse a las viviendas a través de las corrientes de aire, agua, alimentos, ropa, calzado, materiales, contenedores y equipos de aspersión. De acuerdo con información oficial, Guerrero ocupó el segundo y cuarto lugar entre los estados mexicanos con más intoxicaciones por plaguicidas durante los años 2019 (321 casos) y 2020 (155 casos), respectivamente (SSA 2020).

Además de las personas expuestas de manera ocupacional, es importante determinar cuáles son las poblaciones que se encuentran en riesgo de intoxicación por el contacto con estas sustancias tóxicas y analizar los factores asociados a dicha exposición. Debe señalarse que no existen mecanismos de protección ni estudios de evaluación de riesgos dirigidos a la población expuesta ambientalmente por la aplicación de plaguicidas en campañas sanitarias y en la agricultura. Por lo anterior, es necesario conocer el grado de exposición humana a través del análisis de biomarcadores fáciles de detectar en el laboratorio. En el presente trabajo se pretenden establecer las diferencias en la actividad de butirilcolinesterasa entre una población rural y una urbana del estado de Guerrero, ubicado en el sur de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La localidad urbana estudiada fue la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, capital política y administrativa del estado de Guerrero, situada en la región

Centro entre las coordenadas geográficas 99° 30' 03.826" W y 17° 33' 05.938" N, a una altitud promedio de 1257 msnm, con una población total de 225 728 habitantes (**Fig. 1**). Por su parte, la localidad rural fue Tilapa, perteneciente al municipio de Malinaltepec de la región denominada Montaña, ubicada entre las coordenadas geográficas 98° 44' 56.363" W y 17° 02' 57.031" N, con altitud promedio de 1146 msnm y una población de 521 habitantes (INEGI 2020; **Fig. 1**). Las actividades agrícolas llevadas a cabo en dicha localidad son la siembra de plantas de café, plátano, cítricos y maíz, con ciclos de aplicación de plaguicidas organofosforados y carbamatos (paratión, metilparatión, malatión, dimetoato, aldicarb, carbofuran, propoxur y carbaril).

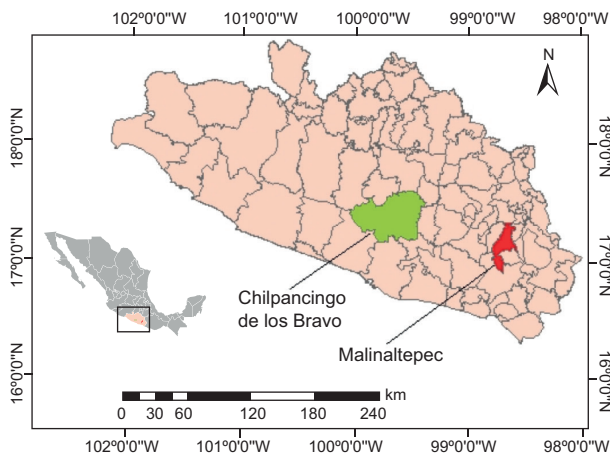


Fig. 1. Localización de los sitios de estudio.

Se invitó a participar en el estudio a personas que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: habitantes pertenecientes a la localidad de Chilpancingo y Tilapa (Guerrero, México), mayores de edad, de ambos sexos, sanos y no expuestos ocupacionalmente a plaguicidas. Se excluyeron aquellas personas que no tenían una residencia permanente en los sitios estudiados, así como el hecho de tener enfermedades crónicas o que se encontraran en algún tratamiento farmacológico. Se les aplicó una encuesta para documentar su estado de salud, ocupación laboral, escolaridad y uso de medicamentos. Finalmente, los participantes firmaron una carta de consentimiento informado.

La población de estudio estuvo conformada por 120 personas: 70 procedentes de la ciudad de Chilpancingo de los Bravo (femenino = 36, masculino = 34) y 50 de la localidad de Tilapa (femenino = 23, masculino = 27). La edad promedio de los individuos

estudiados fue de 34.4 y 37.9 años para las localidades urbana y rural, respectivamente, con un rango de 18 a 65 años en ambos sitios. La mayoría de los participantes de Chilpancingo cuenta con estudios de preparatoria o estudios superiores mientras que el 34.0 % de habitantes de Tilapa tiene estudios de primaria y el 31.9 % concluyó la licenciatura (**Cuadro I**).

CUADRO I. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.

Variable	Descripción	Porcentaje	
		Urbana	Rural
Sexo	Femenino	51.5	46.8
	Masculino	48.5	53.2
Grupos de edad	18-35 años	57.6	53.2
	36-63 años	42.4	46.8
Escolaridad	Sin estudios	0.0	4.3
	Primaria	0.0	34.0
	Secundaria	6.1	12.8
	Bachillerato	25.8	17.0
	Licenciatura	39.4	31.9
	Posgrado	28.8	0.0
Ocupación	Ama de casa	6.1	36.2
	Estudiante	31.8	10.6
	Empleado	28.8	34.0
	Profesionista	33.3	19.1

La recolección de la muestra de sangre venosa fue realizada mediante el sistema de toma al vacío Vacutainer (Becton Dickinson, México) y depositada en tubos rojos sin anticoagulante con capacidad de 2.9 mL. Las muestras fueron centrifugadas durante 5 min a 3200 rpm y se separó la fracción del suero para su análisis. La determinación de la actividad de la enzima butirilcolinesterasa se llevó a cabo por el método cinético de la butirilticolina (Wiener Lab, Argentina) con una lectura en un espectrofotómetro NanoDrop 2000 (Thermo Scientific, USA) a una longitud de onda de 405 nm. Los resultados fueron expresados en U/L (unidades por litro).

Se compararon los promedios de la actividad de butirilcolinesterasa entre los habitantes de ambas regiones de acuerdo con el sexo (femenino vs masculino) y grupos de edad (18-35 años [adultos jóvenes] vs. 36-63 años [adultos maduros]) mediante la aplicación de la prueba t de Student. También se realizaron comparaciones de la actividad de la enzima entre los distintos grados de escolaridad y

tipos de ocupación de los participantes del estudio a través de un análisis de varianza. Los datos del análisis enzimático y la encuesta fueron procesados estadísticamente con el programa SPSS, v. 23 (IBM, USA). Las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con un nivel de confianza de 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad de butirilcolinesterasa fue similar entre mujeres y hombres ($p > 0.05$) en ambas zonas (urbana: mujeres = 5463 U/L, hombres = 5429 U/L; rural: mujeres 5067 U/L, hombres = 5018 U/L; **Cuadro II**). Entre los grupos de edad, los individuos clasificados como adultos jóvenes tuvieron menor actividad de la enzima que los adultos maduros/mayores (urbana: jóvenes = 5192 U/L, maduros/mayores = 5793 U/L; rural: jóvenes = 4993 U/L, maduros/mayores = 5096 U/L). No obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

En la comparación de medias de la actividad de butirilcolinesterasa entre los distintos grados de escolaridad, la actividad de la enzima fue significativamente menor en las personas de la zona rural que cuentan con educación secundaria (4126 U/L)

con relación a aquellas que poseen estudios de bachillerato (6603 U/L; $p < 0.05$). Otra diferencia significativa se observó entre quienes tienen los niveles de bachillerato y licenciatura, debido a que en los primeros la actividad de la enzima fue superior a la de los segundos (bachillerato = 6603 U/L, licenciatura = 4384 U/L, $p = 0.006$; **Cuadro II**). Por otro lado, entre los habitantes de la zona urbana la actividad de butirilcolinesterasa no mostró diferencias estadísticamente significativas según la escolaridad.

El valor promedio de la actividad de butirilcolinesterasa fue prácticamente igual entre los diferentes tipos de ocupación ($p > 0.05$; **Cuadro II**). Los grupos de amas de casa, profesionistas y empleados de la localidad rural tuvieron actividades enzimáticas más bajas que los demás grupos, con 5051, 5271 y 4122 U/L, respectivamente, mientras que los estudiantes presentaron actividades de butirilcolinesterasa superiores (5931 U/L). Lo anterior puede deberse a que las primeras tienen mayor contacto con algunos productos domésticos utilizados para el control de plagas y vectores de enfermedades, así como superficies tratadas y prendas contaminadas. Del mismo modo, los profesionistas y empleados pueden tener distintas actividades que facilitan el contacto con los productos inhibidores de la colinesterasa. Se ha comprobado el efecto de los plaguicidas sobre la actividad enzimática en el ámbito de la exposición ocupacional. Tibisay et al. (2017) encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) en la actividad promedio de butirilcolinesterasa en trabajadores expuestos (3529 U/L) y no expuestos (5764 U/L) a mezclas de plaguicidas, en Urdaneta (Lara, Venezuela). Cabe mencionar que la regulación sanitaria en México no especifica intervalos de referencia de butirilcolinesterasa para la evaluación de riesgos de intoxicaciones en personal ocupacionalmente expuesto a plaguicidas; sin embargo, indica que la actividad enzimática del personal no debe ser menor al 70 % de los niveles basales individuales antes de la exposición (SSA 2012).

La actividad enzimática promedio de los habitantes en la ciudad de Chilpancingo fue de 5448 U/L, mientras que en la localidad de Tilapa fue menor (5041 U/L; **Fig. 2**). La diferencia entre dichas actividades no fue estadísticamente significativa ($p = 0.291$); sin embargo, los resultados muestran una tendencia a la baja de la actividad de la enzima en la población rural.

Además, existieron algunas diferencias entre los habitantes de la población rural cuando fueron agrupados por escolaridad y ocupación, mientras que en la localidad urbana se observaron actividades enzimáticas similares entre los grupos. En la literatura

CUADRO II. PROMEDIO DE BUTIRILCOLINESTERASA (UNIDADES POR LITRO) ENTRE LAS DIFERENTES VARIABLES DE ESTUDIO.

Variable	Descripción	Butirilcolinesterasa	
		Población urbana	Población rural
Sexo	Femenino	5463	5067
	Masculino	5429	5018
Grupos de edad	18-35 años	5192	4993
	36-63 años	5793	5096
Escolaridad	Sin estudios	—	5167
	Primaria	—	5205
	Secundaria	4383	4126*
	Bachillerato	5610	6603*
	Licenciatura	5374	4384*
	Posgrado	5626	—
Ocupación	Ama de casa	5827	5051
	Estudiante	5222	5931
	Empleado	5242	5271
	Profesionista	5771	4122

* $p < 0.05$ en la prueba t de Student entre habitantes de la población rural (secundaria vs. bachillerato, bachillerato vs. licenciatura).

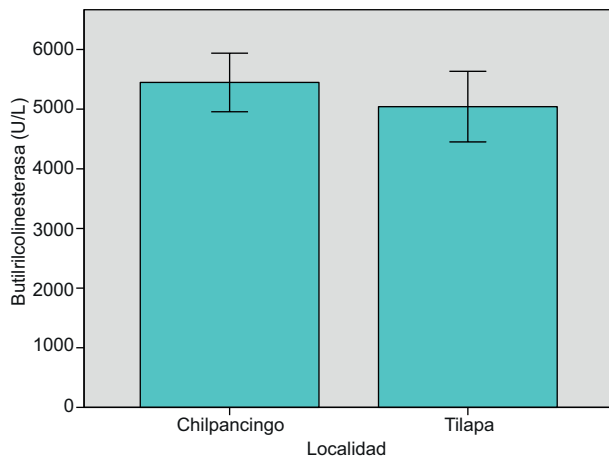


Fig. 2. Actividad promedio de butirilcolinesterasa en unidades por litro (U/L) en Chilpancingo de los Bravo (localidad urbana) y Tilapa (localidad rural) con intervalos de confianza de 95 %.

científica no se encuentran documentados estudios de comparación de actividades enzimáticas entre poblaciones urbanas y rurales. En un estudio piloto realizado por Bernal-Hernández et al. (2017) se evaluó la actividad de butirilcolinesterasa en individuos de varios estados de México no expuestos ocupacionalmente a compuestos anticolinesterásicos, pero no clasificados según la localidad de procedencia. Por otro lado, Chávez-Almazán et al. (2019) encontraron una actividad promedio de butirilcolinesterasa de 5119 U/L en habitantes de Acapulco, Guerrero, México, similar a la obtenida en la presente investigación. No obstante, en dicho estudio no fue posible realizar la comparación con datos de alguna localidad rural de referencia. Por lo anterior, es necesario generar mayor cantidad de evidencia científica relacionada con esta problemática para determinar si existe algún riesgo y/o vulnerabilidad por exposición a plaguicidas en las zonas rurales.

CONCLUSIONES

En este trabajo se encontró una tendencia a la disminución en la actividad de la enzima butirilcolinesterasa en la localidad de Tilapa en comparación con los individuos de la capital del estado de Guerrero. Las actividades agrícolas llevadas a cabo en las poblaciones rurales implican el uso de una amplia variedad de plaguicidas con efectos tóxicos a corto y largo plazo. Es posible que exista una falta de capacitación para el manejo apropiado y seguro de los productos, lo que provoca un contacto permanente

con éstos de los trabajadores del campo, así como sus familiares directos. La exposición inadvertida de estas personas se produce mediante el contacto con las prendas de vestir, los utensilios y mezclas de los productos que son llevados a casa por los trabajadores. Otra vía de entrada es la inhalación de tóxicos provenientes de los campos de cultivo una vez que son volatilizados por la acción de la luz solar, afectando a la población general. La disminución de la actividad enzimática observada en este trabajo no es contundente, pero puede servir como antecedente para estudios futuros que incluyan un mayor número de individuos y localidades. También es necesario fortalecer la investigación sobre el efecto de este tipo de contaminantes ambientales en poblaciones no expuestas de manera ocupacional, con especial atención a sitios que tengan algún grado de marginación social, para diseñar políticas públicas de protección contra los riesgos sanitarios relacionados con estos productos químicos.

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes en el estudio que generosamente donaron su muestra sanguínea para esta investigación. A la Dra. Ma. Elena Moreno Godínez y al Dr. Marco Antonio Ramírez Vargas por su asesoría técnica y científica. D. Garibo agradece al proyecto No. 1073 del programa CONACyT, Investigadoras e Investigadores por México.

REFERENCIAS

- Bayrami M., Hashemi T., Malekiran A.A., Ashayeri H., Faraji F. y Abdollahi M. (2012). Electroencephalogram, cognitive state, psychological disorders, clinical symptom, and oxidative stress in horticulture farmers exposed to organophosphate pesticides. *Toxicology and Industrial Health* 28 (1), 90-96. <https://doi.org/10.1177/0748233711407243>
- Bernal-Hernández Y., Aguilera-Márquez D., Grajeda-Cota P., Toledo-Ibarra G., Moreno-Godínez M., Perera-Ríos J., Urióstegui-Acosta M., Rojas-García A., Medina-Díaz I., Barrón-Vivanco B. y González-Arias C. (2017). Actividad acetilcolinesterasa (AChE) y butirilcolinesterasa (BuChE) en poblaciones mexicanas: estudio piloto. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 34, 25-32. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.ESP02.02>
- CENAPRECE (2019). Lista de productos recomendados por el CENAPRECE para el combate de los insectos

- vectores. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades [en línea]. <https://www.gob.mx/salud/cenaprece/documentos/lista-de-insumos-recomendados-por-el-cenaprece> 22/06/2019
- Chávez-Almazán L.A., Bibiano W., Camacho J.A. y Díaz J.A. (2019). Variación de los niveles de butirilcolinesterasa de una población mexicana en distintos periodos de control de *Aedes* spp. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 35 (2), 495-499. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.19>
- INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER). Instituto Nacional de Estadística y Geografía [en línea]. https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos 15/07/2021
- Saborío-Cervantes I.E., Mora-Valverde M. y Durán-Monge M.P. (2019). Intoxicación por organofosforados. *Medicina Legal de Costa Rica* 36 (1), 110-117.
- Silveira-Gramont M., Aldana-Madrid M., Piri-Santana J., Valenzuela-Quintanar A., Jasa-Silveira G. y Rodríguez-Olibarría 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. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.01>
- SSA (2012). Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011. Salud ambiental – Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas. Secretaría de Salud. *Diario Oficial de la Federación*, México, 29 de febrero.
- SSA (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014. Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Secretaría de Salud. *Diario Oficial de la Federación*, México. 6 de abril.
- SSA (2020). Boletín epidemiológico. Secretaría de Salud [en línea]. <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-231750> 20/03/2021
- Tibisay M., Aular Y., Bolaños A., Fernández Y., Barrios E. y Mai-Lyng H. (2017). Actividad de butirilcolinesterasa y micronúcleos en trabajadores agrícolas expuestos a mezclas de plaguicidas. *Salud de los Trabajadores* 25 (1), 23-36.