
Detección significativa de plaguicidas en agricultores, frutos, y suelos del Alto y Bajo Piura

E. Guerra⁴, A. Gutiérrez², P. Tongo³, F. Guzman⁴, M. Jiménez⁴ y H. Chávez⁵

¹Profesora Honoraria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura – AMYDE.

²Profesor de la Facultad de Medicina Humana de la UNP.

³Profesor de la escuela de Pos Grado – Ingeniería Ambiental de la UNP – AMYDE.

⁴Directiva de ONG Ambiente y Desarrollo – AMYDE.

⁵Investigador de la Fac. Medicina Humana - UNP

Resumen

Se estableció un primer registro toxicológico en valles del Alto y Bajo Piura como Línea Base de datos obtenidos en encuestas aplicadas a una muestra de población agrícola. Se obtuvieron datos como edad, género, grado de instrucción, ocupación, uso de plaguicidas, almacenamiento, descarte de envases, indumentaria, actividad después de fumigar; efectos muscarínico, nicotínico y neurológico; especies cultivadas frecuentes, tipo de alimentación, fuente de agua, crianza de animales, antecedentes de salud, y necesidad de un Centro Toxicológico para humanos en la zona. En frutos y suelos, se analizó la concentración de 267 plaguicidas químicos por el método de Cromatografía de Gases. Se determinó la concentración de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en la sangre, tomando valores de referencia normales que oscilaron entre 5,500 y 13,400 U/l. Los resultados mostraron que el 95% de agricultores del Alto Piura, alcanzaron valores entre 10,000 y 11,000 U/l, dentro del rango normal; mientras que en el Bajo Piura ningún agricultor alcanzó 10,000 U/l y más del 50% tuvo niveles por debajo de lo normal. En frutos de mango y suelos del Alto Piura no se registró plaguicidas debido a que se producen bajo el sistema de agricultura orgánica. En frutos de tomate del Bajo Piura, la concentración de S-S8 alcanzó 0,89 mg/kg; asimismo, el suelo registró 37,61 mg/kg de S-S8, 0,11 mg/kg de DDT-pp y 0,03 mg/kg de Clorpirifos. Bajos valores de la AChE en sangre y concentraciones de plaguicidas en frutos y suelos del valle Bajo Piura, son consecuencia de la exposición y contaminación por plaguicidas.

Palabras clave: Población agrícola, acetilcolinesterasa, sangre, plaguicida, residuos de plaguicidas, efectos muscarínicos, efectos nicotínicos, efectos neurológicos, agricultura orgánica.

Significant detection of plaguicides in farmers, fruits, and soils of the High Piura and Low Piura valleys

Abstract

The first toxicological record in High and Low Piura valleys as a Line Data Base obtained in polls applied to a sample of agricultural population was established. There were obtained data of age, genre, grade instruction, occupation, use of plaguicides, storage, discarding of packings, clothing, activity after fumigating; muscarinic, nicotinic and neurological effects; frequently cultivated species, type of feeding, source of water, animals breeding, health precedents, and need of a Center for Human Toxicology in the zone. In fruits and soils, there was analyzed the concentration of 267 chemical plaguicides by the Gas chromatography method. The concentration of the enzyme

¹Autor para correspondencia, E-mail: eddaguerra2005@yahoo.es

acetylcholinesterase (AChE) in the blood was determined, taking normal reference values that ranged between 5,500 and 13,400 U/l. The results showed that 95 % of the High Piura farmers, reached values between 10, 000 and 11, 000 U/l, within the normal range; whereas in Low Piura no farmer reached 10,000 U/l and more than 50 % had levels below the normal range. High Piura mango fruits and soils did not register plaguicides because of are produced under organic farming system. Low Piura tomato fruits, reached a concentration of 0, 89 mg/kg S-S8; also, the soil registered 37, 61 mg/kg of S-S8, 0, 11 mg/kg of DDT-pp and 0, 03 mg/kg of Chlorpyrifos. The low values of the AChE in the blood of farmers and the concentrations of plaguicides registered in fruits and in soils of Low Piura valley are a consequence of the exposition to and contamination by plaguicides.

Key words: *Agricultural population, acetilcolynesterase, blood, plaguicide, plaguicides residues, muscarinic effects, nicotinic effects, neurological effects, organic farming.*

Introducción

Es conocido que el uso intensivo de plaguicidas ocasiona daños en la salud de la población expuesta, a corto y largo plazo, así como contaminación del aire, suelo y aguas. El sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico son afectados por exposición a plaguicidas de los tipos organoclorados, organofosforados, carbamatos, biperidilos, clorofenoles y fenoxiácidos. Otros plaguicidas como las piretrinas son alergizantes y las triazinas pueden alterar el funcionamiento adrenal (De la Iglesia y Delgado, 2000).

Ante la presencia de un plaguicida, se genera como respuesta positiva en el organismo la enzima acetilcolinesterasa, la cual se acopla a la acetilcolina (ACh) - localizada en las uniones sinápticas y que actúa como transmisor químico en el sistema nervioso central - limitando el efecto toxico. Por consiguiente, los niveles de AChE detectados en sangre circulante revelan la exposición de un individuo a un determinado plaguicida. Cuando se acumula la ACh en las sinapsis nerviosas se producen los denominados efectos muscarínicos y cuando tienen lugar en la placa motora, efectos nicotínicos. En el caso de los plaguicidas organofosforados (OP), la vía de entrada es la absorción dérmica y los efectos de intoxicación aparecen 1-3 horas, pudiendo retenerse en el tejido adiposo.

La sudoración, pupilas puntiformes o miosis, salivación, lagrimeo, broncoconstricción e hipersecreción bronquial, espasmos abdominales con vómitos, diarrea y bradicardia son manifestaciones de los efectos muscarínicos. La taquicardia, temblor muscular, contracción del diafragma y músculos respiratorios son efectos nicotínicos. En el caso de cefaleas, cansancio ligero, vértigo, ansiedad, confusión, convulsiones, depresión del centro respiratorio y coma, se consideran manifestaciones neurológicas del sistema nervioso central (SNC).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el beneficio de la agricultura orgánica en agricultores del valle del Alto Piura frente a la agricultura tradicional desarrollada en valle del Bajo Piura, en el que además, los jóvenes realizan tareas como fumigaciones, en ocasiones 03 semanales. Los frutos analizados fueron escogidos en base a la importancia y representatividad, como es el caso del mango en el Alto Piura con demanda de exportación y, en el Bajo Piura se escogió el tomate. Finalmente, en base a los resultados el suelo demostraría la persistencia y riesgo del entorno o ambiente, que recibe año tras año los residuos de plaguicidas y/o agroquímicos utilizados en campañas tanto agrícolas como sanitarias desde tiempo atrás. Cuatro son las razones que nos motivaron en esta investigación (i) Los agroquímicos y dentro de ellos los plaguicidas, (ii) la seguridad de los alimentos en vías de exportación, (iii) el

aspecto cultural o cambio de hábitos asociándose y buscando acreditarse como productores ecológicos y (iv) establecer una Línea Base de datos necesaria por ser los existentes muy dispersos y heterogéneos.

Material y métodos

Lugares y periodo de ejecución. - El presente trabajo se realizó en los valles del Alto Piura, en 02 localidades: (i) Palo Blanco, ubicada a 204 m de altura y georeferenciada con GPS GARMIN modelo eTrex Summit, en 17M 0601076 y UTM 9441332, y (ii) Chapika-Campana ubicada a 178 m de altura, y con coordenadas 17M 0600257 y UTM 9441510. El periodo de ejecución fue de 01 año entre diciembre 2 005 y marzo del 2007.

Encuestas de agricultores.- En el Alto Piura, se encuestaron 61 personas y 44 en el Bajo Piura. Se obtuvieron datos de edad, género, grado de instrucción, ocupación, uso de plaguicidas, almacenamiento, descarte de envases, indumentaria, actividad después de fumar; efectos muscarínico, nicotínico y neurológico; especies cultivadas frecuentes, tipo de alimentación, fuente de agua, crianza de animales, antecedentes de salud, y necesidad de un Centro Toxicológico para humanos en la zona.

Toma de muestras clínicas.- Para la toma de muestras, se les extrajo 05 ml de muestra de sangre de la vena, con ayuda de una aguja hipodérmica conectada a un tubo de vacío, rotulado con el Código del Registro de la Ficha médica de cada paciente, para evitar interpretar *a priori* resultados al conocer el paciente. El total de muestras tomadas fueron 54 en el Alto Piura y 50 en el Bajo Piura.

Determinación de los niveles de acetilcolinesterasa.- Se evaluó la AChE cuyos parámetros se consideraron entre 5,500 y 13,400 U/l para niños, hombres y mujeres mayores de 40 años; entre 4,400-11,700 U/l para mujeres entre 16 y 39 años no embarazadas y que no toman anticonceptivos y de 3,800 a 9,500 U/l para mujeres entre 18 y

41 años embarazadas o que toman anticonceptivos orales. Pese a que gran parte de ellos nunca había sido sometidos a análisis de sangre ni evaluación médica, todos firmaron una carta de aceptación voluntaria. El nivel de la enzima colinesterasa se determinó en plasma por el método cinético a 405 nm en una reacción por 3 minutos efectuados en los laboratorios LARESA. El resultado determinó el grado de toxicidad o exposición frente a un plaguicida (McConnell *et al.*, 1999).

Toma de muestras de frutos y suelos.- En el Alto Piura, de 02 parcelas conducidas bajo el régimen de agricultura orgánica certificada, se recolectó 01 kg de fruta mango var. Edward en la localidad de “Palo Blanco” y 01 kg de fruta mango var. Criollo Chulucanas en la localidad de Chapika - Campanas. En el Bajo Piura, la muestras de 01 kg de frutos de tomate y 01 kg de suelo se tomaron en la localidad de Narihualá. Posteriormente, las mencionadas muestras se colocaron en bolsas plásticas, rotuladas y se llevaron a laboratorio CESMEC SAC donde se conservaron en refrigeración hasta ser analizadas.

Determinación de la concentración de plaguicidas en frutos y suelo.- Se hicieron bajo la Norma ISO 17025, que asume protocolos de certificación de calidad para frutas y hortalizas. Se siguió el “Método Múltiple Modular” para la determinación de residuos de pesticidas en frutas y hortalizas, usando la detección por Cromatografía de Gases con Detector de Espectrometría de Masas (GC/MS) con sensibilidad hasta de 10 ppb (0,01 mg/kg) (Sovoleba y Ambrus, 2004). Se analizó la presencia de 267 plaguicidas entre organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, triazinas y organometálicos (Bev-Lorraine y Dreisbach, 2003).

Resultados

Encuestas para el Estudio de Línea Base

Edad.- En el Alto Piura, la edad mayoritaria de las personas muestreadas varió de 46 a 60 años, mientras que en el Bajo Piura mostraron

que el rango mayoritario estaba entre los 31 y 45. (Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Correlación del Rangos de edades.

Rango de edades (años)	Encuestados por Zona		Total
	Alto Piura	Bajo Piura	
18-30	12	11	23
31-45	16	20	36
46-60	20	8	28
>61	13	5	18
Total	61	44	105

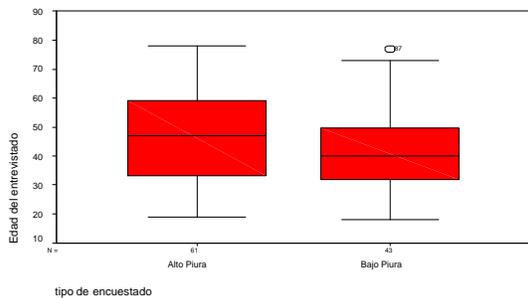


Fig. 1: Rangos de edades de agricultores de los valles del Alto y Bajo Piura. Nótese que el envejecimiento es prematuro en el Bajo Piura.

Género.- Se muestra en la Cuadro 2, la conveniencia para el género femenino, de la práctica de la agricultura orgánica, como puede observarse en el Alto Piura

Cuadro 2. Correlación de género entre agricultores de los valles del Alto y Bajo Piura.

Zonas	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
Alto Piura	36	25	61
Bajo Piura	42	2	44
Total	78 (74,3%)	27 (25,7%)	105

Plaguicidas.- Con referencia al lugar de almacenamiento, denotaron desconocer el grado de peligrosidad de un envase vacío de plaguicida, al manifestar el 37% que lo guardaba en casa y el 63% fuera de ella. 48% de los encuestados desechan los envases, pero preocupa que el 8% lo reutiliza, y un 6% lo guarda (Fig. 2). En cuanto a la indumentaria especial que se debe usar durante las fumigaciones, el 77.1% de los agricultores encuestados manifestaron utilizar ropa de uso diario (Fig. 3).

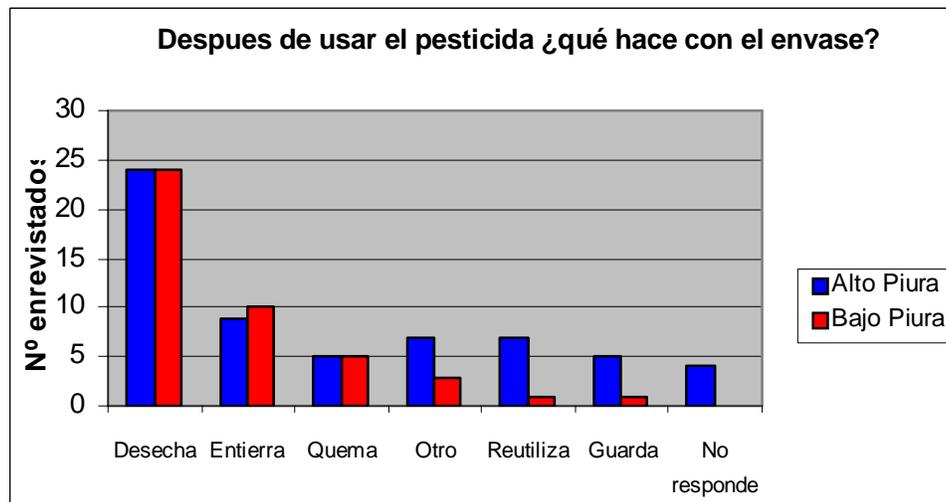


Fig. 2. Destino que le dan los agricultores a los envases usados

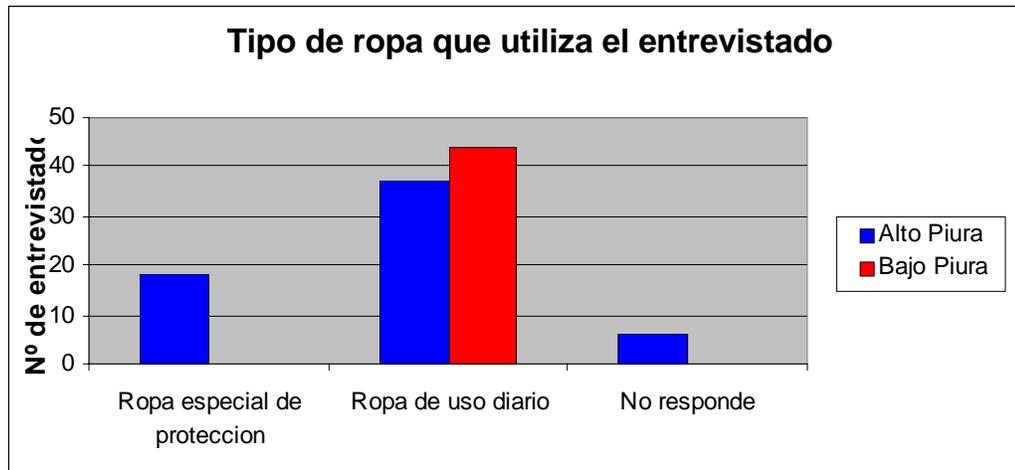


Fig. 3. Tipo de ropa usada durante la fumigación

Efectos muscarínicos.- Se registraron 23 casos de agricultores afectados en el Alto Piura y 16 en el Bajo Piura, siendo la hiperhidrosis la afección muscarínica de mayor incidencia, siguiendo la disuria y visión borrosa con 19 y 14 casos manifestados, respectivamente. Otras afecciones como ojo rojo, nauseas y cólicos, reportadas en menor número de casos demostrarían los efectos adversos de aplicación de un plaguicida.

Efectos nicotínicos: Los de mayor incidencia fueron las cefaleas y mareos, siguiéndoles el dolor de huesos, los calambres y la debilidad general, tanto para el Alto como para el Bajo Piura.

Efectos neurológicos.- 23 encuestados manifestaron padecer de temblor de manos y 23 de somnolencias seguidos de 10 casos de depresión.

Niveles de AchE encontrados en sangre.- En el Alto Piura, de 54 agricultores, sólo un agricultor varón, tenía niveles por debajo de lo normal, lo que representa un 0,5% de la población muestreada. En el caso del Bajo Piura, un 46% presentó niveles de acetilcolinesterasa por debajo del límite normal, ninguno alcanzó el rango de 10,000 U/L. Los niveles numéricamente son mucho más bajos que los del Alto Piura, no alcanzando los 9,000 U/l. (Fig. 4 y 5)

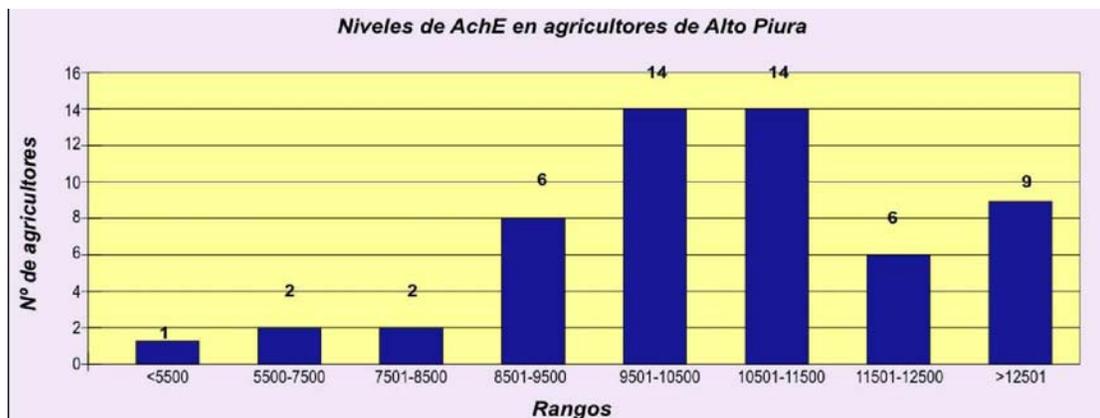


Fig. 4. Niveles de AChE (U/l) en Alto Piura

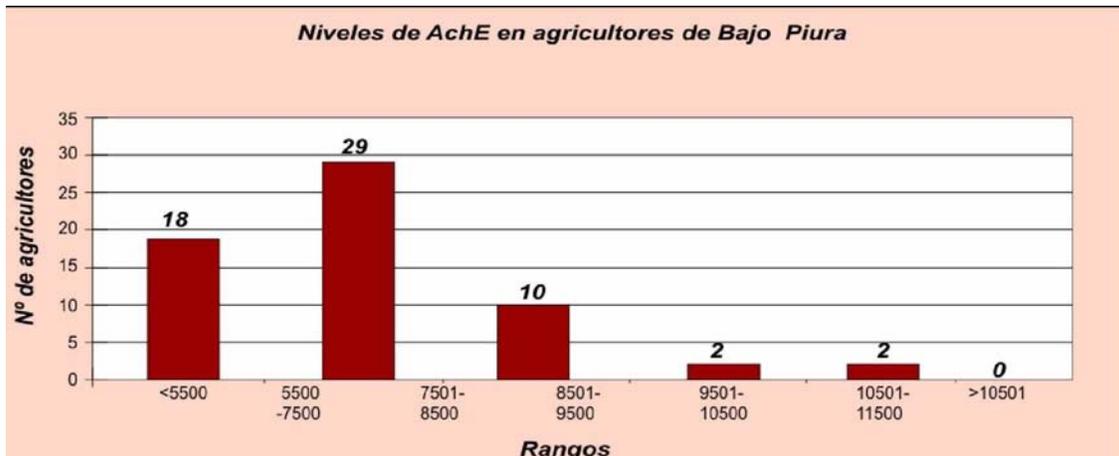


Fig. 5. Niveles de AChE (U/l) en Bajo Piura

Niveles de plaguicidas en frutos. En el Alto Piura, frutos de mango analizados no reportaron trazas de residuos para ningún de los 267 pesticidas analizados. Contrariamente, se registró 0,89 mg/kg de azufre S8 en fruta de tomate procedente del Bajo Piura.

Niveles de plaguicidas en el suelo. En suelos de Narihualá en parcelas de tomate, se reportó 0,03 mg/kg, de Clorpirifos, órgano fosforado de contacto 0,0 dietil-0-(3,5,6-Trichlor-2-piridylthiofosfato). También se reporta 0,11 mg/kg de DDT-pp, órgano clorado, (metabolito de DDT), por encima de 0,01 mg/kg, límite de determinación, que demostraría una alta persistencia de este producto que se ha indagado no se aplica actualmente.



Fig. 7. Residuos de Azufre S8



Fig. 6. Plaguicidas en casa-Bajo Piura



Fig. 9 Cultivo tomate- Narihualá

Discusión

Existió una indiferencia inicial a la participación para encuestas y capacitación en el caso del Bajo Piura debida posiblemente a la falta de este tipo de eventos, a diferencia del Alto Piura, donde a través de asociaciones y sector agrario estatal se capacitan en

agricultura orgánica. Otro punto a considerar al margen de la idiosincrasia del poblador, es el hecho de ser o no propietario de la tierra y poder elegir el tipo de agricultura, con libertad y conveniencia para su desarrollo económico, salud integral y conservación de un entorno sano, así como la estabilidad genética para las generaciones futuras. Por otro lado, la agricultura orgánica brinda oportunidad de trabajo a la mujer. Estamos satisfechos de haber obtenido en base a las encuestas una serie de datos que pueden ser una base interesante y de mucha utilidad para programar paquetes tecnológicos, capacitaciones y subsanar deficiencias en conocimiento de preparación de alimentos y cuidados de salud y otros que sería inadecuado tratarlos en este momento. Se ha conseguido la Línea Base de datos y la tenemos a disposición. Los niveles altos de la AChE, en agricultores del Alto Piura frente a los niveles más bajos de los agricultores del Bajo Piura, apoya nuestro planteamiento inicial y concuerda con los resultados obtenidos por Alles y Harves (1940), Hoppin *et al.*, (2002) y Chambers y Oppenheimer (2004). El agricultor del Alto Piura que tenía niveles por debajo de lo normal, había ingresado hacia poco tiempo a la Asociación de Productores Ecológicos. (APE). Los bajos niveles de AChE en sangre de agricultores del Bajo Piura se deben a la continua exposición de plaguicidas mediante fumigaciones interdiarias que manifestaron efectuar. La falta de indumentaria especial para la protección al fumar obedecía a que el contratante no lo proporcionaba y tampoco pagaba un seguro médico, obviando las recomendaciones aconsejadas por FAO (2001).

Se conoció de casos de intoxicaciones en las que ellos mismos afrontaron sus propios gastos de atención. La mayor parte de agricultores del Alto Piura demostraron conocer en parte los riesgos de los plaguicidas, en contraste con los agricultores del Bajo Piura, quienes no tomaban como un riesgo la actividad de fumar, llegando algunos pocos a no considerarlo riesgoso y

manifestando incluso que las intoxicaciones se producían por debilidad o falta de conocimiento para la preparación de las dosis. Revelaron un total desconocimiento de los requerimientos estipulados para la seguridad de un agricultor (FAO, 2002), lo que evidencia la necesidad de una prolongada capacitación.

Abordamos con preocupación el tema de los denominados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) o Plaguicidas Orgánicos Persistentes (POPs), por encontrarse dentro de ellos, el DDT (RAAA, 2002). Nuestro país no contempla la protección efectiva del agricultor tradicional que habitan en zonas rurales, no se dan campañas educativas para crear conciencia, ni se realiza la difusión pública de los problemas ambientales y sanitarios de POPs, que podría favorecer a las mujeres de la población rural (RAAA 2002; Paz y Miño, 2002). Los niveles de residuos de DDT-pp encontrados en suelos del Bajo Piura y que superan el límite de determinación, demuestra la alta persistencia de este plaguicida que ya no se aplica, habiéndose indagado en DIGESA hasta 05 años atrás.

Desconocemos si los agricultores adquieren plaguicidas sin ningún control, pero, hemos comprobado que guardan pequeñas cantidades de plaguicidas variados en botellas de aceite de cocina o de bebidas gaseosas, dentro de la propia casa. El CDC refiere que los niños son más susceptibles a la exposición a los plaguicidas porque respiran más aire que los adultos, juegan en el suelo y pasan sus vidas alrededor de 2 pies del suelo (60 cm), donde los plaguicidas tienden a permanecer (Salameh, *et al.*, 2003).

Otro problema observado, es la mezcla de plaguicidas o cócteles que afectan más peligrosamente su salud y/o su estabilidad genética (Paz y Miño, 2002). Especial atención debe proporcionarse a las embarazadas de la zona, se reportan casos en Brasil, con niveles de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa más bajos en mujeres embarazadas del área agrícola

4.7±0.9 U/ml que en las de zona urbana (Levario-Carrillo *et al.*, 2002). Finalmente, la desnutrición y los ayunos prolongados liberan rápidamente grasas, lo que demuestra el alto riesgo de consumo al torrente sanguíneo desde el tejido adiposo donde se acumulan las sustancias tóxicas asociadas (Carmona-Fonseca *et. al.*, 2000). El fungicida Oncol (Benfucarb), considerado de toxicidad Alta (A), es almacenado en casas en el Bajo Piura, como puede verse en la Foto 2.

Agradecimientos

Gracias al apoyo del CONCYTEC fue posible desarrollar el proyecto: "Evaluación del impacto ambiental de pesticidas en pobladores que practican agricultura convencional en el Bajo Piura y los que desarrollan agricultura orgánica en el Alto Piura", entre los años 2005 y 2007.

Al Dr. Manuel Purizaca vicerrector de la Universidad Nacional de Piura, también al Dr. Carlos Holguín y al biólogo Miguel Castro de Laboratorios LARESA Piura. Finalmente agradecemos a cada uno de los miembros de la ONG AMYDE, quienes tuvieron que enfrentar en varias ocasiones condiciones climáticas adversas y peligrosas durante la toma de muestras y desarrollo de los talleres de capacitación.

Referencias Bibliográficas

Alles G. and Hawes, R. 1940. Cholinesterase in the blood of man. *J Biol. Chem.* 133:375-90.

Bev-Lorraine T. y Dreisbach, R. 2003. Manual de toxicología clínica de Dreisbach: Prevención, diagnóstico y tratamiento. 7^a ed. México D.F. Ed. Manual Moderno. 559 pp.

Carmona-Fonseca, J., S. Henao, Garcés, R. 2000. Valores de referencia de actividad colinesterásica sanguínea en población laboral activa no expuesta a plaguicidas inhibidores de colinesterasa. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública.* 18(2): 55-72.

De la Iglesia A. y Delgado, P. 2000. Plaguicidas: Neurotoxicidad y vigilancia de la salud. (8): 4-14.

FAO. 2001. Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticides application equipment. Roma.

FAO. 2002. Manual sobre desarrollo y empleo de las especificaciones de la FAO y de la OMS para plaguicidas. Primera edición FAO. Roma.

Hoppin J. 2002. Chemical Predictors of Wheeze among Farmer Pesticide Applicators. In: *The Agricultural Health Study.* *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 165: 683-689.

Chambers, J. y Oppenheimer, S. 2004. Toxicological Highlight Organophosphates, serine esterase inhibition and modeling of organophosphate toxicity. *U.S. Tox. Sci.* 77:185-187.

McConell R., F. Pacheco, K. Wahlberg, W. Klain, O. Malespin, R. Magnotti, M. Akerblom and Murray, D. 1999. Subclinical health effects of environmental pesticide contamination in a developing country cholinesterase depression in children. Academic Press. USA.

Levario-Carrillo, M. Chávez-Corral, D. Ramos-Martinez, E., Solis, F., González-Horta, C. y Sanin, L. H. **2002.** Exposición de mujeres a plaguicidas organofosforados durante el embarazo y alteraciones en la placenta. *Rev. Brasileira de Toxicol,* 15(2): 79-85.

Paz-y-Miño C. 2002. Cytogenetic monitoring in a population occupationally exposed to pesticides in Ecuador. *Environ. Health Perspect.* 110:1077-1080.

RAAA. 2002. Propuesta participativa para el fortalecimiento de políticas y marco normativo sobre plaguicidas químicos en el Perú. Prog. APGEP-SENREM.- USAID-CONAM. Lima.

Salameh P. 2003. Respiratory symptoms in children and exposure to pesticides. *Eur. Respir. J.* 22: 507–512.

Soboleva E. y Ambrus, A. 2004. Aplicación del ensayo de idoneidad del sistema para garantizar la calidad y optimizar el rendimiento de un sistema de cromatografía de gases para el análisis de residuos de plaguicidas, *J. Chromatogr. A.* 1027: 55-65.