

ARTÍCULO ORIGINAL/ORIGINAL ARTICLE

CONFLICTO DE INTERESES:  
LOS AUTORES DECLARAN QUE NO EXISTE  
CONFLICTO DE INTERESES.

1. Laboratorio de Endocrinología y Biomarcadores, Instituto de Servicios de Laboratorios de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELDIS) – FCFB – UMSA, La Paz - Bolivia.
2. Rector Universidad Andina Simón Bolívar – Quito-Ecuador.
3. Docente Área Salud Universidad Andina Simón Bolívar – Quito-Ecuador.

**Correspondencia:**  
heidy8\_1@hotmail.com

# La interacción entre la exposición a agrotóxicos y componentes relevantes del sistema inmune en comunidades de La Paz Bolivia: una mirada desde la epidemiología crítica.

■ Carmiña García<sup>1</sup>, Jaime Breilh<sup>2</sup>, María de Lourdes Larrea<sup>3</sup>

## RESUMEN

La salud desde la epidemiología crítica es un proceso complejo/dinámico/dialéctico, socialmente determinado, con dominios general, particular y singular donde se desarrollan procesos malsanos (destructivos) y procesos saludables (protectores).

Algunos autores señalan un aumento de la prevalencia de enfermedades asociadas con las alteraciones en la respuesta inmune, por exposición a agrotóxicos, pero esta información en humanos es escasa y controvertida.

Pretendemos conocer la interacción entre la exposición a agrotóxicos y componentes del sistema inmune: enzimas fagocíticas MPO y FAG por citoquímica e Interleucinas 6 y 8 por quimioluminiscencia en 5 comunidades de La Paz Bolivia, aplicando también un cuestionario correspondiente a la epidemiología crítica (matriz de procesos) y estrés laboral.

Se analizaron perfiles epidemiológicos de 113 voluntarios (agricultores): 60 mujeres y 53 varones, encontrándose diferencias significativas (Chi-cuadrado): tipología del modo de vida (reproducción económica, uso agrotóxicos, trabajo secundario), procesos destructivos, equipamiento de protección, capacitación, edad. Observándose actividad enzimática disminuida MPO y aumentada FAG, para ambos géneros en edad laboral activa. Sin significancia: interleucinas y estrés laboral.

Existe afectación en la funcionalidad enzimática en células de primera línea de defensa del sistema inmune y en la relación de concentración de interleucinas, en agricultores más o menos expuestos a agrotóxicos considerando sus estilos y modos de vida.

**Palabras claves:** Exposición a Plaguicidas, agroquímicos, Epidemiología, cultura, sistema inmune, factores de riesgo

## ABSTRACT

Health from critical epidemiology is a complex, dynamic and dialectic process, socially determined, with general, particular, and singular domains where unhealthy (destructive) processes and healthy (protective) processes are developed.

Some authors point to an increase in the prevalence of diseases associated with alterations in the immune response, due to pesticides exposure, but

this information in humans is limited and controversial.

We intend to know the interaction between exposure to pesticides and components of the immune system: MPO and FAG phagocytic enzymes by cytochemistry and Interleukins 6 and 8 by chemiluminescence) in 5 communities of La Paz Bolivia, applying a questionnaire corresponding to critical epidemiology (matrix of processes) and work stress.

Epidemiological profiles of 113 volunteers (farmers) were analyzed: 60 women and 53 men, finding significant differences (Chi-square): lifestyle typology (economic reproduction, pesticides use and secondary work), destructive processes, protective equipment, training, age. Observing decreased enzymatic activity MPO and increased FAG, for both genders of active working age. Without significance: interleukins and work stress.

There is an affectation in the enzymatic functionality in cells of the first line of defense of the immune system and in the concentration ratio of interleukins, in farmers more or less exposed to pesticides considering their styles and ways of life.

**Key words:** Pesticide Exposure Agrochemicals, culture, Immune System, risk factors.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende conocer la afectación de algunos componentes del sistema inmune, como las enzimas fagocíticas Mieloperoxidasa (MPO) y fosfatasa Alcalina Granulocítica (FAG), presentes en las células de primera línea de defensa y las interleucinas 6 y 8, como mediadores intercelulares de activación e inhibición de la respuesta inmune, en agricultores de 5 comunidades del departamento de La Paz Bolivia con mayor o menor exposición a agrotóxicos, desde la epidemiología crítica, aplicando un cuestionario correspondiente a la matriz de procesos críticos y otro para evidenciar estrés laboral.

El paradigma que se propone es el de la epidemiología crítica y su fundamento el realismo crítico<sup>(1)</sup>, que se basa en el concepto de realidad compleja, dinámica y dialéctica, socialmente determinada<sup>(2)</sup> y regulada por la dimensión súper estructural de la sociedad<sup>(3)</sup>. La complejidad de la salud, es entendida con los siguientes dominios: el general (dado por la sociedad en su conjunto), el particular (involucra unidades de producción y acumulación de poder: clases sociales, géneros y etnias, con sus subgrupos generacionales, cada uno de los cuales con modos de vida diferentes) y el dominio singular: cotidianidad familiar-individual que funcionan como unidades de práctica doméstica (que

es más que el trabajo doméstico y lo incluye), unidades de reproducción supervivencia de la población, fuerza de trabajo y la producción cultural-simbólico-ideológica, de subjetividades y de ideas políticas, que existen con sus estilos de vida<sup>(4)</sup>. En estos dominios se desarrollan procesos malsanos (destructivos) en oposición a procesos saludables (protectores). La determinación social de las condiciones de inmunidad, (subsunción biológica a lo social)<sup>(5)</sup>, fueron trabajadas sobre la matriz de procesos críticos, que considera las íntimas relaciones entre la sociedad y la naturaleza a lo largo del tiempo, donde ambas se afectan y sus interrelaciones se conocen como "metabolismo social"<sup>(6)</sup>, además que un cambio permanente del patrón de transformaciones mutuas entre genotipo-fenotipo y ambiente, está dado por las relaciones sociales de producción económica y reproducción social<sup>(7)</sup>.

En los últimos años, Bolivia incrementó considerablemente el consumo plaguicida (agrotóxicos), en comparación con el resto de países latinoamericanos, (el aumento asciende hasta el 18%), llegando a importar más de 300 millones de dólares al año en agrotóxicos<sup>(8)</sup>. El máximo histórico se presentó en 2014<sup>(9)</sup>.

La información sobre la afectación al sistema inmunológico en humanos es escasa y controvertida. Un trabajo de revisión realizado por Banerjee<sup>(10)</sup> (1999), muestra que los factores fisiológicos y ambientales, que modulan la toxicidad inmune inducida por pesticidas son: el nivel de exposición, el recorrido del antígeno, el estrés, el estado nutricional y las condiciones patológicas, entre otros. Corsini<sup>(11)</sup> (2008), indica que los efectos de la exposición a los pesticidas en el sistema inmunológico humano y la evidencia epidemiológica en países occidentales sobre la prevalencia de enfermedades asociadas con las alteraciones en la respuesta inmune, están aumentando.

La identificación de enzimas como la peroxidasa leucocitaria (MPO) y fosfatasa alcalina granulocítica (FAG), en los neutrófilos, por técnicas citoquímicas, nos ayudan a evidenciar la funcionalidad neutrofílica<sup>(12)</sup>, estas enzimas son usadas como primera orientación diagnóstica de leucemia aguda mieloide o linfoide<sup>(13)</sup>, como potente agente bactericida, viricida y fungicida<sup>(14)</sup> y como criterio fundamental para diferenciar los blastos de estirpe mieloide que son peroxidasa positivo, de los de estirpe linfoide, que son negativos<sup>(15)</sup>; valores elevados de FAG, se encuentran en neutrofílias infecciosas, leucemoides, policitemia vera y en leucemia linfoblástica aguda<sup>(16)</sup>, además de tener un valor pronostico y sugestivo de transformación blástica en leucemia mieloide crónica<sup>(17)</sup>.

Las interleucinas, citoquinas y las quimiocinas son moléculas importantes que forman un vínculo entre la Inmunidad innata y la adaptativa. Afectan a las

respuestas inmunitarias en varios niveles como la modulación de la proliferación, diferenciación, función y el tráfico de células<sup>(18,19)</sup>. Utilizadas actualmente en terapias inmunes contra enfermedades como el cáncer<sup>(20)</sup>. La IL-6 tiene varios efectos en el organismo: acción de sinergia en factores hematopoyéticos, en el crecimiento de células tumorales in vitro, respuesta de fase aguda, efecto en sistema endocrino y nervioso<sup>(21)</sup>. Es un modelo útil para las pruebas de potenciales medicamentos terapéuticos<sup>(22)</sup>. La IL-10 es una citoquina inmunosupresora, aunque puede tener efectos de estimulación de la fagocitosis de los macrófagos y citotoxicidad NK. Anticuerpos contra la IL-10 tiene efecto benéfico en pacientes con Lupus por el efecto inmunomodulador: estimulación/inhibición, dependiendo del contexto inmunológico<sup>(19)</sup>.

## METODOLOGÍA

El presente estudio tiene como diseño de investigación el tipo transversal. La población de estudio comprende agricultores de 5 comunidades, de los municipios de Luribay y Mecapaca del departamento de La Paz-Bolivia con mayor o menor exposición a agrotóxicos, caracterizados por presentar diferentes modos y estilos de vida. El 90% de los habitantes del municipio de Luribay, se dedica a la agricultura, especialmente al cultivo de durazno, uva, pera y manzana<sup>(16)</sup>. Se escogió la comunidad de Cutty (C) por las referencias del uso de plaguicidas. El 82,26 % de los habitantes del municipio de Mecapaca, se dedican a la agricultura, se cultivan verduras, frutas y flores, abastece principalmente al mercado de La Paz<sup>(23)</sup>. Aquí se pudo trabajar con 4 comunidades: Ñuñumayani (Ñ), Lluto (L), Totorani (T), y Janco Kahua (J), donde sus dirigentes refirieron no usar agrotóxicos. Sin embargo, ya en el trabajo de campo se comprobó que Lluto también usaba agrotóxicos.

En el presente estudio se incluyeron a todos los agricultores que voluntariamente decidieron participar del estudio, luego de haber explicado el proyecto a los dirigentes campesinos y a las asambleas comunitarias. Se excluyeron del estudio a menores de 15 años de edad. El proyecto cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la investigación de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).

La población de estudio estuvo comprendida por 113 agricultores voluntarios, de ambos sexos, en etapa laboral activa: C 27, L 31, Ñ 25, T 16 y J 14, que luego de la explicación, firmaron el consentimiento informado, aplicándoles una encuesta, con las siguientes variables componentes de la Matriz de Procesos críticos<sup>(1,24)</sup>.

**1ª componente: Tipología del Modo de Vida:** Fracción de clase: inserción laboral, Reproducción

económica mediante agricultura, Años de trabajo empleando agrotóxicos, Trabajo secundario. **2ª Componente: Procesos Destructivos:** PDI: Procesos destructivos físicos relacionados con medios de producción (exposición a humedad, ruidos fuertes, temperaturas), PDII a: Exposición biológica o ambiental (polvos, humos), PDII b: Exposición a infecciones, PDIII: Derivados de exigencia laboral física (exposición postural incomoda, grandes esfuerzos físicos, ritmo de trabajo intenso), PDIV: Derivados de la organización del trabajo (horas extras de trabajo, trabajo repetitivo), PDV: Exposición química (expuesto o no a químicos peligrosos). **3ª Componente: Trabajo de Vida:** Años de trabajo en agricultura. **4ª Componente: Equipamiento de Protección:** Uso de Ropa de Trabajo, Uso de botas, Capacitación en el trabajo, Pausas en el trabajo, Ejercicio, Descanso, Control de la salud, Tareas especiales por embarazo, Suplemento nutricional por embarazo. **5ª Componente: Vulnerabilidad:** Edades, Estado civil, Último nivel de instrucción alcanzado, Núcleo Familiar, Tipo de Organización a la que pertenece, Atención a su propia salud, Epistres (estrés laboral)<sup>(25)</sup>, Evaluación Clínica. **6ª Componente: Perfil de salud individual:** Enfermedades que recuerda, Enfermedades crónicas, Operaciones, Nutrición: Desayuno, Almuerzo, Merienda. **7ª Componente: Pruebas de Laboratorio:** Hemograma (Serie Roja, Serie Blanca), Examen General de Orina (EGO), Copro-parasitológico. Interrelación entre los componentes del Sistema Inmune: Mieloperoxidasa (MPO), Fosfatasa Alcalina Leucocitaria (FA), Interleucina 6 (IL-6), Interleucina 10 (IL-10). **8ª Componente: Perfil de Género:** Menarquia, FUM, Número de Partos, Hijos Nacidos Vivos, Aborto, Hijos Vivos, Dificultad en tener hijos, Infertilidad, Alteraciones Congénitas.

Se recolectó muestras de sangre (hemograma), orina (EGO) y heces (copro-parasitológico), para descartar alguna patología relevante. Se realizaron frotis sanguíneos para aplicar la técnica citoquímica de Mieloperoxidasa (MPO) y Fosfatasa Alcalina Granulocítica (FAG). En suero se cuantificaron las Interleucinas 6 y 10 por el método de quimioluminiscencia.

Los datos fueron analizados comparando las proporciones (chi-cuadrado de Pearson) encontradas de los resultados de MPO, FAG, IL 6 y 8 y las diferentes variables de los 8 componentes de la matriz de procesos críticos, dada por la epidemiología crítica, entre las y los comunarios más o menos expuestos a agrotóxicos.

## RESULTADOS

A continuación se presentan las principales características de las comunidades, se resalta la mayor participación de mujeres (60 mujeres y 53 varones).

**TABLA N° 1**

Afectación del sistema inmune en agricultores de comunidades más y menos expuestas a agrotóxicos total, por género y edad.

Indicador del sistema inmune	COMUNIDADES MÁS EXPUESTAS		COMUNIDADES MENOS EXPUESTAS	
	n	%	n	%
Mielo Peroxidasa Peroxidasa (MPO) aumentada *	58	13.80%	55	10.90%
Mielo Peroxidasa Peroxidasa (MPO) disminuida *	58	25.90%	55	9.10%
Fosfatasa Alcalina Granulocítica (FAG) aumentada ***	58	56.90%	55	14.50%
FAG aumentada en mujeres ***	34	50.00%	26	11.50%
FAG aumentada en varones ***	24	66.70%	29	17.20%
FAG aumentada en grupo de 21-59 adultos ***	43	62.80%	23	13.00%

\*\*\*p<0.001; \*p<0.05 en prueba Chi-cuadrado de Pearson. Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

En la tabla 1, se observa disminución de la actividad enzimática de la MPO, enzima involucrada en la destrucción de agentes patógenos que se encuentra en células del sistema inmune que corresponden a la primera línea de defensa de nuestro organismo, por el contrario, se observa un aumento en la FAG, enzima relacionada con afectación leucemoide. Aumento que se observa en ambos géneros y en una edad laboral activa.

La exposición ambiental y los derivados de la exigencia laboral física, influyen positivamente en la activación de las enzimas neutrofílicas. La respuesta disminuida de MPO en comunarios más expuestos a agrotóxicos, se debe confirmar funcionalidad neutrófilos con test de Fagocitosis. Se recomienda seguimiento de pacientes para evitar LLA. Los medios de producción, organización en el trabajo y exposición física, ambiental y química tienen influencia sobre los mecanismos del sistema inmune (tabla 2).

Si bien no hay significancia entre las interleucinas de los comunarios más y menos expuestos, se observó que la relación entre IL-6 y IL-10 es 4 veces mayor en más expuestos (sistema inmune activo) y en menos expuestos es de 2 (sistema inmune en equilibrio) (tabla 3).

En la tabla 4 se observa estrés moderado y severo entre comunarios más y menos expuestos a agrotóxicos. En las comunidades con mayor exposición a

agrotóxicos, se observa un porcentaje mayor de estrés laboral severo. Los componentes del sistema inmune no se vieron influenciados por el estrés laboral, como se observa en la tabla 5.

Si bien se observa un porcentaje mayor de actividad enzimática de la FAG, en comunarios con estrés severo, se necesitan hacer más estudios con un tamaño de muestra mayor de comunarios para poder corroborar estos resultados.

## DISCUSIÓN

**Dimensión estructural de la sociedad:** La reproducción económica mediante agricultura es claramente identificada en las comunidades que usan agrotóxicos para mejorar la producción y con ello su economía con su asociación empresarial. Las fuerzas productivas son usadas para el mayor rendimiento de la tierra, en las comunidades más expuestas y en las comunidades menos expuestas la agricultura es intercalada con otros tipos de trabajo, las relaciones sociales son diferentes porque los intereses económicos lo son.

**Análisis Modos de Vida:** En las comunidades del presente estudio tanto el cultivo, la fertilización, la fumigación y la cosecha, la realizan todos los miembros de la familia y la comunidad. Los procesos destructivos cobran relevancia entre las comunidades más expuestas

**TABLA N° 2**

Afectación del sistema inmune en agricultores de comunidades más y menos expuestas a agrotóxicos según procesos críticos.

Indicador del sistema inmune	COMUNIDADES MÁS EXPUESTAS		COMUNIDADES MENOS EXPUESTAS	
	n	%	n	%
<b>Mielo Peroxidasa Peroxidasa (MPO) aumentada</b>				
Polvos *	50	12.00%	54	11.10%
<b>Mielo Peroxidasa Peroxidasa (MPO) disminuida *</b>				
Polvos *	50	30.00%	54	9.30%
Exposición a Infecciones*	54	27.80%	55	9.10%
Horas extras *	10	41.70%	2	8.70%
<b>Fosfatasa Alcalina Granulocítica (FAG) aumentada</b>				
Exposición a humedad **	48	54.20%	31	16.10%
Exposición a polvos ***	50	54.00%	54	14.80%
Grandes esfuerzos físicos **	24	62.50%	27	22.20%
Horas extras **	24	62.50%	23	21.70%
Trabajo repetitivo ***	34	52.90%	32	9.40%
Menos de 5 años de trabajo con plaguicidas **	21	47.60%	55	14.50%
Trabajo secundario agricultura ***	12	75.00%	35	17.10%
Trabajo secundario de labores de casa ***	45	51.10%	20	10.00%
No utiliza ropa especial de trabajo ***	47	53.20%	50	16.00%
No recibe capacitación ***	31	64.50%	55	14.50%
No controla su salud ***	31	64.50%	55	14.50%
<b>Interleucina 6 (IL-6) aumentada</b>				
Exposición a humedad **	19	39.60%	3	9.70%

\*\*\*p<0.001; \*\*p<0.01, \*p<0.05 en prueba Chi-cuadrado de Pearson. Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

**TABLA N° 3**

Afectación Interleucinas 6 y 10 en agricultores de comunidades más y menos expuestas a agrotóxicos.

Interleucina†	COMUNIDADES MÁS EXPUESTAS		COMUNIDADES MENOS EXPUESTAS	
	n	%	n	%
<b>IL-6</b>	58	36.00%	55	29.00%
<b>IL-10</b>	58	9.00%	55	18.00%
<b>Relación IL-6/IL-10</b>	4		1,6	

†p>0.05 en prueba Chi-cuadrado de Pearson. Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

**TABLA N° 4**

Grado de Estrés en agricultores de comunidades más y menos expuestas a agrotóxicos.

Grado de Estrés ***	COMUNIDADES MÁS EXPUESTAS		COMUNIDADES MENOS EXPUESTAS	
	n	%	n	%
<b>Leve</b>	58	5.20%	55	34.50%
<b>Moderado</b>	58	20.70%	55	41.80%
<b>Severo</b>	58	74.10%	55	23.60%

\*\*\*p<0.001; en prueba Chi-cuadrado de Pearson. Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

**TABLA N° 5**

Relación de Estrés y alteración a las enzimas granulocíticas en agricultores de comunidades más expuestas y menos expuestas a agrotóxicos

Indicador del sistema inmune	COMUNIDADES MÁS EXPUESTAS			COMUNIDADES MENOS EXPUESTAS		
	Estrés Leve-Moderado % (n=15)	Estrés Severo % (n=43)	Total % (n=58)	Estrés Leve-Moderado % (n=40)	Estrés Severo % (n=15)	Total % (n=55)
<b>MPO Disminuida</b>	20.0%	27.9%	25.9%	2.5%	26.7%	25.9%
<b>MPO Aumentada</b>	26.7%	9.3%	13.8%	15.0%	0.0%	10.9%
<b>FAG Aumentada</b>	46.7%	60.5%	56.9%	12.5%	20.0%	14.5%

Elaborado por: los autores. Fuente: Base de datos.

en relación a las menos expuestas, evidenciándose por la disminución de actividad de la MPO, aumento de actividad de FAG y su determinación en la relación de IL-6/IL-10. La agricultura en las comunidades es una actividad eminentemente familiar, donde adultos y niños se ayudan entre sí en el trabajo. Las mujeres agricultoras, no dejan a sus niños en lugares donde se los cuiden, todo lo contrario, se los llevan a realizar la tarea del campo, lo que hace que los niños y jóvenes también están sujetos a un alto riesgo de contaminación y a desencadenar enfermedades crónicas mortales en edad adulta.

**Análisis Estilos de Vida:** En cuanto a los estilos de vida tenemos que la evaluación clínica en general de todos los individuos participantes del estudio, fue aceptable. La alimentación individual y de la familia, no es muy variada en las comunidades, están basadas principalmente en la ingesta de carbohidratos y proteínas y algunas verduras si hay producción excedente. El estrés un mediador importante entre lo social y lo biológico, por ello se ha aplicado un cuestionario elabo-

rado y validado<sup>(25,26)</sup>, a las y los comunarios, no observándose diferencia significativa, sin embargo, la situación económica genera estrés, incertidumbre del futuro y esto afecta a la salud. El grado severo de estrés encontrado en las y los comunarios con mayor exposición a agrotóxicos los hace más vulnerables a enfermar porque se compromete la respuesta inmune.

En los trabajos de revisión de B. D. Banerjee<sup>(27)</sup> (1999), se ha encontrado que el tipo y la duración de estrés físico o emocional y la posible participación de los radicales libres (estrés oxidativo) son importantes en la potenciación de la toxicidad inmune inducida por pesticidas, según Claudio Colosio<sup>(28)</sup> (1999), la exposición a los pesticidas puede causar una serie de efectos sobre el sistema inmune, variando desde una ligera modulación de las funciones inmunológicas hasta el desarrollo de enfermedades inmunes.

Contrariamente a nuestros resultados en un estudio en aplicadores de plaguicidas Renate Stiller-Winkler<sup>(29)</sup> (1999), observó un aumento de la activación de ma-



crófagos y una defensa humoral disminuida, estas alteraciones se correlacionan con la duración de la exposición a los pesticidas en el entorno agrícola lo cual puede contribuir a la modulación del sistema inmune.

En la revisión hecha por C. Colosio<sup>(30)</sup> (2005), para conocer sobre los posibles efectos a largo plazo o crónicos, consiguientes a la exposición prolongada, en dosis bajas, los autores han propuesto un enfoque de nivel, basado en tres etapas: la primera, dirigida a señalar una posible inmunomodulación, la segunda, en el perfeccionamiento de los resultados y la tercera, cuando sea necesario, para finalizar el estudio señalar concordancia con los resultados anteriores, a través de la comparación de los resultados anteriores y posteriores a la exposición en los mismos grupos.

Para Corsini<sup>(11)</sup> (2008) los efectos de la exposición a los pesticidas en el sistema inmunológico humano, indica que la evidencia epidemiológica de los países occidentales y la prevalencia de enfermedades asociadas con las alteraciones en la respuesta inmune, tales como asma, enfermedades autoinmunes y el cáncer, están aumentando hasta tal punto que no puede ser atribuida a un mejor diagnóstico por sí solos, por lo que recomienda realizar estudios de seguimiento.

GA Blanco<sup>(31)</sup> (2011), nos dice que el sistema inmune tiene un papel crítico en el mantenimiento de la salud humana y animal. Es uno de los objetivos más sensibles respecto a la toxicidad de muchos contaminantes ambientales. La supresión de la función inmunológica como consecuencia de la exposición al medio ambiente puede resultar en una mayor incidencia y gravedad de las enfermedades infecciosas, así como algunos tipos de cáncer. En los países occidentales, el uso de pesticidas, junto con los patrones nuevos de exposición y productos químicos modificados, se han implicado en el aumento de la prevalencia de enfermedades asociadas con alteraciones

de la respuesta inmune, tales como reacciones de hipersensibilidad, ciertas enfermedades autoinmunes y cáncer, por lo que Corsini<sup>(32)</sup> (2013), recomienda intentar definir el significado pronóstico de los cambios leves a menudo observado.

## CONCLUSIONES

Este estudio contribuye a conocer la afectación en la funcionalidad enzimática de las células de primera línea de defensa del sistema inmune y en la relación de la concentración de interleucinas IL-6/IL-10 en agricultores más o menos expuestos a agrotóxicos considerando sus estilos y modos de vida.

Evidenciamos la determinación social de la salud al analizar la disminución de la actividad enzimática MPO y el incremento de la actividad FAG en comunarios con diferente tiempo de exposición a procesos destructivos.

La matriz de procesos críticos, nos permite caracterizar mejor los modos y estilos de vida de las comunidades del presente estudio y permite visibilizar los diferentes tipos de procesos destructivos y protectivos.

## DECLARATORIA

En el presente trabajo no hubo conflicto de intereses. El presente estudio estuvo financiado por la UASB sede Ecuador y el InSELADIS-UMSA La Paz Bolivia.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto SELADIS-FCFB-UMSA de la ciudad de La Paz Bolivia por acogerme en mi vida profesional y a la UASB por brindarme la enseñanza del pensamiento complejo, para defender la vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Breilh Jaime. *Epidemiología Crítica*. 1ªed. Buenos Aires: Lugar Editorial; 2003. pp. 320.
2. Laurell Asa Cristina. La salud-enfermedad como proceso social. *Cuadernos Médicos Sociales* Nº19 [Internet]. 1982. 2(1): pp.7-25. Disponible desde: <http://capacitasalud.com/biblioteca/wp-content/uploads/2016/02/Cuadernos-Medico-Sociales-19.pdf>. [citado el 7 de Abril de 2017].
3. Rojas Soriano. *Capitalismo y Enfermedad*. 5ªed. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.; 1999.279p.
4. Breilh Jaime. *Nuevos Paradigmas en la Salud Pública*. Centro internacional de investigaciones para el desarrollo programa de las naciones unidas para el ambiente organización panamericana de la salud escuela nacional de salud pública-Fiocruz Reunión Internacional "Un enfoque de ecosistemas para la salud humana: enfermedades transmisibles y emergentes". [Internet]. 1999. Disponible desde: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3538/1/Breilh,%20J-CON-168-Nuevos%20paradigmas.pdf>
5. Breilh Jaime. La epidemiología crítica: una nueva forma de mirar la salud en el espacio urbano. *Salud colectiva* [Internet]. 2010 Abr.6 (1): 83-101. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-82652010000100007&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-82652010000100007&lng=es). [citado 2017 Abr 10].
6. Toledo Víctor. *El Metabolismo Social: Una nueva teoría socio ecológica*. Relaciones Zamora [Internet].2013. 34(136): pp. 41-71. Disponible desde: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-9292013000400004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-9292013000400004&lng=es&tlng=es). [citado el 7 de Abril de 2017].
7. Levin Richard y Lweontin Richard. *The Dialectical Biologist*. 1987 Marzo. pp.336.
8. Cervantes Morant Rafael. *Plaguicidas en Bolivia: sus implicaciones en la salud, agricultura y medio ambiente*. REDESMA. 2010; 4(1): pp. 1-12. Disponible desde: [http://cebem.org/cmsfiles/articulos/REDESMA\\_09\\_art02.pdf](http://cebem.org/cmsfiles/articulos/REDESMA_09_art02.pdf) [citado el 10 de Abril de 2016]
9. IBCE. *Bolivia: Importaciones de plaguicidas periodo 2007-20145 y avance al mes de junio* [Internet]. 2015.]. Disponible desde: [http://ibce.org.bo/images/ibcecifras\\_documentos/CIFRAS-440-Bolivia-Importaciones-Plaguicidas.pdf](http://ibce.org.bo/images/ibcecifras_documentos/CIFRAS-440-Bolivia-Importaciones-Plaguicidas.pdf). [citado el 10 de Abril de 2017]
10. Banerjee B. D. The influence of various factors on immune toxicity assessment of pesticide chemicals. *Toxicology Letters* 107.1999: pp. 21-31.
11. Corsini E., Liesivuori J., Vergieva T., Van Loveren H. and Colosio C. Effects of pesticide exposure on the human immune system. *Hum Exp Toxicol*. 2008: pp. 670-680.
12. Gómez Patricia, Burgoa Carla. Caracterización de la mieloperoxidasa (MPO) y la fosfatasa alcalina granulocítica (FAG) en población infantil aparentemente sana. *BIOFARBO*. 2001: pp.37-43.
13. Merino Ana. Clasificación de las leucemias agudas mieloides-Revisión. *Revista Laboratorio Clínico*. 2010: 139-147. Disponible desde: <http://www.aefa.es/wp-content/uploads/2014/04/Clasificacion-de-las-leucemias-agudas-mieloides.pdf>. [citado el 10 de Abril de 2015].
14. Parker Heather, Winterbourn Christine. Reactive oxidants and myeloperoxidase and their involvement in neutrophil extracellular traps. *Frontiers in Immunology Molecular Innate Immunity*. 2013: pp. 1-6. Disponible desde: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3549523/>. [citado el 10 de Marzo de 2014]
15. Pérez-Chacón Ximena, Gómez Patricia. Diagnóstico Citoquímico de Leucemia Linfoblástica aguda infantil. *BIOFARBO*.1998: pp. 97-102. Disponible desde: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IstS=cript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=316146&indexSearch=ID>. [citado el 02 de Noviembre de 2011]
16. Figueredo Thiel. Diagnóstico anatomopatológico de las leucemias a células peludas en el Paraguay. *Mem, Inst, Investig. Cienc. Salud*.2003: pp. 5-19. Disponible desde: <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v2n1/v2n1a01.pdf>. [citado el 15 de Junio 2014]
17. Na Qi Zafar Mirza, Ul Haq Navid, Qureshi Shahid, Jamil, Qureshi, Human. Differential Leucocyte Alkaline Phosphatase Activity (LAPA) in Chronic Myeloid Leukaemia (CML) and Myeloid Leukemoid Reaction (MLR). *JPMA*. 1984: pp. 114-116. Disponible desde: [http://www.jpma.org.pk/full\\_article\\_text.php?article\\_id=6268](http://www.jpma.org.pk/full_article_text.php?article_id=6268). [citado el 23 de Agosto 2010]
18. Cavieres María Fernanda. Exposición a pesticidas y toxicidad reproductiva y del desarrollo en humanos. Análisis de la evidencia epidemiológica y experimental. *Revista Virtual Revista Médica Chile*. 2010: pp.59-67. Disponible desde: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872004000700014](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872004000700014). [citado el 23 de Agosto 2010]
19. Kaufman, Howard L.; Wolchok, Jedd D. *General Principles of Tumor Immunotherapy*. New York; Springer. 2007.
20. Bermúdez-Morales Víctor Hugo, Peralta-Zaragoza Oscar, Madrid-Marina Vicente. *Terapia Génica con citocinas contra cáncer cervico uterino*. Salud Pública de México. 2005. pp. 458-468.
21. Gijbels Koenraad, Billiau Alfons. Interleukina 6: General biological properties and possible role in the neural and endocrine systems. *Advances in Neuroimmunology*. 1992. pp. 83-97. Disponible desde: [http://www.jni-journal.com/article/S0960-5428\(06\)80035-5/abstract](http://www.jni-journal.com/article/S0960-5428(06)80035-5/abstract). [citado el 23 de Agosto 2010].
22. Kozlov Serguei. *Inflamación and Cancer, Methods and Protocols*. New York; Humana Press. 2009. pp. 402.
23. Moreira Josino C., Jacob, Silvana C., Peres Frederico, Lima, Jaime S., Meyer Armando, Oliveira-Silva, Jefferson J. y otros Sarcinelli. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2002. pp.299-311. Disponible desde: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v7n2/10249.pdf>. [citado el 18 de marzo 2017]
24. Solíz, María Fernanda. *Salud Colectiva y Ecología Política*. Quito: Universidad Andina y Ediciones La Tierra; 2016 Noviembre. pp. 318.
25. Breilh Jaime, Annalee Yassi, Pagliccia Nino. Chronic pesticide poisoning from persistent low-dose exposures in Ecuadorean floriculture workers: toward validating a low-cost test battery. *London: International Journal*



- of Occupational and Environmental Health (IJOEH Maney Publishing).18 (1): 7-21, January, 2012.
26. Breilh, Jaime. Trabajo Hospitalario, Estrés y Sufrimiento Mental: El Deterioro de la Salud de los Internos en Quito, Ecuador. Cuenca: Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, Cuenca: Revista Ateneo del Colegio de Médicos del Azuay, 14 (4):8-19, marzo 2009.
  27. B. D. Banerjee. The influence of various factors on immune toxicity assessment of pesticide chemicals. *Toxicology Letters* 107. Elsevier. 1999. pp. 21-31.
  28. Claudio Colosio, Emanuela Corsini, Wilma Barcellini, Marco Maroni. Immune parameters in biological monitoring of pesticide exposure: current knowledge and perspectives. *Toxicology Letters* 108. 1999. pp. 285-295.
  29. Renate Stiller-Winkler, Wolfgang Hadnagy, Gabriele Leng, Evamarie Straube, Helga Idel. Immunological parameters in humans exposed to pesticides in the agricultural environment. *Toxicology Letters* 107. Elsevier. 1999. pp.219–224.
  30. C. Colosio, S. Birindelli, E. Corsini, C.L. Galli, M. Maroni. Low-level exposure to chemicals and immune system. Milan, Italy. *Toxicology and Applied Pharmacology* 207. 2005. pp. S320 – S328.
  31. GA Blanco. Immune Response to Environmental Exposure. Buenos Aires, Argentina: Elsevier B.V.2011. pp. 141-154.
  32. E. Corsini, M. Sokooti, C.L. Galli, A. Moretto, C. Colosio. Pesticide induced immunotoxicity in humans: A comprehensive review of the existing evidence. *Toxicology* 2012. pp. 1-13.