

## EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS, DESNUTRICIÓN CRÓNICA Y DAÑO GENOTÓXICO EN MENORES DE TRES AÑOS. LURIBAY

*PESTICIDE EXPOSURE, CHRONIC MALNUTRITION AND GENOTOXIC DAMAGE IN CHILDREN UNDER THREE YEARS. LURIBAY*

Jessika Barrón Cuenca MSc.<sup>1</sup>, Ximena Aguilar Mercado MSc.<sup>2</sup>, Pilar Navia Bueno MSc.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Docente Investigadora Instituto de Genética (IG) Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Facultad de Medicina, Unidad de Genética Toxicológica,

<sup>2</sup> Docente Investigadora Instituto de Genética (IG) UMSA, Facultad de Medicina, Unidad de Genética Médica

<sup>3</sup> Instituto de Investigación en Salud y Desarrollo (IINSAD) UMSA Facultad de Medicina

Instituto de Genética (IG) Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Medicina, Miraflores, Av. Saavedra N°2246 Piso 9. (591 - 2 229613) La Paz, Bolivia

**Autor para correspondencia:** Jessika Barrón C. jessikabarron@gmail.com

### RESUMEN

**OBJETIVO.** Evaluar si la exposición a plaguicidas y la desnutrición crónica son factores de riesgo para Daño Genotóxico en menores de tres años del municipio de Luribay del departamento de La Paz. Noviembre – 2008.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Estudio de Casos y Controles. 155 niños y niñas menores de tres años estudiados, habitantes de ocho poblaciones de Luribay, La Paz - Bolivia de las 15 intervenidas por el Programa de Crecimiento Comunitario (Save the Children). Se aplicó a las madres una encuesta validada y adaptada al lugar para medir la exposición a plaguicidas y se realizó a los niños(as) la técnica de Citoma Bucal para determinación del Daño Genotóxico.

**RESULTADOS.** Un 61% de las madres se dedicaba a la agricultura, de ellas un 33% fumigó al menos una vez estando embarazada y 85% no utiliza equipo de protección completo. 83% de los niños presentan Daño Genotóxico, de ellos 84% se encuentran Expuestos a Plaguicidas. Los niños No Desnutridos y Expuestos a Plaguicidas con Daño Genotóxico alcanzan un total de 35%. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de no desnutridos y expuestos a plaguicidas con Daño Genotóxico y los niños desnutridos crónicos y expuestos a plaguicidas también con Daño Genotóxico, (no desnutridos  $p=1,00$ ) (desnutridos crónicos  $p=0,70$ ). Los resultados en relación a la diferencia de edad en los pacientes con y sin daño genotóxico, son significativos ( $p=0.05$ ).

**PALABRAS CLAVE.** Plaguicidas, Desnutrición Crónica, Citoma Bucal, Daño Genotóxico.

### ABSTRACT

**Objective:** to assess whether exposure to pesticides and chronic malnutrition are risk factors for genotoxic damage in children under three years of age, of the municipality of Luribay, Department of La Paz. November -2008.

**Methods:** Case study and control. 155 boys and girls were studied from eight Luribay towns, La Paz – Bolivia out of 15 involved by the Communitarian Development Program (Save the Children). A survey was applied, validated and adapted to the location in order to measure pesticide exposure, and the buccal cytome technique was applied on children for determining genotoxic damage.

**Results:** 61% of the mothers dedicated themselves to agriculture, out of them a 33% had fumigated at least once being pregnant, and 85% did not use appropriate protective gear. 83% of the children have genotoxic damage, out of them 84% are exposed to pesticides. Non-malnourished children and exposed to pesticides with genotoxic damage reach 35%. No meaningful differences were found between the group of Non-malnourished children and exposed to pesticides with genotoxic damage and the chronic malnourished children and exposed to pesticides with genotoxic damage, (Non-malnourished  $p=1,00$ ) ( chronic malnourished  $p=0,70$ ). Results concerning age difference in patients with and without genotoxic damage are meaningful ( $p=0.05$ ).

**Key words:** pesticides, chronic malnutrition, buccal cytome, genotoxic damage.

## INTRODUCCIÓN

Está bien establecido que los plaguicidas juegan un papel clave tanto en la agricultura moderna para el control de plagas que amenazan los cultivos, como también en actividades de salud pública en el control de vectores que producen parasitosis humanas como la Malaria, Dengue y Chagas entre otras.

En Bolivia, al igual que el mundo entero, se utilizan agroquímicos para ingresar a un mercado cada vez más competitivo y responder a las presiones impuestas por los consumidores, pero con el agravante de ser un país en vías de desarrollo, donde la información, los medios de control sobre estas sustancias son deficientes, los estudios de toxicidad en humanos y de contaminación ambiental son escasos cuando no inexistentes.<sup>1,2</sup>

Es importante hacer notar, que el daño al ambiente y a los ecosistemas puede también traer consecuencias para el bienestar de los seres humanos, al deteriorar “servicios ambientales” que éstos pueden brindar para sustentar la vida humana,<sup>7,8</sup> en particular, los que se relacionan con la purificación del agua y el aire, el control de las inundaciones, el ciclo de nutrientes, la formación del suelo y la estabilización del clima.<sup>10</sup>

Por otra parte, el municipio de Luribay ubicado a 165Km de la ciudad de La Paz, sede de gobierno, se destaca por su actividad agrícola y marcado uso de plaguicidas. Después de un estudio realizado por Plaguicidas Bolivia (PLAGBOL) el año 2005, se constató que más de 75% de los agricultores utilizan plaguicidas muy tóxicos<sup>11,12</sup>, 85% no respetan las dosis recomendadas para su uso, más de 80% no usan equipo de protección personal adecuado, más de 78% de los productores eliminan los envases de forma incorrecta con la posibilidad de ocasionar la

contaminación de las fuentes de agua y tierras, donde menos del 10% de los plaguicidas están guardados bajo candado. Muy pocos agricultores han tenido alguna instrucción sobre la toxicidad y manejo de plaguicidas, con la particularidad de que en algunas ocasiones mujeres y niños colaboran en la fumigación de los cultivos generando una cultura ligada al uso de plaguicidas cuyos efectos son nocivos para la salud.<sup>1, 10</sup>

La exposición a plaguicidas y sus consecuencias adversas son temas cuya complejidad aumenta cuando se trata de niños, quienes no deberían estar expuestos a químicos cuya peligrosidad no está en duda. Por lo cual, gracias a los avances en la tecnología, el monitoreo del daño genotóxico mediante el análisis de las alteraciones del citoma bucal como medida indicativa de inestabilidad cromosómica en las poblaciones pediátricas expuestas a plaguicidas, es un biomarcador de efecto primario de exposición a agentes mutagénicos, para la evaluación de riesgo y desarrollo de enfermedades crónicas y crónico degenerativas.<sup>13,14,15,16</sup> En este análisis las células no necesitan ser cultivadas y pueden reflejar eventos genotóxicos que han ocurrido en las células de división basal en las últimas tres semanas, la técnica es rápida, económica, simple y de fácil obtención.<sup>17,18</sup>

La presente estudio trata de demostrar la existencia de asociación entre la exposición de niños menores de tres años a plaguicidas de uso agrícola y la desnutrición crónica como factores de riesgo de producir daño genotóxico y predisposición para desarrollar enfermedades crónicas y/o crónico degenerativas.

## METODOLOGÍA

Es un estudio de casos y controles donde se estudiaron a menores de tres años de ambos

sexos, habitantes de ocho poblaciones del municipio de Luribay de las 15 intervenidas por el Programa de Crecimiento Comunitario a cargo de Save the Children Bolivia. La muestra se determinó según datos poblacionales del año 2004 del Instituto Nacional de Estadística (INE), de la población de Luribay comprendida entre 0 a 3 años llega a 1,245 niños. Teniendo un total de 155 niños menores de tres años de ambos sexos. Se definió a 41 niños (26%) con desnutrición crónica como "Casos" y 114 niños (74%) no desnutridos como "Controles" según los siguientes criterios:

#### **A. Criterios de inclusión.**

Niños menores de tres años del municipio de Luribay provenientes de familias residentes de Luribay en los últimos 5 años y que cuenten con el consentimiento informado, firmado por sus padres o apoderados.

#### **B. Criterios de exclusión.**

Niños que reciban tratamiento con fármacos, radio y/o quimioterapia.

#### **C. Criterios de eliminación.**

Niños que no cuenten con la encuesta de caracterización de exposición a plaguicidas debidamente llenada y/o frotis de muestras de exfoliado bucal de los niños que sean insuficientes o inadecuadas para su evaluación.

#### **D. Definición de casos.**

Se definen como casos a todos los niños que presenten daño genotóxico expresado por la existencia de entre 2 a 4 micronúcleos en niños menores de un año por cada mil células contadas, la presencia de 3 a 8 micronúcleos en niños entre uno y cuatro años por cada mil células contadas; o de 1 o más broken eggs, según los datos comparados con los estudios realizados por S. Bonassi<sup>42</sup> y M. Fenech<sup>4</sup>.

#### **E. Definición de controles.**

Se definen como controles a todos los niños que no presenten daño genotóxico, según los datos comparados con los estudios realizados por S. Bonassi<sup>42</sup> y M. Fenech<sup>4</sup>.

#### **F. Aspectos éticos.**

Además de los parámetros epidemiológicos, éticos, algunas consideraciones deben ser

cuidadosamente abordadas en cualquier estudio con niños, es necesario mejorar nuestro conocimiento de los riesgos ambientales en diferentes fases de desarrollo, y definir los niveles basales de alteraciones genéticas en los niños.

El consentimiento informado para el uso de datos y muestras fue un requisito en todos los niños que participaron en este estudio concedido y firmado por los padres o los tutores. Se tomaron en cuenta las consideraciones éticas que han llevado a los científicos a limitar los estudios de campo para no exponer al niño a riesgos innecesarios, por lo cual, los menores no se expusieron a riesgos o a posibles daños, en cuanto a la toma de muestra ni de ningún otro procedimiento en el presente estudio. Se tomaron muestras niños de ambos géneros.

#### **G. Medición**

##### **1. Determinación de Exposición a Plaguicidas**

La determinación de la Exposición a plaguicidas de uso agrícola, se realizó a las madres, mediante la encuesta elaborada por el proyecto PLAGBOL y validada con modificaciones adecuadas al lugar.

##### **2. Determinación de Desnutrición Crónica**

Los niños desnutridos crónicos fueron identificados por personal de la ONG Save The Children, quienes utilizaron medidas antropométricas internacionales para determinar el grado de nutrición de los niños y niñas de Luribay.

##### **3. Determinación de Daño Genético**

Después de la toma de muestra de frotis de células de descamación bucal (ver Fig.1) se realizó el conteo de las células en cada lámina por cada individuo estudiado, se pasó a la comparación de las cifras obtenidas con datos obtenidos en estudios similares realizados por Stefano Bonassi<sup>17</sup>, 2005 y los de Michael Fenech<sup>18</sup>, 2009; detectando la presencia o no de daño genotóxico en los niños, mediante la Técnica de conteo de Micronucleos del Citoma Bucal<sup>19,20</sup>, método modificado por Holland N., 1994, Thomas P., 2008 (ver Fig.2).

**Figura N° 1**

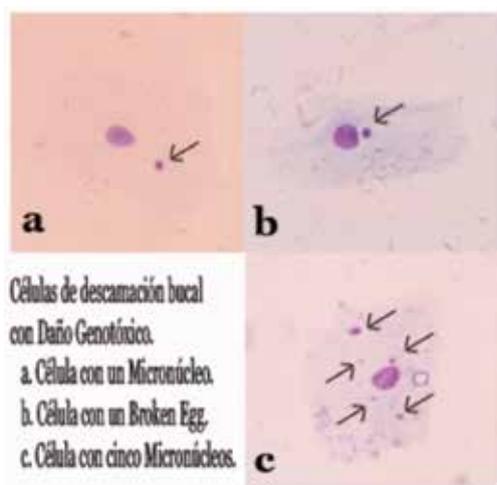
**Niña menor de tres años (Luribay) durante la toma de muestra de la técnica de Citoma Bucal.**



Fuente: Propia. Luribay – 2008

**Figura N° 2**

**Daño Genotóxico. Presencia de Micronúcleos y Broken Eggs en célula de descamación oral. Técnica Thomas P. 2008.**



Toma propia.

#### 4. Análisis Estadístico

Para realizar el análisis estadístico, primero se confeccionó una base de datos completa en Excel 2007 incluyendo tanto información obtenida a través de la encuesta de exposición como también los resultados de los análisis de las muestras analizadas en el laboratorio. Posteriormente la base de datos se transformó de Excel a PAWS Statistics 18.

Del análisis se obtuvo la descriptiva poblacional de cada uno de los grupos de estudio, luego se efectuó el análisis inferencial con los resultados obtenidos de los procedimientos de parámetros de genotoxicidad de las muestras

del citoma bucal y se los comparó con datos internacionales (Bonassi 2005, Fenech 2009) obtenidos de estudios similares de frecuencias encontradas de alteraciones en el citoma bucal haciendo énfasis en la presencia de células con MN y células BE en niños, utilizando los programas PAWS Statistics 18, STATA 6.0, y el S-PLUS 2000.

### RESULTADOS

Los datos poblacionales que se presentan han sido obtenidos a partir del análisis de las encuestas efectuadas a las madres de 155 niños incluidos en el estudio.

Del análisis se obtuvo la descriptiva poblacional de cada uno de los grupos de estudio, y luego se efectuó el análisis con los resultados obtenidos de los procedimientos de parámetros de genotoxicidad de las muestras de citoma bucal recogidas.

El cuadro 1, resume los datos poblacionales de Luribay, donde se puede observar las frecuencias de niños estudiados en las diferentes comunidades pertenecientes a Luribay, donde un 46,5% corresponden al sexo femenino y un 53,5% al masculino. Se encontró una media de 19,53 meses, mediana de 18 y una moda de 10 meses. La variable edad fue categorizada en tres grupos, de 1 – 12 meses, de 13 – 24 meses y de 25 – 36 meses, con una frecuencia similar en los tres grupos.

**Cuadro N° 1**

#### DATOS POBLACIONALES LURIBAY

		Frecuencia	Porcentaje
COMUNIDADES	MATARA	24	15,5%
	AZAMBO	22	14,2%
	LURIBAY	41	26,5%
	PUCUMA	29	18,7%
	CALLAVIRI	16	10,3%
	COLLIRI	11	7,1%
	LLAPA LLAPANI	4	2,6%
	POROMA	8	5,2%
	Total	155	100%
GENERO	FEMENINO	72	46,5%
	MASCULINO	83	53,5%
	Total	155	100%

EDAD	1 - 12 meses	53	34,2%
	13 - 24 meses	49	31,6%
	25 - 36 meses	53	34,2%
	Total	155	100%
	Media	19,53	
	Mediana	18,00	
	Moda	10	
	Desv. típ.	11,611	
	Mínimo	1	
	Máximo	36	

Fuente: Elaboración propia. Luribay – 2008

De los resultados obtenidos de la caracterización de la exposición a plaguicidas de uso agrícola en los niños menores de tres años (Cuadro 2), se encontró que un 61% de sus madres se dedicaba a la agricultura, un 30% es ama de casa y el resto se dedica a otras actividades no relacionadas al uso de plaguicidas.

De este 61% de madres Expuestas a Plaguicidas un 59% fumigó consecutivamente durante los

últimos cinco años, de las cuales un 43% fumiga cada 15 días y un 8% fumiga cada tres días según requerimientos de sus cultivos. Un 44% utiliza tres o más plaguicidas durante la fumigación en los llamados por los mismos agricultores como “Cocteles Molotov”. Por otra parte, un 33% fumigó por lo menos una vez estando embarazada. Un 22% lleva consigo a sus hijos a fumigar exponiéndolos a inhalar o consumir plaguicidas mientras ella se encuentra fumigando. 85% de las mujeres no utiliza equipo de protección completo.

Un 43% no se cambia de ropa después de fumigar, además un 35% guarda la ropa con la que fumiga dentro de su domicilio junto con el resto de la ropa.

Los plaguicidas más empleados son Karate (piretroide) 26% y Lorsban (organofosforado y piretroide) 21% considerados altamente peligrosos. Un 46% de las encuestadas reportó que sintió algún tipo de molestia después de haber fumigado y un 27% presentó antecedentes de Intoxicación Aguda.

**Cuadro N° 2**  
**CARACTERIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS**

MADRES AGRICULTORAS			
Exposición directa a plaguicidas	Frecuencia de exposición	Fumigó en los últimos cinco años.	59%
		Utiliza tres o más plaguicidas.	44%
		Fumiga cada 15 días.	43%
		Fumiga cada tres días	8%
	Exposición con peligro para la progenie	Fumigó estando embarazada	33%
		Lleva consigo a sus hijos para fumigar	22%
		No se cambia de ropa después de fumigar	43%
		Guarda la ropa dentro su domicilio.	35%
Plaguicidas más empleados	Altamente Tóxicos	Karate (i.a. Lambda-cyhalothrina 25%)	26%
		Lorsban (i.a. Cipermetrina, Clorpirifos)	21%
Antecedentes de intoxicación	Intoxicación Aguda	No utiliza los equipos de protección completos	85%
		Presentó antecedentes de intoxicación aguda	27%
		Sintió alguna molestia después de fumigar.	46%

Fuente: Elaboración propia. Luribay – 2008.

Del total de niños menores de tres años, un 59% se encuentra expuesto a los plaguicidas.

Se contó con 26% (41 niños) con Desnutrición Crónica y 74% (114 niños) No Desnutridos. Del total de los niños, 16,8% son Desnutridos Crónicos y Expuestos a Plaguicidas, 9,7% son Desnutridos

crónicos y No Expuestos a Plaguicidas, 42,6% son No Desnutridos y Expuestos a Plaguicidas y 31% son No Desnutridos y No Expuestos a Plaguicidas.

Para determinar la presencia de daño genotóxico en los niños menores de tres años se utilizó la

técnica de citoma bucal, obteniéndose que el 83,23% de los niños presentan daño genotóxico.

Se encontró que 22% de los niños desnutridos presentaban daño genotóxico dato que equivale a un 83% de todos los desnutridos; y que 61% de los niños no desnutridos también lo presentaban. (Cuadro 3).

**Cuadro N° 3**  
**DAÑO GENOTÓXICO Y ESTADO NUTRICIONAL**

	CON DAÑO GENETICO	SIN DAÑO GENETICO	TOTAL
<b>DESNUTRIDO CRONICO</b>	22%	5%	26%
<b>NO DESNUTRIDO</b>	61%	12%	74%
<b>TOTAL</b>	83%	17%	100%
Odds Ratio=0,97 IC 95% (0.35 – 2.81) p=0,95			

Fuente: Elaboración propia. Luribay – 2008.

De ese 83% de los niños que presentan daño genotóxico un 50% se encuentran expuestos a plaguicidas. (Cuadro 4).

**Cuadro N° 4**

**DAÑO GENOTÓXICO Y EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS**

	CON DAÑO GENETICO	SIN DAÑO GENETICO	TOTAL
<b>EXPUESTO A PLAGUICIDAS</b>	50%	9%	59%
<b>NO EXPUESTO A PLAGUICIDAS</b>	34%	7%	41%
<b>TOTAL</b>	84%	16%	100%
Odds Ratio=1.09 IC 95% (0.43 – 2.75) p=0,84			

Fuente: Elaboración propia. Luribay – 2008.

La presencia de Daño Genotóxico se encuentra en todas las edades con un porcentaje muy elevado, en especial entre los niños de 1 a 12 meses de edad con casi un 90% dentro de esa edad que resulta un 26% del total de niños estudiados.

La presencia de Daño Genotóxico se vio en niños No Desnutridos y Expuestos a Plaguicidas alcanzando un total de 35% de todos los niños estudiados, viéndose una mayor frecuencia entre los niños de las edades comprendidas entre 13 a 24 meses de edad con un 22%. (Cuadro 5).

**Cuadro N° 5**

**DAÑO GENETICO, EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y ESTADO NUTRICIONAL**

	CON DAÑO GENETICO		SIN DAÑO GENETICO	
	DESNUTRIDOS	NO DESNUTRIDOS	DESNUTRIDOS	NO DESNUTRIDOS
<b>EXPUESTOS A PLAGUICIDAS</b>	14%	35%	3%	7%
<b>NO EXPUESTOS A PLAGUICIDAS</b>	8%	26%	2%	5%
<b>TOTALES</b>	22%	61%	5%	12%

Fuente: Elaboración propia. Luribay – 2008.

Desde el punto de vista del estado nutricional, tenemos que los niños con Daño Genotóxico, Desnutridos crónicos y Expuestos a Plaguicidas alcanzan a un 54% de todos los desnutridos crónicos. Los niños con Daño Genotóxico, No Desnutridos y Expuestos a Plaguicidas representan un 48%.

Por otra parte se encontró que no existen diferencias en promedios de edad en el sexo femenino (valor  $p > 0.34$ ), pero si existen diferencias significativas en el análisis de T de Student para ver diferencias de promedios de edad en niños con y sin daño genotóxico solo en el sexo masculino (valor  $p < 0.04$ ).

La prueba de T de Student que se refiere a que los resultados en relación a la diferencia de edad en los pacientes con y sin daño genotóxico, es significativo, por el  $p = 0.05$  por lo que se concluye que hay diferencia significativa en la edad y daño genotóxico.

**DISCUSIÓN**

Los 155 niños estudiados pertenecientes a las diferentes comunidades de Luribay, presentan características similares tanto en el género femenino como masculino con un 47% y 53% respectivamente, dato importante que disminuye al sexo como variable confundente.

En el estudio un 61% de las madres de los niños se dedica a actividades agrícolas y está en contacto con plaguicidas, muchas de ellas fumigaron consecutivamente durante los últimos cinco años no utilizando medidas de protección adecuadas, combinando varios plaguicidas e inclusive fumigando estando embarazadas, datos alarmantes que ponen en manifiesto la falta de concientización de los problemas que ocasionan los plaguicidas en los menores de edad, ya que está establecido que la exposición en el útero tiene una especial importancia por la susceptibilidad que puede causar a efectos adversos en posteriores etapas de la vida, por lo idealmente, la valoración de la exposición debe ser basada en combinación de una encuesta y datos del marcador que caracterizan la exposición externa e interna a éstos agentes. (Bonassi 2005).

Cabe hacer notar que casi un 60% de los niños del estudio se encuentran directamente expuestos a los plaguicidas por la madre y que del 100% de los niños con daño genotóxico un 88% ha estado expuesto a plaguicidas.

Los niños desnutridos crónicos estudiados alcanzan a un 26%, de los cuales un 16,8% se encuentran expuestos a plaguicidas.

Pero vale la pena mencionar, que la desnutrición es una entidad compleja, individual, multigenica y multifactorial que puede llevar a determinaciones inadecuadas para la disminución colectiva de la misma. (Padula 2008).

La presencia de un valor tan elevado de daño genotóxico en esta población infantil (83%) nos pone en alerta debido a que si las alteraciones genéticas ocurren a una edad temprana pueden afectar a la larga el riesgo de padecer efectos adversos a la salud (Bonassi 2005), ya que cualquier exposición a productos peligrosos debe ser evitada en la medida de lo posible (Pastor Susana 2002).

Al categorizar la variable edad, pudimos darnos cuenta que existía daño genotóxico en las tres categorías definidas (I=1-12 meses, II=13-24 meses y III=25-36 meses), con mayor frecuencia en el primer grupo etario con un 26% (91% dentro de esa edad), dato interesante ya que en otros estudios, se vio que a mayor edad existía mayor tiempo de exposición por lo cual tenían mayor

presencia de daño. (S. Bonassi 2005, Benítez-Leite S. 2010).

Los expuestos a plaguicidas y desnutridos crónicos que presentan daño genotóxico alcanzan a un 15,38%, siendo estos niños los que se encontrarían en la "peor" situación de toda nuestra población estudiada, poniendo en manifiesto la mayor susceptibilidad de que estos niños pueden presentar enfermedades crónico-degenerativas en etapas posteriores de su vida, resultados que concuerdan con lo encontrado por S. Bonassi, M. Fenech.

A pesar de que los resultados de la investigación fueron no significativos ( $p=1,00$ ), pueden considerarse de alto valor predictivo, que podría indicar que el daño está dado por la variabilidad individual, por daño directo al DNA o por el estado de maduración del sistema de reparación. Resultado similar a los obtenidos por Elsa Cervantes y Michael Fenech.

Los genes son utilizados como marcadores moleculares en estudios epidemiológicos como predictores de cáncer por exposición ambiental, y están en estrecha relación con el estado nutricional de los individuos expuestos. (J. Kaput. 2004).

La Nutrigenómica (variabilidad individual) ha logrado establecer la estrecha relación entre el estado nutricional y la susceptibilidad individual a tóxicos y genotóxicos ambientales (plaguicidas). Es así que se estableció la importancia de los micronutrientes y las vitaminas, como modificadores del daño genómico inducido. (Fenech 2005).

Si bien existen muchos estudios que relacionan a la exposición a plaguicidas como causante de varios problemas de salud, no todas las personas expuestas a estos compuestos desarrollan enfermedades, ya que en una población expuesta a plaguicidas existen individuos más susceptibles y en mayor riesgo que otros para desarrollar problemas de salud por la exposición a los mismos.

Los resultados que obtuvimos nos llevan a indicar que los niños que presentan daño genotóxico, son una población susceptible a presentar mayor predisposición a desarrollar enfermedades crónico-degenerativas, por lo que deben de ser controlados periódicamente, para

detectar problemas de salud y mejor aún para prevenirlos, siendo necesario ampliar el estudio a otros marcadores moleculares relacionados con mecanismos de reparación, en los individuos con daño.

Las mujeres y los niños no deberían estar en contacto con plaguicidas, por la amplitud de consecuencias a la salud descritos en muchos estudios epidemiológicos y de biomonitorización que coinciden con este.

## CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaramos no presentar ningún conflicto de interés para la realización y/o publicación del presente artículo.

## AGRADECIMIENTOS

A las madres y niños las ocho comunidades del Municipio de Luribay que formaron parte de este estudio. A la ONG Save The Children por su ayuda en la detección de niños desnutridos crónicos en el Municipio de Luribay. A la Fundación Plagbol por su aporte logístico e incentivo a las poblaciones para el Manejo Integrado de plagas.

## REFERENCIAS

1. Condarco Guido. Seminario Taller Internacional Sobre Intoxicaciones Por Plaguicidas Y Armonización En La Recolección De La Información. (Internet) La Paz: plagbol.org.bo; 2005 (acceso noviembre de 2009) Disponible en: [http://www2.unitar.org/cwm/publications/cbl/ghs/Documents\\_2ed/G\\_Meetings\\_and\\_Workshop\\_Reports/286\\_Bolivia\\_INSE\\_Taller-plaguicidas.pdf](http://www2.unitar.org/cwm/publications/cbl/ghs/Documents_2ed/G_Meetings_and_Workshop_Reports/286_Bolivia_INSE_Taller-plaguicidas.pdf)
2. Plaguicidas En Bolivia. (Sede Web) Acceso diciembre 2009) Disponible en: <http://www.prenatal.tv/lecturas/bolivia/Plaguicidas%20en%20Bolivia.pdf>
3. Carballo Marta A. y Mudry Marta. "Principios De Genética Toxicológica". (Internet) 2005, (acceso noviembre de 2009) Disponible en : <http://www.face.ubiobio.cl/webfile/media/77/POSTITULO%20EN%20CIENCIAS%20NATURALES%20Y%20EXACTAS/Inestabilidad%20cromos%F3mica.pdf>
4. Fenech Michael, Thomasa Philip, Harvey Sarah. The Buccal Cytome And Micronucleus Frequency Is Substantially Altered In Down's Syndrome And Normal Ageing Compared To Young Healthy Controls. *Rev. Mutation Research* 638 (Rev. de Internet) 2008, págs 37–47. Disponible en: [http://works.bepress.com/tini\\_gruner/19/](http://works.bepress.com/tini_gruner/19/)
5. Zalacain M., Sierrasésúmagá L., Patiño A., El Ensayo De Micronúcleos Como Medida De Inestabilidad Genética Inducida Por Agentes Genotóxicos. (Internet) (acceso: noviembre de 2007) Disponible en: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol28/n2/revi2.html>
6. Pastor Benito Susana. (Tesis Doctoral). Biomonitorización Citogenética De Cuatro Poblaciones Agrícolas Europeas, Expuestas A Plaguicidas, Mediante El Ensayo De Micronúcleos. (Internet) Barcelona 2002. (acceso en noviembre de 2009) Disponible en: <http://www.tdx.cat/TDX-1113103-151308> or <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1113103-151308/>
7. Santibáñez Tania. Campaña Para La Prohibición Y Restricción De Los Plaguicidas Extremada Y Altamente Tóxicos. RAPAL – Bolivia. [revista en la Internet]. Octubre 2007 La Paz – Bolivia (acceso diciembre de 2008) Disponible en: [http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/plaguicidas\\_la\\_y\\_lb\\_en\\_bolivia.pdf](http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/plaguicidas_la_y_lb_en_bolivia.pdf)
8. OPS/OMS. Plaguicidas Y Salud En Las Américas Washington, D.C., OPS, 1993, 110p. tabs (OPS Serie Ambiental, 12). (Acceso diciembre de 2007). Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=ink&exprSearch=64370&indexSearch=ID>
9. García Jaime E. Situación Mundial de la Industria de los Plaguicidas, [revista en la Internet]. *Agronomía Costarricense* 18(2): 239-243, 1994. (Acceso diciembre de 2007) Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v18n02\\_239.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v18n02_239.pdf)
10. Cervantes Rafael, Plaguicidas, Salud y Medioambiente. [revista en la Internet]. *Boletín informativo ENTORNO*. Febrero – Septiembre 2006. (Acceso diciembre de 2007). Disponible en: [www.plagbol.org.bo](http://www.plagbol.org.bo)

11. *Clasificación y Toxicidad de los Plaguicidas. (Internet) Instituto Nacional de Salud. ANEXO 2. (Acceso enero de 2009). Disponible en: [http://www.saluddecaldas.gov.co/Sp/Documentos/Anexo2\\_intoxicacion-f.pdf](http://www.saluddecaldas.gov.co/Sp/Documentos/Anexo2_intoxicacion-f.pdf)*
12. *Ramírez, J. A. y Lacasaña, M. "Plaguicidas: Clasificación, Uso, Toxicología y Medición de la Exposición". [revista en la Internet]. Arch Prev Riesgos Labor 2001;4(2):67-75. (Acceso enero de 2008) Disponible en: <http://www.scsmt.cat/Upload/Documents/2/3/239.pdf>*
13. *Los agrotóxicos y el cáncer en los niños (Internet), 13 de julio de 2010 Acceso agosto de 2010. Disponible en: [http://www.rel-uita.org/agricultura/agrotoxicos/los\\_agrotoxicos\\_y\\_el\\_cancer\\_en\\_ninos.htm](http://www.rel-uita.org/agricultura/agrotoxicos/los_agrotoxicos_y_el_cancer_en_ninos.htm)*
14. *García Barquisimeto Yamina del Carmen. Exposición A Plaguicidas Y Efectos A La Salud En Trabajadores Agrícolas De Siquisique, Municipio Urdaneta Estado Lara, 2006. (Internet) Acceso abril de 2008. Disponible en: [http://bibmed.ucla.edu.ve/Edocs\\_bmucla/textocompleto/TWA240G372006.pdf](http://bibmed.ucla.edu.ve/Edocs_bmucla/textocompleto/TWA240G372006.pdf)*
15. *Benítez-Leite S1, Macchi ML, Acosta M2. Malformaciones congénitas asociadas a agrotóxicos. (Internet) Acceso mayo de 2009. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v34n2/v34n2a02.pdf>*
16. *Gómez Belinda C. y Zúñiga Guillermo M. Genotoxicidad Y Potencial Teratógeno (Internet) Acceso mayo de 2010. Disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistas/vol20num3/articulos/primates/index.html>*
17. *Bonassi Stefano, Neri Monica, Ceppi Marcello, et al. Baseline Micronuclei Frequency In Children: Estimates From Meta- And Pooled Analyses. Rev. Research I Children's Health. (Rev. En Internet). Acceso agosto de 2009. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1280406/>*
18. *Fenech Michael, GENOME HEALTH NUTRIGENOMICS. PERSONALISED NUTRITION FOR PREVENTION OF DNA DAMAGE. CSIRO Human Nutrition. Genome Health Nutrigenomics Laboratory. Pdf (Rev. En Internet). Acceso agosto de 2009. Disponible en: <http://www.csiro.au/news/Personalised-Nutrition.html>*
19. *Bonassi Stefano, Neri Monica, et al. Children's exposure to environmental pollutants and biomarkers of genetic damage. I. Overview and critical issues. Rev. Mutation Research 612 (2006) 1–13. (Rev. En Internet). Acceso agosto de 2009. Disponible en: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T2G-4GJM40J-1&\\_user=10&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&\\_docanchor=&view=c&\\_searchStrId=1076275451&\\_rerunOrigin=scholar.google&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=b8f8b369ad44429bcc2ba4da310b75c0](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T2G-4GJM40J-1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1076275451&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=b8f8b369ad44429bcc2ba4da310b75c0)*
20. *Benítez-Leite S(1), Macchi ML(1), et al. Daño celular en una población infantil potencialmente expuesta a pesticidas. Pediatría. (Rev. En Internet). Órgano Oficial de la sociedad Paraguaya de Pediatría. Volumen 37 – Número 2 (2010). Acceso Octubre de 2010. Disponible en: [http://www.pediatria.spp.org.py/revistas/ed\\_2010/dano\\_celular.html](http://www.pediatria.spp.org.py/revistas/ed_2010/dano_celular.html)*