

Plaguicidas químicos usados en el cultivo de soya en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia: riesgos para la salud humana y toxicidad ambiental

Roberto Bascopé Zanabria¹, Ulrike Bickel² y Johana Jacobi³

Centro Universitario AGRUCO, Facultad de ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Universidad Mayor de San Simón

robertobzambiental@gmail.com

Resumen: La presente investigación caracteriza los plaguicidas químicos utilizados en el cultivo agroindustrial de soya en el municipio de San Pedro del Departamento de Santa Cruz de la Sierra. Se realizó el estudio durante dos campañas en el periodo 2016 en el municipio de San Pedro, ya que es el municipio con mayor superficie cultivada con soya en Bolivia. La región tiene dos campañas agrícolas. Para el levantamiento de datos se optó por un enfoque de métodos mixtos: entrevistas abiertas (30), mapas parlantes (9) y flujos de proceso (9). Se contó con la participación de diversos actores clave en la producción de soya en zona de estudio. Los resultados muestran que en una hectárea de soya anualmente se aplican más de 35 kg de productos químicos (plaguicidas y otros insumos agrícolas) con diferentes grados de toxicidad. Encontramos que se emplean caldos compuestos hasta con 11 diferentes productos, siendo aplicados entre 6 a 13 veces en toda la etapa fenológica del cultivo. En el periodo de estudio se utilizaron en total 64 marcas de plaguicidas químicos de uso agrícola (PQUA). En total se han identificado 19 ingredientes activos que son clasificados como Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAPs). Estos resultados muestran que los ecosistemas y los seres humanos están expuestos a serios riesgos. Es en tal sentido que se desarrollan una serie de recomendaciones, entre ellas potenciar la agroecología como práctica, movimiento social y ciencia, y retirar los PAPs del mercado.

Palabras clave: Plaguicidas Altamente Peligrosos, agroquímicos, toxicidad, salud, soya, Bolivia.

Abstract: The goal of this research was to characterize pesticides in the soybean agro-industrial food system in the municipality of San Pedro, in the Department of Santa Cruz de la Sierra. The study was conducted during two campaigns in 2016 in

1 Centro Universitario Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO), Cochabamba, Bolivia. robertobzambiental@gmail.com

2 Universidad de Rostock, Alemania.

3 Centro para el Desarrollo y Medio Ambiente, Universidad de Berna, Suiza.

San Pedro, the municipality with the largest soybean area in Bolivia. The region features two cropping cycles per year. For the data collection, a mixed methods approach was chosen: open interviews (30), participatory maps (9) and process flows (9). Different key actors of soybean production participated in the study. The results show that in one year, more than 35 kg ha⁻¹ of agricultural pesticides (pesticides and other agricultural inputs) are applied with different degrees of toxicity. We found that mixtures of up to 11 products being applied between 6 and 13 times throughout the phenological stage of the soy crop. During the study period, 64 chemical pesticide products were identified, from which a total of 19 active ingredients are classified as Highly Hazardous Pesticides (HHPs). The results show that ecosystems and human beings are exposed to serious risks from hazardous pesticides in the San Pedro Department. Drawing on these results, we make a series of recommendations, among them the broad support of agroecology as a practice, a social movement and a science, and withdraw HHPs from the market.

Key words: Highly hazardous pesticides, agrochemicals, toxicity, health, soybeans, Bolivia.

1 Introducción

Una de las problemáticas de mayor riesgo para la salud humana y el medio ambiente, y de menor divulgación en la actualidad es el alto uso de **plaguicidas químicos de uso agrícola (PQUA)**. Se define como PQUA:

[...] a cualquier sustancia o mezcla de sustancias con la cual se pretende prevenir, destruir, repeler o atenuar una plaga. A su vez, se entiende por plaga a cualquier organismo que interfiera con la conveniencia o bienestar del hombre u otra especie de su interés” (Vega 1985).

Un PQUA normalmente está compuesto por un ingrediente activo (en esta artículo usamos el término “sustancia”) y por coadyuvantes. Los **ingredientes activos** son sustancias que controlan, matan o repelen a las plagas, mientras que los **coadyuvantes** son sustancias que tienen el fin de mejorar tanto las propiedades físicas como químicas del plaguicida (Achacollo 2010).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial se emplean más de 1 000 sustancias de uso agrícola con el fin de proteger los cultivos frente a plagas (OMS 2018c). En los últimos 20 años, el uso de PQUAs ha incrementado significativamente en muchos países en vías de desarrollo (no solo en cifras absolutas por la expansión del área cultivada, sino también por hectárea), donde su uso y manejo (ej. almacenamiento y disposición de envases) inadecuados se constituyen en un riesgo para la sostenibilidad de los sistemas alimentarios (Haggblade *et al* 2017). Estos factores, sumados al desconocimiento de los daños y a la falta de participación social en la toma de decisiones sobre PQUAs, exponen a la salud de la población activa del sector agrario y a la población en general, a riesgos con consecuencias imprevisibles (OMS 1996).

Bolivia no está exenta de esta situación. Este artículo se concentra en el cultivo industrial de la soya a gran escala porque en este sistema de producción se emplea gran cantidad de plaguicidas. El cultivo de soya se concentra principalmente en el departamento de Santa Cruz es un cultivo ‘reciente’ que fue introducido en Bolivia desde los años 1970. Alcanzó hasta la campaña verano invierno 2017/2018 las 1.269.900 hectáreas sembradas de soya genéticamente modificada con tolerancia al herbicida glifosato, con una producción anual de 1.991.401 t. Dicha producción se realizó empleando diversos PQUAs e insumos agrícolas como fertilizantes sintéticos durante todo el ciclo fenológico del cultivo (ANAPO 2018; Radio San Gabriel 2018). Cabe destacar que se nota un marcado aumento del uso de PQUAs a partir del año 2006, que coincide con la legalización e introducción masiva de semillas transgénicas de soya en Bolivia (Carvajal 2017).

Pese a la importancia del cultivo de la soya en términos económicos, medio ambientales y de salud, no se cuenta con estudios que cuantifiquen el uso de sustancias potencialmente peligrosas en el cultivo de soya en Bolivia. Es en tal sentido que se optó por realizar un estudio con el objetivo de documentar y cuantificar los diferentes productos comerciales químicos usados como plaguicidas e ingredientes activos usados en el cultivo de soya en la campaña 2016 en el municipio de San Pedro del Departamento de Santa Cruz de la Sierra. Además, el estudio evalúa los ingredientes activos identificados según información compilada por diferentes organizaciones y regulaciones en otros países sobre la toxicidad en aves, peces, abejas y personas.

En el presente artículo se presentan los resultados obtenidos de dicho estudio y un breve análisis de los impactos a la salud y al medio ambiente de las sustancias que contienen los PQUAs identificados. Los resultados deben ser considerados en la toma de decisiones no sólo en Bolivia sino también en otros países que viven la crisis de la agricultura industrial.

1.1 Planteamiento del problema

La base de datos “El Gran Paitití” del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) menciona la importación de 11 541 t de PQUAs en 2010, y 44.555 t para 2017 lo que significa que la importación de PQUAs casi cuadruplicó en estos 13 años. Sin embargo, el Instituto Nacional de Estadística menciona la importación de 62 958 t de PQUAs para 2017.

El 72% de los PQUAs registrados en el país hasta agosto del año 2018 se categorizaron como “Plaguicidas Altamente Peligrosos”⁴ (*Highly Hazardous Pesticides*) (Bickel 2018) por su toxicidad aguda y/o crónica para la salud humana y/o para el medio ambiente" según la Red de Acción en Plaguicidas (2016), la “Lista Negra” de Greenpeace (2016), y/o fueron prohibidos en otros países.

Según nuestro conocimiento, el Estado Plurinacional de Bolivia importa el 100% de los PQUAs usados en el país, ya de manera legal o a través del mercado negro (Bickel 2018; PLAGBOL 2017). Los PQUAs en su mayoría provienen de China (34%), Argentina (22%), Brasil (9%) y Uruguay (9%) (IBCE 2017).

Tabla 1. Clasificación toxicológica de ingredientes activos según criterios de la OMS. Fuente: Elaboración propia en base OMS 1996.

Clasificación de la OMS según los riesgos	Información que debe figurar en la etiqueta			
	Clasificación de peligro	Color de banda	Símbolo de peligro	Símbolos de palabra
Ia Sumamente peligroso	Muy tóxico			 MUY TÓXICO
Ib Muy peligroso	Tóxico			 TÓXICO
II Moderadamente peligroso	Nocivo		X	 NOCIVO
III Poco peligroso	Cuidado			CUIDADO
IV Producto que normalmente no ofrecen peligro				CUIDADO

El presente estudio se basa en cifras formales de importaciones registradas por el Instituto Nacional de Estadística y por INE y SENASAG. Se estima además un ingreso ilegal equivalente al 35% de productos comerciales de PQUAs (PLAGBOL 2017). Es en tal sentido que estamos conscientes de que las cifras pueden ser mayores que las cifras oficiales de importaciones. En su mayoría, el ingreso informal ocurre

⁴ Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAPs) se definen como “aquellos que reconocidamente representan una peligrosidad aguda o crónica particularmente elevados para la salud o el medio ambiente [...] Además, podrán considerarse muy peligrosos y tratarse como tales aquellos plaguicidas que, en condiciones de uso en un país, parezca que ocasionan un daño grave o irreversible para la salud o el medio ambiente (FAO/WHO 2013 P. 6).

por las fronteras con Brasil, Paraguay y Argentina (IBCE 2017). Los tres países usan altos niveles de plaguicidas por hectárea. De acuerdo a datos de FAOSTAT (2018) para el año 2016, en Paraguay se emplearon 5,57 kg ha⁻¹ de pesticidas, en Argentina 5,17 kg y en Brasil 7,3 kg por habitante (FAOSTAT 2018).

Tabla 2. Importaciones de productos comerciales de plaguicidas químicos de uso agrícola - Toneladas por año.

Productos químicos	Toneladas/Año				
	2000	2005	2010	2015	2017
Insecticidas	---	5.535	9.859,1	8.062,1	10.019,6
Fungicidas	---	1.945	4.467,2	5.130,5	6.544,5
Herbicidas	---	11.829	17.242,2	24.953,5	34.365,4
Total.-	8.694	19.309	31.568,5	38.146,2	50.929,6

Fuente: Elaborado por el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE 2018) en base al Instituto Nacional de Estadística (INE 2018).

En el país se importan principalmente herbicidas (37%) insecticidas⁵ (32%), y fungicidas (31%) (IBCE 2017). Dentro del grupo de los herbicidas, las sustancias más importantes son el glifosato, Paraquat y atrazina que se clasifican como PAPs: Glifosato como un probable cancerígeno y potencial contaminante de agua, Paraquat por toxicidad aguda, potencial contaminante de agua y sospecho interruptor endocrino, y atrazina por ser carcinógeno, contaminante de agua, tóxico para la reproducción, y un sospecho interruptor endocrino (PAN 2019).

Otro riesgo para la salud y el medio ambiente es la existencia de PQUAs obsoletos⁶ y de material contaminado, distribuidos a lo largo de todo el territorio nacional (SENASAG 2013). En el año 2009, Jørs en un estudio doctoral en 191 fincas familiares, evidenció que el 60% (187/312) de los PQUAs almacenados eran

⁵ De acuerdo al tipo de plaga que controla el plaguicida pueden ser insecticidas (control de insectos), fungicidas (control de hongos), herbicidas (control de malezas) y muchos otros más como acaricidas, molusquicidas, ovicias, etc. (Achacolla 2010).

⁶ Los plaguicidas obsoletos son aquellos: ilegales, han pasado la fecha de caducidad, son desconocidos, han sufrido deterioro ya sea físico o químico y/o no cuentan con registro (SENASAG 2013).

obsoletos (Jørs 2014). Entre los años 2010 y 2011 el SENASAG realizó un inventario nacional de PQUAs obsoletos. En total se identificaron 615 t de PQUAs obsoletos en 339 almacenes de 343 visitados (SENASAG 2013).

Resulta difícil demostrar la existencia de un vínculo directo entre la exposición a los PQUAs y la aparición de enfermedades y trastornos en el ser humano, o de daños a los ecosistemas (OMS 2018a). En la década de los 1960s ya se evidenciaban los impactos del uso de PQUAs, un ejemplo de ello es la publicación de Carson (1962) “Primavera silenciosa”, en la que se denuncian los efectos de los pesticidas químicos en el medio ambiente, especialmente en las aves, induciendo a la prohibición del Diclorofo Difenil Tricloroetano (DDT) para el uso agrícola en los Estados Unidos y en muchos otros países (EPA 2017).

En un estudio de la OMS en el año 1990 se concluyó que los riesgos más graves para la salud humana de los PQUA son las intoxicaciones agudas como resultado de “intentos suicidas, intoxicaciones masivas por alimentos contaminados, accidentes industriales y exposición ocupacional en la agricultura” (OMS 1990). Margni *et al.* (2002) llamaban a la comunidad científica a estudiar de manera consistente los efectos de los PQUAs a la salud humana y los ecosistemas. A través de un estudio los autores pudieron determinar que la máxima exposición tóxica se da por consumo de alimentos (10^3 a 10^5 veces que por consumo de agua o por inhalación) (Margini *et al.* 2002 P. 379).

En los últimos años se publicaron diversos estudios sobre el uso y manejo de PQUAs y sobre los riesgos ambientales y para la salud humana, específicamente en países en vías de desarrollo. Por ejemplo, Tsimbiri *et al.* en el año 2015 presentaron los resultados de un estudio sobre los impactos de los pesticidas en la salud de residentes y horticultores/as en la región del lago Naivasha (Kenia). El estudio concluye que “un porcentaje significativo de los participantes [...] están sufriendo síntomas que podrían ser relacionados a la exposición a pesticidas” (P. 32).

Un estudio realizado por Alonso *et al.* en el año 2018 sobre el Glifosato y la Atrazina en la precipitación y en suelos en áreas agro-productivas en la región de las pampas argentinas evidenció una elevada frecuencia de detección de Glifosato y Atrazina en el 80% de las muestras, con concentraciones medianas y máximas de $1,24 - 67,3 \mu\text{g l}^{-1}$ en relación a las precipitaciones. En suelos el Glifosato se presentó en el 41 % de las muestras seguido de la Atrazina con el 32%. Existen diversos argumentos sobre la persistencia del Glifosato en los suelos, se ha evidenciado una persistencia de días hasta 3 años (Nivia 2000). Al respecto Nivia (2000) explica que en varios estudios se ha visto que “la degradación inicial es más rápida que la degradación posterior de lo que permanece, resultando en larga persistencia” (p. 5). En cuanto a la Atrazina, en un estudio en Córdoba se evidenció que presenta una persistencia variable (12 y 154 días) (Hang y Nassetta 2003). Se registraron “deposiciones de

herbicidas” en cuerpos de agua y suelo tanto rural como urbano, así como concentraciones de ambos herbicidas en los suelos argentinos, con niveles superiores a los reportados en otros países (Alonso *et al.* 2018).

En Bolivia, se realizó un estudio sobre las intoxicaciones laborales por pesticidas en el que se evidenció que 70% de los/as participantes (N = 201) “reportan haber sufrido síntomas de intoxicación relacionadas a su aplicación durante el último año”, mientras que el 40% reportó haberlos sufrido durante el último mes (Jørs *et al.* 2006 P.9).

Madeley (2003) argumenta que es probable que los plaguicidas tengan mayores impactos en la salud y el medio ambiente en los países en vías de desarrollo debido a que muchos gobiernos carecen de recursos para legislar y vigilar el uso de estas sustancias. Bolivia parece no estar exenta de esta realidad. Al respecto diversas organizaciones advierten que en el país no se está cumpliendo con la legislación nacional (Ley N° 1333 de Medio Ambiente y la Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra) y los convenios internacionales (convenios de Estocolmo, Basilea y Rotterdam), lo que repercute de manera negativa en la soberanía alimentaria y en desarrollo sostenible (Cervantes 2010; REDESMA 2010, Jørs 2014 PLAGBOL 2017).

En el Departamento de Santa Cruz, el sistema alimentario agroindustrial tiene como principal cultivo a la soya. La producción industrial de soya bajo esquemas convencionales genera una serie de problemas socio-ambientales. De acuerdo a Castañón (2014) entre 1991 y el año 2012 la superficie cultivada de soya en Bolivia incrementó en un 467%, para la gestión 2019 el gobierno autorizó la ampliación de la frontera agrícola en 250 000 hectáreas para la producción de Soya.

2 Objetivos

El objetivo general de la investigación fue el siguiente:

Documentar y cuantificar los diferentes plaguicidas químicos e ingredientes activos usados en el cultivo de soya en la campaña 2016 en el municipio de San Pedro del Departamento de Santa Cruz de la Sierra.

Para cumplir con este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Clasificar la toxicidad diferencial de ingredientes activos y formulaciones comerciales, de los plaguicidas encontrados en la investigación según PAN.
- Evaluar las sustancias identificadas según información compilada por diferentes organizaciones y regulaciones en otros países sobre la toxicidad en aves, peces, abejas y personas.

- Recomendar pasos a seguir en base a la evaluación de productos e ingredientes activos documentados en el área de estudio según regulaciones, acuerdos internacionales y recomendaciones de diferentes organizaciones.

3 Sustento teórico

3.1 Sustentabilidad alimentaria

Basamos la investigación en un concepto de sostenibilidad alimentaria que refleja las dimensiones ambientales, económicas y sociales de sostenibilidad. Asimismo, varios autores sugieren abordar la sostenibilidad alimentaria desde conceptos de equidad intra- e intergeneracional, integridad ambiental y resiliencia (Lang 2012; Aiking y de Boer 2004). Más allá de esto, hay un creciente cuerpo de trabajo que propone que la democracia y los enfoques de gestión reflexiva también tienen papeles fundamentales que jugar en hacer los sistemas alimentarios más sostenibles (Marsden 2014). En la sostenibilidad alimentaria se reconocen 5 fundamentos: seguridad alimentaria, derecho a la alimentación, desempeño ambiental, reducción de la pobreza y desigualdad y resiliencia socio-ecológica (Rist *et al.* 2015). El presente estudio se enmarca específicamente en la dimensión ambiental en base a indicadores como ser el tipo y cantidad de productos químicos de uso agrícola, fertilizantes además de requerimientos de tierra, energía y agua (NORMA ISO 14001 2004).

3.2 Base Normativa Legal

3.2.1 Base normativa Internacional

El Estado Plurinacional de Bolivia es parte de los siguientes convenios internacionales en materia de PQUAs:

3.2.1.1 Convenio de Basilea

En el año 1996 mediante la Ley N° 1698 se ratifica el Convenio de Basilea (Bolivia 1996). Se trata de un acuerdo global entre varios países con el fin principal el de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los efectos perjudiciales de los desechos peligrosos, regulando los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos. El convenio obliga a sus partes a garantizar que los desechos serán manejados y eliminados de manera ambiental racional y amigable con el fin de reducir al mínimo la generación y el movimiento de estos desechos.

3.2.1.2 Convenio de Estocolmo

Bolivia mediante la Ley N° 2417 del año 2002 ratifica el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) (Bolivia 2002). De esta manera asume las decisiones, compromisos derechos y obligaciones para garantizar la

eliminación de los COPs a través de programas estratégicos. En el año 2005 se promulga el Decreto Supremo N° 28092 con el objetivo de crear el Programa Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes (PRONACOPs), una instancia técnica y operativa del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

3.2.1.3 Convenio de Róterdam

A través de la Ley N° 2469 del año 2003 se aprueba y ratifica el convenio de Róterdam para la aplicación del procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP) con la finalidad de proteger la salud humana y al medio ambiente a través del control y vigilancia de la comunidad internacional sobre el comercio de algunos plaguicidas y productos químicos industriales (Bolivia 2003). En el Anexo III del Convenio existen productos químicos enumerados sujetos al CFP. También existen criterios y procesos necesarios para incluir otros productos químicos.

3.2.2 Base normativa boliviana

Durante los últimos años el Estado Plurinacional de Bolivia ha realizado una serie de avances en torno a la protección del medio ambiente y a la salud humana vinculados a la temática de los plaguicidas químicos de uso agrícola (Tabla 3).

Tabla 3. Normativa boliviana relevante en materia de plaguicidas químicos de uso agrícola.

Normativa	Descripción
Resolución N° 630. Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola	Establece una serie de criterios, métodos, protocolos y procedimientos de evaluación de [PQUAs] (p. 11). Busca facilitar la aplicación de la Decisión 436 en los Países Miembros e identificar los procedimientos y criterios [...] orientados al desarrollo técnico científico del Registro de los Plaguicidas (CAN 2002, p. 11).
Ley N° 830 de Sanidad e Inocuidad Alimentaria.	Establece que el SENASAG es la autoridad competente en el tema de plaguicidas de uso agrícola respaldado por la Ley N° 1333 de Medio Ambiente y la Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra (Bolivia 2016).
Resolución Administrativa N° 07/2017. Manual de Procedimientos de Evaluación Eco-toxicológica de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.	Establece procedimientos administrativos, requisitos e instrumentos técnicos de Evaluación Ecotoxicológica de PQUAs (Bolivia 2017, p. 13).
Resolución Administrativa N° 041/2018. Reglamento de Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.	Establece requisitos, lineamientos y procedimientos para el registro y control de PQUAs en el territorio nacional. (P.10) Busca prevenir y minimizar riesgos a la salud y al medio ambiente (Bolivia 2018, p. 10).

Resolución Administrativa SENASAG N° 170/2015.	El SENASAG en coordinación con los Ministerios de Medio Ambiente y Agua y el Ministerio de Salud realizaron la Evaluación del ingrediente activo Metamidofos llegando a la conclusión de prohibir la importación y el uso de sus productos formulados.
--	--

3.3 Plaguicidas y toxicidad

LA OMS define la **toxicidad aguda** como “la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto” (OMS 1993). También se clasifican los PQUAs por su **vida media**, que se entiende como su capacidad de permanecer en el medio ambiente. En base a la vida media los PQUAs puede ser: no persistente, moderadamente persistente, persistente y permanente (Ramirez y Lacasaña 2001).

La **movilidad en el suelo** se da por un proceso de lixiviación y percolación del agua. Se determina en base al coeficiente de partición orgánica y el agua (De la Cruz *et al* 2019).

3.4 Agroecología

La agroecología es un paradigma alternativo al modelo agrícola convencional basado en el uso de insumos externos químicos. La agroecología se constituye como ciencia, práctica y movimiento social (Altieri y Toledo 2011). Promueve la soberanía alimentaria de los pueblos a partir de una agricultura basada en la co-creación del conocimiento, del empleo de prácticas agrícolas ecológicas y de la emancipación de los y las agricultores/as.

3.5 Principio de precaución

El Principio 15 de Precaución de la Declaración de Río de Janeiro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo establece lo siguiente:

Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (ONU 1992).

El Principio de Precaución debería ser fundamental a la hora de tomar decisiones en torno a los PQUAs por parte de los gobiernos, ya que ante la duda de sus impactos debería primar la precaución. La Ley 1333 del Medio Ambiente contiene el principio precautorio (Art. 5/II) así que también la Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien (Art. 4).

4 Metodología

4.1 Alcances del estudio

El estudio se limitó a caracterizar los PQUAs e ingredientes activos utilizados por los productores de soya en el municipio de San Pedro.

El mismo se realizó en la campaña de invierno y en la campaña de verano del año 2016. El levantamiento de información primaria se realizó durante todo el periodo vegetativo del cultivo.

El Departamento de Santa Cruz de la Sierra se caracteriza por concentrar a diferentes actores relacionados con diferentes sistemas agrícolas (Urioste 2011). El Departamento es el principal centro comercial financiero e industrial de Bolivia. Según INE (2018), Santa Cruz en el 2017 fue el principal aportante al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con una participación de aproximadamente 30% que involucra un valor mayor a los 10 848 millones de dólares americanos. La principal actividad económica es la agropecuaria que aporta al PIB con un 17,22 %.

El municipio de San Pedro se encuentra ubicado al Noreste del Departamento de Santa Cruz de la Sierra, en la Provincia Obispo Santistevan. Se trata de un municipio principalmente agropecuario (PDM 2013). El 83,5% del territorio pertenece a uso agropecuario intensivo. Mientras que el 3,14% de la superficie del territorio son de uso extensivo (PDM 2013).

La soya es el principal cultivo en el municipio de San Pedro. En la campaña agrícola del año 2017 la superficie total cultivada en el Departamento de Santa Cruz fue de 993 000 ha. Según datos preliminares la superficie para la campaña agrícola del año 2018 fue de 1 020 000 ha (CAO 2017). San Pedro fue el Municipio elegido para realizar el estudio porque según el Censo Agropecuario del año 2013 posee la mayor superficie de soya cultivada en todo el país (INE 2018). La soya es el principal cultivo comercial en el Municipio, con una superficie total de 164 000 ha, de las cuales se producen bajo sistema empresarial 130 822 ha y bajo sistema de pequeños productores 33 178 ha (Catacora 2016 citando a PDM- GAM SP, 2014, p. 125).

4.2 Métodos

Para la definición de métodos se siguió el enfoque de métodos mixtos, en el que se combinan métodos cualitativos y cuantitativos con el fin de obtener información más completa y balanceada (Johnson *et al.* 2007; Cowman 1993). En párrafos posteriores se abordaran los métodos, técnicas y herramientas empleadas.

En una primera etapa se exploró el contexto del estudio a partir de la observación de la cotidianeidad de los productores sojeros. En esta etapa se realizaron reuniones divulgativas y de socialización con los actores clave del sector sojero con el propósito de explicar la naturaleza, objetivos y alcances de la

investigación. Posteriormente, se estableció el área de influencia del sistema agroindustrial sojero junto con los actores clave. También, se identificaron los componentes de interés para el estudio y con el acompañamiento de los actores se hizo un seguimiento con el fin de conocer el contexto técnico con la utilización de agroquímicos en la etapa fenológica del cultivo de soya.

Una vez explorado el contexto local del área de estudio se procedió a la elaboración de herramientas de levantamiento de datos y al trabajo de campo. El trabajo de campo tuvo el fin de elaborar un inventario de PQUAs usados en el cultivo de soya. Para tal efecto se emplearon diversos métodos: 30 entrevistas abiertas, 9 mapas parlantes⁷ y 9 flujos de producción.

Con la finalidad de conocer el contexto de la producción de soya se realizaron 30 entrevistas semi-estructuradas a productores de soya, gerentes de agropecuarias, dirigentes locales, miembros de la Federación Bartolina Sisa, así también entrevistas a personeros de la Honorable Alcaldía de San Pedro, entre ellos al alcalde de turno del Municipio, al encargado del Medio Ambiente, dirigentes de asociaciones, productores y miembros de la Federación Bartolina Sisa.

Una vez definidos los estudios de caso (9) para la toma de datos, se procedió a la visita a parcelas con el objetivo de conocer el manejo que se realiza, problemas en los cultivos y la identificación de insumos utilizados por los productores. Para tal efecto se realizaron mapas parlantes y flujos de procesos. El objetivo del uso de los mapas parlantes fue de recoger de manera gráfica las percepciones de los agricultores respecto al manejo de sus cultivos. Estos mapas reflejan los aspectos más importantes del manejo de los cultivos, así como también el acceso a recursos naturales o falencias de los mismos (acceso y uso del agua, tierras, bosques y otros). Junto con el levantamiento del mapa parlante se realizaron recorridos por las parcelas de los productores donde se pudo obtener la información de flujo de producción y definir específicamente el ingreso y egreso de insumos en cada etapa de producción.

⁷ “Mapas parlantes” son un instrumento técnico metodológico de comunicación y creación de visiones cuyo objetivo es la identificación de posibles problemas, puede también ser utilizado para la realización de evaluaciones de avances o cambios, como también la realización de planificación de acciones (Zamalloa 2008).

Tabla 4. Descripción de los estudios de caso.

Productor	Productos químicos aplicados kg ha ⁻¹ año ⁻¹	Nº de aplicaciones por campaña	Rendimiento (t ha ⁻¹ Campaña ⁻¹)
1	24,0	12	3,6
2	40,0	16	2,9
3	35,3	16	3,0
4	40,4	18	3,0
5	32,9	14	2,5
6	29,6	18	3,0
7	51,4	16	2,8
8	43,7	24	3,2
9	37,6	18	3,0

Fuente: Elaboración propia, estudio 2016.

Con cada uno de los productores (Tabla 4, se realizó un análisis a profundidad sobre el uso de PQUAs e insumos agrícolas a través de las entrevistas abiertas y el flujo de procesos respecto al uso de insumos en cada etapa (tipo, cantidad y uso).

Una vez levantada la información de campo respecto al uso de PQUAs en el cultivo de soya, se procedió a crear una base de datos de las sustancias identificadas. A partir de la base de datos se realizó la evaluación e interpretación de la información. Para tal efecto se completaron cuatro sub-fases: clasificación, caracterización, normalización y valoración.

Clasificación: El primer paso es la clasificación de los PQUAs según el tipo de producto (insecticidas, fertilizantes, etc.), grado de toxicidad, y cantidad empleada por hectárea.

Caracterización: Una vez que cada PQUA se ha asignado a una o más categorías (según grado de toxicidad e ingrediente activo) se comparó con valores en base a listas de productos prohibidos en otras regiones. Se realizó una comparación a detalle con la lista de la Red de Acción en Plaguicidas (PAN 2019), considerada una de las más completas por basarse en estudios científicos y en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos de la Naciones

Unidas (SGA⁸). También se compararon con la lista de productos prohibidos en Bolivia elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del SENASAG y con la Lista de Negra de Greenpeace (Greenpeace 2016). Estas listas fueron escogidas ya que según nuestro conocimiento son las más completas y precautorias en la materia (Bickel 2018).

La normalización: Se realizó la conversión de los resultados de las características a unidades globales neutras (kilogramos de PQUAs por hectárea por año).

La toxicidad en aves, se evaluó en base a los datos de toxicidad aguda (DL50 oral) en miligramos por kilogramo de peso requerido para matar al 50% de las aves de laboratorio que fueron expuestos a PQUAs (De la Cruz *et al* 2019).

5 Resultados

En el sistema sojero en el Municipio de San Pedro se evidencia que el uso de agroquímicos fue incrementando de manera proporcional en superficie y cantidad (Tabla 5). En la siguiente tabla se presenta el uso de PQUAs en el cultivo de soya para el periodo 2002 - 2003 y para el periodo 2017 - 2018. Entre ambos periodos se observa un incremento del 301% en la cantidad de agroquímicos empleados por campaña.

Tabla 5. Incremento del uso de agroquímicos en el cultivo de soya.

	Campaña		Incremento (%)
	2002 - 2003	2017 - 2018	
Superficie cultivada (ha)	705 100	1 200 000	70%
Agroquímicos utilizados (kg)	12 691 000	50 930 000	30,1%
Rendimiento promedio/campaña (t ha⁻¹)	2,38	2,4	3%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INE 2018.

Durante el estudio correspondiente al periodo 2016, se reportó resultados diferentes con un rendimiento promedio de 2,9 tn ha⁻¹ de soya. En la campaña verano

⁸ El sistema Globalmente Armonizado y Etiquetado de productos químicos (SGA) establece criterios armonizados para clasificar sustancias y mezclas con respecto a sus peligros físicos, para la salud y el medio ambiente (ONU 2015).

del año 2016 en el cultivo de la soya se utilizaron 157,49 kg ha⁻¹ en 9 estudios de caso con un promedio de 17,5 kg ha⁻¹ de productos químicos usados como plaguicidas y de otros insumos agrícolas en el Municipio de San Pedro. Se utilizaron hasta 64 productos químicos (plaguicidas y otros) en toda la etapa fenológica del cultivo de soya.

En el cultivo de soya dentro del Municipio de San Pedro se utilizan PQUAs de diferente grado de toxicidad. En primer lugar se encuentra la categoría IV con un total de 16,5 kg ha⁻¹ año⁻¹, seguido de la categoría II con 12,26 kg ha⁻¹ año⁻¹. El uso de plaguicidas etiqueta roja, categoría IB presentó un valor 2,78 kg ha⁻¹ año⁻¹. Parte de los PQUAs en esta categoría son insecticidas a base de Metamidofos utilizados para el control de plagas, productos ya no permitidos en Bolivia según Resolución Administrativa SENASAG N° 170/2015. Se identificaron en total 64 productos químicos utilizados según su nombre comercial, 44 productos corresponden a los PQUAs (herbicidas, insecticidas, fungicidas) y 20 productos (31%) corresponden a fertilizantes, inoculantes y coadyuvantes. La Figura 1: demuestra el porcentaje y el grado de toxicidad de los 44 diferentes PQUAs identificados:

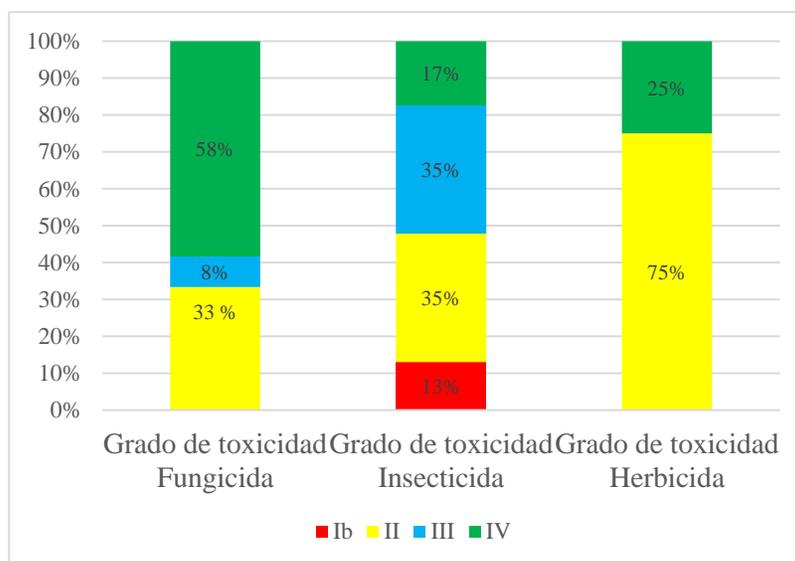


Figura 1: Grado de toxicidad de los plaguicidas químicos de uso agrícola en el municipio de San Pedro según la Organización Mundial de la Salud.

En la Figura 1: se puede observar que se utiliza una mayor cantidad de marcas de insecticidas, un 36% además presenta productos con un alto grado de toxicidad basada en la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (dosis letal media (DL50) por vía oral o dérmica en ratas), en un porcentaje elevado (13%) etiqueta roja y un 35% etiqueta amarilla.

En la siguiente tabla se encuentran los PQUAs según la principal sustancia del total de los plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas) encontrados en la zona de estudio.

Tabla 6. Plaguicidas altamente peligrosas (PAPs) usados en el cultivo de soya, 2016.

		PQUAs clasificados como Plaguicidas Altamente Peligrosos por la PAN					
Tipo	Nombre	Total de PQUAs mencionados en "Lista Negra" de Greenpeace				Total de países donde la sustancia está prohibida (Fuente: PAN)	
		Total PQUAs prohibidos en la Unión Europea					
		Total PQUAs prohibidos por Bolivia					
		18	15	11	1		
Herbicida	Glifosato	x	x			1	Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC): Probablemente cancerígeno.
	Haloxifop - r - metil	x	x			17	Toxicidad aguda: Moderadamente toxico (OMS), probablemente carcinogeno (EPA) Toxicidad alta en organismos acuáticos.
	Paraquat	x		x		38	Altamente tóxico (oral), fatal por inhalación (SGA ⁹)- Irrita el tracto respiratorio, toxicidad mediana en peces, aves y abejas.
Insecticida	Abamectina	x	x				Posible riesgo para el embarazo por efectos adversos al feto. Toxicidad extrema en peces, extrema, mediana en aves.
	Imidacloprid	x	x	x		28	Síndrome tóxico por nicotínico, incremento en los niveles de colesterol en la sangre, afectación de la glándula tiroides, toxicidad extrema en abejas y alta en aves, mediana en peces.

⁹ (SGA) Sistema Global armonizado y etiquetado de productos químicos (SGA 2018), del nuevo reglamento (CE)1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. (CE 2008)

Beta – Ciflutrin	x	x	x		28	Moderadamente peligroso (OMS), muy tóxico por inhalación y por ingestión, irritabilidad ocular positiva (leve), dérmica positiva; toxicidad aguda extrema en peces y abejas.
Cipermetrina	x	x	x		28	Neurotóxico nivel 4, extremadamente tóxico en abejas, y peces, según la OMSes lb- altamente tóxico.
Chlorantraniliprole	x	x			20	Muy tóxico en organismos acuáticos.
Clorpirifos	x	x			2	Moderadamente tóxico (EPA ¹⁰), toxicidad extrema en peces y abejas, toxicidad alta en aves.
Emamectina – Benzoato	x	x				Altamente tóxico según (EPA), toxicidad extrema en peces y abejas, alta en aves.
Epoxiconazol	x	x			1	Probablemente carcinogénico, (UE) toxicidad reproductiva.
Fipronil	x		x		8	Posiblemente carcinogénico en humanos (EPA), toxicidad extrema en abejas y peces, alta en aves.
Flufenoxuron	x		x		28	Extremadamente tóxicos para peces y altamente bio-acumulable.
Linuron	x		x			Posiblemente carcinógeno humano (EPA), genotoxicidad positiva, toxicidad reproductiva.
Metamidofos	x		x	x	49	Altsamente peligroso (OMS), Fatal por inhalación (SGA), Muy tóxico en contacto con la piel, y por ingestión. Toxicidad alta en abejas, prohibido en Bolivia desde el año 2015.
Tiametoxam	x	x	x		28	Nocivo por ingestión (UE), toxicidad extrema en abejas.
Trifloxistrobin + Prothioconazole		x			12	Toxicidad en peces y otras especies acuáticas, mediana en aves e insectos.

¹⁰ Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos (EPA), que tiene como misión proteger la salud y el medio ambiente (EPA 2018).

Fungicida	Azoxystrobina	x	x				Toxicidad extrema en peces y otras especies acuáticas.
	Carbendazim	x		x		29	Prohibido en la UE por ser mutagénico y reprotóxico Toxicidad extrema en peces, y otras especies acuáticas, toxicidad mediana en abejas.
	Chlorotalonil	x	x			3	Probable carcinógeno (EPA), fatal por Inhalación (SGA) muy tóxicos para organismos acuáticos,
	Picoxystrobin-Ciproconazole	x	x	x		28	Toxicidad media en peces y otras especies acuáticas.

Fuente: Elaboración propia, basada en Bickel (2018).

Los resultados muestran 21 sustancias de esta cantidad 11 sustancias presentan una toxicidad ligera *toxicidad en aves*, mientras que 5 (Emamectina Benzoato, Fipronil, Imidacloprid y Metamidofos) presentaron una toxicidad alta, 5 una toxicidad mediana.

Se determina la *toxicidad en abejas* de las sustancias utilizadas en base a la DL 50 (oral de contacto) para la abeja *Apis mellifera*, este análisis muestra que de 21 sustancias con efectos negativos en las abejas 8 presentan un grado de toxicidad extrema y uno alta para las abejas (Ib e II). Es importante mencionar que por lo general se prepara un caldo en base a varios PQUAs, por lo que su toxicidad puede incrementar aún más, afectando de manera crítica a los insectos presentes en la zona de estudio (Yassin et al. 2002).

Para el análisis de *toxicidad en peces* se utilizaron datos de la clasificación de la concentración letal media (CL 50), los resultados obtenidos nos muestran que 12 de las sustancias utilizadas presentan una toxicidad extrema y 4 alta, lo que representa más del 80% de los PQUAs utilizados en el cultivo de soya. Por ende los PQUAs se constituyen en un riesgo eminente, ya que el área de investigación se encuentra entre los ríos Pirá y Rio Grande, como pudo ser constatado en el recorrido de parcelas y desarrollo de mapas parlantes. Además, varios afluentes atraviesan las parcelas de los productores pudiendo arrastrar consigo estos productos.

Los hallazgos sobre la *bio-concentración en organismos acuáticos*, los resultados del estudio muestran que más del 75% de los PQUAs 15 sustancias presentan bio-concentración ligera. Un 4% de los plaguicidas identificados reportan una bio-concentración alta y un 3% mediana. El compuesto Benzoato de Emamectina de

categoría (Ib) – altamente tóxico presenta una toxicidad extrema en peces con una movilidad en el suelo “crítica” y bioacumulación alta (De la Cruz *et al* 2019).

Los resultados de la *movilidad en el suelo* presenta movilidad extrema con 3 sustancias y alta con 4 sustancias, corresponde en aproximadamente 30% del total de los PQUAs identificados en el estudio. La cantidad de plaguicidas presente en el suelo se lixiviará a las aguas subterráneas afectando a los ríos y a los afluentes dentro del Municipio. Dos de las sustancias, el Beta Ciflutrin (II) y Flufenoxuron (IV) se irán almacenando y acumulando en el suelo por su movilidad nula.

Uno de los objetivos de la presente investigación es el de evaluar y comparar los ingredientes activos utilizados en el cultivo de la soya con otras diferentes regulaciones. Entre las regulaciones seleccionadas están la Lista de la PAN, la Lista Negra de Greenpeace y la Lista de Productos Prohibidos de la Unión Europea (ECHA 2019).

De los PQUAS presentes en la Tabla 6, 18 sustancias altamente peligrosas corresponden a la lista de la PAN que está compuesta por 306 sustancias altamente peligrosas según la lista del año 2018. La Lista Negra de Greenpeace cuenta con 209 sustancias y en el estudio se encontraron 15 sustancias presentes en esta lista, mientras que 11 están prohibidos por la Unión Europea. En el estudio se encontraron tres insecticidas que contenían Metamidofos, prohibido en Bolivia según resolución administrativa 170/2015. Este reglamento prohíbe la comercialización de insumos a base de Metamidofos, pero la institución responsable del control SENASAG dio un plazo hasta diciembre de 2016 para comercializar todo el stock en los centros agropecuarios.

De las 19 sustancias empleadas en el cultivo de soya que identifican como PAPs, el 11% tiene etiqueta roja (Ib) altamente peligroso, el 39% tienen etiqueta amarilla (II) moderadamente peligroso, 22% tienen etiqueta azul (III) (“cuidado”), y el 28% tienen etiqueta verde (IV) (“cuidado”).

6 Análisis y discusión

Los resultados muestran cifras importantes sobre el riesgo del total de los PQUAs empleados en el cultivo de la soya en el municipio de San Pedro. A nivel de insecticidas se ha visto que un elevado porcentaje presenta sustancias con un alto grado de toxicidad (Ib). Las aves y las abejas en el proceso de polinización se ven en riesgo, afectando a la productividad de los cultivos y servicios ecosistémicos y por ende la seguridad alimentaria, ya que se evidencian productos con altos niveles de toxicidad (RAP AL 2017; Bascopé *et al.* 2018). Es importante mencionar que el producto “Roundup” de Monsanto a base de glifosato tiene una etiqueta verde en Bolivia, aunque la OMS lo clasificó como “probablemente cancerígeno” en 2015.

Observamos que se preparan mezclas de hasta 11 sustancias químicas (PQUAs y otras sustancias como fertilizantes, coadyuvantes, otros) diferentes, por lo que su toxicidad puede incrementar, y considerando que se realizan de 6 hasta 13 aplicaciones. Mesnage *et al.* (2013) demostraron que los coadyuvantes pueden ser más tóxicos que otras sustancias, por lo que resulta de vital importancia estudiar la toxicidad de las mezclas que se aplican.

Los peces, seres humanos y fauna en general se ven expuestos a un elevado riesgo por la movilidad extrema de algunas sustancias en el suelo (De la Cruz *et al.* 2019). Los ríos Pirá y Grande circundan el municipio de San Pedro, y muchos cursos de agua atraviesan las parcelas de los productores.

6.1 Impactos a la salud humana

Según OMS (2018), cada plaguicida tiene propiedades y efectos toxicológicos distintos, por lo que “suelen encontrarse residuos de plaguicidas en fuentes de alimentos tanto animales como vegetales lo cual plantea un riesgo de exposición considerable para los consumidores, estudios señalan que los alimentos suelen contener múltiples residuos, lo cual hace que se consuma un cóctel de plaguicidas” (p. 9). Algunas sustancias pueden acumularse en los tejidos de los seres vivos por afinidad. El tiempo de permanencia en el tejido dependerá de “la capacidad del organismo de transformarlo y eliminarlo” (Álvarez y Rodrigo 2012 P. 6). Entre las sustancias encontradas están Clorpirifos, Emamectina–Benzoato y Flufenoxuron que se caracterizan por una bioacumulación alta. Álvarez y Rodrigo (2012) explican que en el caso de que el organismo no pueda ni transformarlo ni eliminarlo entonces incrementa la concentración del compuesto o elemento a lo largo de las cadenas alimentarias (“biomagnificación”).

Una amplia gama de posibilidades de exposición pueden traducirse en diversos efectos tóxicos: agudos, sincrónicos y crónico, siendo un problema de importancia sanitaria (OMS 1996). Se estiman cerca de 370 000 muertes anuales a nivel mundial por la ingesta deliberada de plaguicidas altamente tóxicos (OMS 2018b). A continuación se presentan los ingredientes activos con mayor efecto negativo en humanos encontrados en el estudio. Fueron seleccionados porque presentan etiquetado rojo (altamente tóxico) y amarillo (moderadamente tóxico). En un estudio realizado en Bolivia sobre suicidios e intentos de suicidios en el periodo 2007 y 2012 reveló que el método dominante fue de intoxicación con plaguicidas (70,5%) en los casos reportados en hospitales en una muestra de 657 casos (Jørs *et al.* 2014).

Entre los PQUAs más representativos presentes en la Tabla 6 se encuentran: *Metamidofofos*, un insecticida y acaricida del grupo de los organofosforados prohibido en 49 países bajo todas sus formulaciones (PAN 2016), según la (OMS) es de clase (Ib) altamente peligroso, muy tóxico por inhalación y por ingestión según SGA. *Clorpirifos* es otro insecticida organofosforado de categoría (II) moderadamente

peligroso y altamente tóxico por ingestión según el Reglamento 1272/2008/EC de la UE y SGA. *Imidacloprid* y *Tiametoxam* (ambos prohibidos en 28 países), son de la familia de los neonicotinoides, insecticidas sistémicos catalogados como moderadamente tóxicos de clase (II) según la OMS, catalogado como probable carcinogénico por la EPA. Entre los herbicidas de mayor uso a nivel mundial está *Paraquat*, un herbicida cuaternario de amonio es de clase (II) moderadamente tóxico, prohíbo en 38 países, es muy tóxico por inhalación y por ingestión según SGA. *El Glifosato* es un herbicida de amplio espectro no selecto. La OMS y la IARC clasificaron a este herbicida como “probablemente cancerígeno” para el humano en 2015. *Linuron* es un herbicida selectivo, posiblemente carcinógeno en humanos según EPA, nocivo por ingestión, riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión, riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto y posible riesgo de perjudicar la fertilidad según el Reglamento 1272/2008/EC de la UE y el SGA.

Ávila y Gemio (2011) presentaron los resultados de un estudio sobre la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna en mujeres gestantes y lactantes en un hospital de la ciudad del Alto (La Paz). 62 de 112 muestras salieron positivas, de las cuales en 13 la suma total de residuos sobrepasa el límite máximo permitido (0,2 ppm). En la ciudad de La Paz, Skovgaard *et al.* (2015) estudiaron la presencia de residuos de plaguicidas en lechuga, donde se identificaron residuos de Cipermetrina, un neurotóxico y posible carcinógeno humano (EPA), Clorpirifos que es moderadamente tóxico II (OMS), y ha sido vinculado con autismo en niños y efectos en el desarrollo neuronal en dos meta-estudio de varios estudios científicos (Hertz-Picciotto *et al.*, 2018) y discapacidad intelectual (von Ehrenstein *et al.* 2018). Difenconazol que es nocivo por ingestión (UE) y Lambda-Cihalotrin, un posible interruptor endocrino y carcinógeno (SGA). El 20% de las muestras de lechuga presentaba niveles por encima de los límites máximos permitidos de residuos, pese al lavado de la lechuga aún se identificó en el 20% de las muestras niveles por encima de dichos límites (Skovgaard *et al.* 2015). En otro estudio específico para el cultivo de tomate se comprobó la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados muy tóxicos por inhalación y por ingestión (Alvarez y Rodrigo 2012). El 60% de las muestras presentaron concentraciones de metilparatión (extremadamente tóxico - Ia (OMS) y no registrado en Bolivia) por encima del límite máximo permitido (Álvarez y Rodrigo 2012).

6.2 Impactos al medio ambiente:

Según un Informe de la Relatora Especial sobre el Derecho a la Alimentación (Naciones Unidas 2017), los PQUAs representan una amenaza planetaria ya que pueden tener una elevada permanencia en el medio ambiente, generando impactos negativos en los ecosistemas. El informe demuestra que el argumento que se

necesitan los PQUAs para producir suficientes alimentos para el mundo es falso. Los PAP tienen impactos severos en la biodiversidad, particularmente en abejas y otros organismos beneficiosos. A continuación, se presentan algunas sustancias que son prohibidas en varios países o tienen una toxicidad ambiental alta.

Metamidofos: Según la PAN es extremadamente tóxico para abejas. De acuerdo a Lozano (2001) este organofosforado se degrada al aire libre en sistemas naturales de agua, con una vida media de 15,9 días en el agua y de 7,7 días en el sedimento, en los suelos es poco persistente y tiene alta movilidad, que llega a lixiviarse a las aguas subterráneas. *Clorpirifos* representa una toxicidad extrema en peces, alta a media en aves y extrema a alta en abejas, siendo un peligro para los servicios ecosistémicos, según EPA. Los insecticidas *Imidacloprid* y *Tiametoxam* de la familia de los neonicotinoides según la EPA tiene toxicidad extrema en abejas, alta en aves y presenta una movilidad mediana en el suelo. *Paraquat*, es altamente tóxico para las abejas y representa un peligro para los ecosistemas según EPA. *Linuron* es muy tóxico para organismos acuáticos según EPA.

7 Conclusiones

Los seres humanos estamos provocando serios cambios negativos a gran escala en muy corto tiempo en los ecosistemas naturales y paisajes agrícolas. Es en este sentido es importante cambiar los modelos de desarrollo con el fin de garantizar las necesidades de las generaciones futuras. El presente estudio debe ser tomado como una línea base sobre el uso de agroquímicos en el sistema agroindustrial sojero, presentando resultados que apoyan una re-orientación. La industria de los agroquímicos se encuentra en frecuente avance, cada año ingresan nuevos productos que son aprobados por instituciones nacionales o por contrabando, muchos de ellos prohibidos en otros países por su alta toxicidad. Los resultados demuestran que, en los 9 casos observados a detalle, anualmente se aplica en promedio en una hectárea de soya más de 35 kg ha⁻¹ de productos químicos como plaguicidas y otros (ej. fertilizantes), con diferente grado de toxicidad. Se aplican caldos de hasta 11 productos químicos aplicando de 6 hasta 13 veces en toda la etapa fenológica del cultivo. En el periodo de un año se utilizaron hasta 64 marcas de PQUAs, de ellos el 4,7% con etiqueta roja, 35% con etiqueta amarilla, 14,1% con etiqueta azul y 45,3% con etiqueta verde. Según la lista de los plaguicidas altamente peligrosos de la PAN, 18 ingredientes activos se encuentran en esta lista, 15 están en la Lista Negra de Greenpeace y 11 están prohibidos en la Unión Europea.

Referencias Bibliográficas

- [1] AIKING, H. and de Boer, J. Food sustainability: Diverging interpretations. *British Food Journal*, 2004, 106(5):359-365.

- [2] ACHACOLLO, N. Proyecto de Innovación y Servicios Agropecuarios-Forestales. 2010. La Paz, Bolivia.
- [3] ALONSO, Lucas L., *et al.* Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 645, p. 89-96.
- [4] ALVAREZ, M y RODRIGO, G. *Pasos: Plaguicidas organofosforados en los cultivos de tomate – Municipios de Omereque y Río Chico*. 2012, La Paz, Bolivia. Fundación PLAGBOL
- [5] ALTIERI, M. y TOLEDO. La revolución agroecológica en Latinoamérica. 2011. SOCLA. <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/AGROECOLOGIA-ALTIERI-TOLEDO.pdf> 19/06/2018
- [6] ANAPO, Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo. *Producción de grano se mantiene estancada*. 2018. <http://anapolivia.org/noticias.php?op=1&tipo=&id=1773> 31/10/2018
- [7] ÁVILA, R. y GEMIO, R. Residuos de plaguicidas organoclorados en leche materna. *Revista Boliviana de Química*, 2011, 28(1), pp. 22-27. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602011000100004&lng=es&tlng=es. 19/06/2018
- [8] AUGSTBURGER, H., Jacobi, J., Schwilch, G., & Rist, S. Agroecosystem Service Capacity Index—A methodological approach. 2018. *Landscape Online*. <https://www.landscapeonline.de/wp-content/uploads/DOI10.3097-LO201864.pdf> 23/04/2019
- [9] BASCOPÉ, R. Bickel, U. y Jacobi, J. Plaguicidas altamente tóxicos en Bolivia. 2018. Cochabamba, Bolivia.
- [10] BICKEL, U. Maestria. Uso de plaguicidas por productores familiares en Bolivia Impactos en la salud, los ecosistemas y la economía campesina. Alternativas agroecológicas y conclusiones para lograr una orientación hacia una mayor sostenibilidad. 2018. Alemania. https://www.welt-ernaehrung.de/wp-content/uploads/2018/11/Plaguicidas-en-Bolivia_tesis-UBickel.pdf. 05/05/2019
- [11] BINASS. Intoxicación por plaguicidas. 2018. <http://www.binass.sa.cr/poblacion/plaguicidas.htm#inicio> 19/06/2018
- [12] BOLIVIA. Decreto Supremo N 18886 del 15 de Marzo de 1982.
- [13] BOLIVIA. Resolución Administrativa N° 041/2018. Reglamento de Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.

- [14] BOLIVIA. Resolución Administrativa N° 07/2017. Manual de Procedimientos de Evaluación Eco-toxicológica de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola
- [15] BOLIVIA. Ley N° 830 de Sanidad e Inocuidad Alimentaria. 2016.
- [16] BOLIVIA. Ley N° 2469. 2003.
- [17] BOLIVIA. Ley N° 2417. 2002.
- [18] BOLIVIA. Ley N° 1698. 1996.
- [19] CAO. La campaña agropecuaria en Santa Cruz. 2017
<https://www.paginasiete.bo/economia/2017/12/14/produccion-crece-pero-2018-prev-estancamiento-163071.html> 19/06/2018 31/10/2018
- [20] CAN. Resolución N° 630. Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola. 2002. Secretaría General de la Comunidad Andina.
- [21] CASTAÑÓN, E. *Las dos caras de la moneda. Agricultura y Seguridad Alimentaria en Bolivia*. 2014 Fundación Tierra.
- [22] CATACTORA, G. *Agrobiodiversidad en Sistemas Alimentarios Agroindustrial, Indígena y Agroecológico en Tres Municipios de Santa Cruz*, Bolivia. 2016. Tesis de Maestría. POSAGR-M01-V5-10; 4.
- [23] CATACTORA, G. Soya en Bolivia: Producción de oleaginosas y dependencia. Repúblicas unidas de la soja. *Realidades sobre la producción de soja en América del Sur*. J. Rulli, ed. Asunción, BASE-IS, 2007.
- [24] CATACTORA, Georgina; FRANÇOIS, Jocelijn. Soya convencional y transgénica en Bolivia: ¿Quiénes realmente se benefician? Tierra Viva. Cochabamba, 2006.
- [25] CARSON, Rachel. *The Silent Spring (La Primavera Silenciosa)*. Versión en español en Biblioteca UNGS, 1962.
- [26] CERVANTES, R. Coordinador de Salud Fundación Plaguicidas en Bolivia (PLAGBOL) en 2010.
- [27] CARVAJAL, Roger; Instituto SELADIS-Universidad Mayor San Andrés (UMSA): Presentación: *Los Agrotóxicos en Bolivia y sus efectos*. Presentación en el Foro internacional: El modo actual de producción de alimentos: Impactos y Alternativas. La Paz, octubre de 2017
- [28] COLONNA, S. y TOUZARD, J. Food Systems. *Food Systems Sustainability*. Editado por Esnouf, M. Cambridge University. 2013. pp. 69 – 100.
- [29] CODIGO DE SALUD- Código CS -18 de Julio, 1978.

- [30] COMUNIDAD ANDINA, PE. Analítico: Manual técnico andino para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola.
- [31] COWMAN, S. Triangulation; a means of reconciliation in nursing research. *Journal of Advanced Nursing*, 1993;18, pp. 788-792.
- [32] DECLARACIÓN de Río de Janeiro de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo. www.un.org 13/02/2019
- [33] DE LA CRUZ, E.; BRAVO, V.; RAMÍREZ, F. Plaguicidas de Centroamérica. *Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional. Costa Rica. Recuperado de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr>, 2019.*
- [34] ECHA 2019. Lista de sustancias químicas Anexo 1: <https://echa.europa.eu/es/regulations/prior-informed-consent/list-chemicals> 13/02/2019
- [35] EPA. DDT - A Brief History and Status. 2017. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status> 16/12/2018
- [36] ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, *Ley 300: Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral Para Vivir Bien*. Octubre 15 de 2012. 2012.
- [37] ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA. *Ley 1333: Ley del Medio Ambiente*. 1992.
- [38] ENTOLUX. Clasificación toxicológica de plaguicidas. 2006, <https://entolux.com/page.php?id=16> 06/02/2019
- [39] FAO. FAOSTAT Statistics Database. Roma, 2018.
- [40] FAO/WHO. Código Internacional de Conducta para la Gestión de plaguicidas, 2013, http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf 15/11/2018
- [41] FAO. 1996. World Food Summit: Rome Declaration and Plan of Action: FAO, Rome, Italy.
- [42] GAAFAR, A. et al. Effects of occupational pesticide exposure on children applying pesticides. *Neuro Toxicology*, vol. 29, núm. 5 (septiembre de 2008), págs. 833 a 838. 01/12/2018
- [43] GREENPEACE. UE pesticide blacklist, 2016. www.greenpeace.de/files/publications/20160727_schwarze_liste_pestizide_greenpeace_final.pdf. 01/04/2019

- [44] HAGGBLADE, S., Minten, B., Pray, C., Reardon, T., & Zilberman, D. (2017). The Herbicide Revolution in Developing Countries: Patterns, Causes, and Implications. *The European Journal of Development Research*, 29(3), 533-559.
- [45] HANG, S. B., & Nassetta, M. (2003). Evolución de la degradación de atrazina en dos perfiles de suelo de la provincia de Córdoba. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32(1), 57-69.
- [46] HERNANDEZ G., Margarita *et al.* Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México. *Rev. Int. Contam. Ambient* [online]. 2007. Vol. 23. Pp. 159-167. ISSN 0188-4999.
- [47] HERTZ-PICIOTTO, I., SASS, J. B., ENGEL, S., BENNETT, D., H., BRADMAN, A., ESKENAZI, B., LANPHEAR, B., WHYATT, R. Organophosphate exposures during pregnancy and child neurodevelopment: Recommendations for essential policy reforms. *PLOS Medicine* 2018, vol. 15, p. 1.
- [48] IBCE. Boletín electrónico bisemanal 730. Cifras. Santa Cruz. Economía. <http://ibce.org.bo/ibcecifras/index.php?id=675> 16/02/2019
- [49] IBCE, Bolivia: importaciones de plaguicidas. Boletín Electrónico Bimensual. 2017. N° 592.
- [50] IBCE. En base a datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Bolivia: Importaciones de insecticidas, herbicidas y fungicidas según país de origen, volumen y valor, período 2007 – 2017 y avance al mes de septiembre del 2018. 2018.
- [51] ISO, E. N. 14001: 2004. *Environmental management systems-Requirements with guidance for use (ISO 14001: 2004)*, 2004. http://evlt.uma.es/documentos/medioambiental/legislacion/ISO_14001_2004.pdf 18/02/2019
- [52] INE, *Santa Cruz lidera producción pecuaria y avícola en Bolivia*. Nota de Prensa, Septiembre 2018 <https://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/notas-de-prensa/item/3308-santa-cruz-lidera-produccion-pecuaria-y-avicola-en-bolivia> 16/02/2019
- [53] INE, El municipio cruceño de San Pedro es el mayor productor de soya en el país. Nota de Prensa, Enero 2018 <https://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/notas-de-prensa/item/3096-el-municipio-cruceno-de-san-pedro-es-el-mayor-productor-de-soya-en-el-pais> 16/02/2019

- [54] JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J.; TURNER, Lisa A. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 2007, vol. 1, no 2, p. 112-133.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1558689806298224> 17/02/2019
- [55] JØRS, E., Christoffersen, M., Veirum, N. H., Aquilar, G. C., Morant, R. C., & Konradsen, F. Suicide attempts and suicides in Bolivia from 2007 to 2012: pesticides are the preferred method—females try but males commit suicide!. *International journal of adolescent medicine and health*, 2014. 26(3), 361-367.
- [56] KÖHLER, Heinz-R.; TRIEBSKORN, Rita. *Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?*. *Science*, 2013, vol. 341, no 6147, p. 759-765. LANG, T. and Barling, D. Food security and food sustainability: reformulating the debate. *Geographical Journal*, 2012. 178:313-326.
- [57] LOZANO, L. M. Intoxicación aguda por Metamidofos en trabajadores de cultivos de hortalizas (citada el 31 de octubre de 2006). 2006.
- [58] MARSDEN T.. Building the food sustainability paradigm: research needs, complexities, opportunities. *Sustainable Food Systems: Building a New Paradigm*:206. 2014
- [59] MARGNI, M., *et al.* Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 2002, vol. 93, no 1-3, p. 379-392.
- [60] MARTÍNEZ-VALENZUELA, C.; GÓMEZ-ARROYO, S. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 2007, 23 (4), pp. 185-200.
- [61] MADELEY, J. *Paraquat. El controvertido herbicida de Syngenta*.2003. RAP-AL.
- [62] ASAMBLEA GENERAL DELAS NACIONES UNIDAS. *Informe de la Relatora Especial del Derecho a la Alimentación*. Enero 2017.
- [63] MALASSIS, L. *Économie agro-alimentaire: économie de la consommation et de la production agroalimentaire*. Tome I. 1979. Paris: Cujas.
- [64] MARTÍNEZ, J. Guía práctica sobre la gestión ambientalmente adecuada de plaguicidas obsoletos en los países de América Latina y el Caribe. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo.
https://www.paho.org/bol/index.php?option=com_content&view=article&id=507:mas-30-000-toneladas-pesticidas-toxicos-contaminan-america-latina-se-necesitan-fondos-limpieza-descontaminacion&Itemid=481 01/12/2018

- [65] MELVIN, L. *Modelos de producción económica y los factores de producción. Tema I*. 2008. Universidad de Costa Rica, Escuela de Geografía Económica.
- [66] MESNAGE, R., Bernay, B., & Séralini, G. E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. *Toxicology*, 2013. 313(2-3), 122-128.
- [67] MONTORO, Y. *et al.*. Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 26(4), pp. 466-472. 2009
- [68] Nicholls CI, Altieri MA, Vazquez L (2016) Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *J Ecosys Ecograph* S5: 010. doi:10.4172/2157-7625.S5-010
- [69] NIVIA, E.. Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. 2000
- [70] OMS. Plaguicidas altamente peligrosos. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 2018^a.
https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/pesticides/es/ 16/12/2018
- [71] OMS. Prevención y gestión de las intoxicaciones. 2018b.
<https://www.who.int/ipcs/poisons/es/> 16/12/2018
- [72] OMS. Residuos de plaguicidas en los alimentos. 2018c.
<http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food> 01/12/2018
- [73] OMS. *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and Guidelines to Classification*. 1996. International Programme of Chemical Safety. Ginebra. WHO/IPCS/96.
- [74] OMS. División Salud y Ambiente. Plaguicidas y salud en las Américas. Washington: OMS/OPS; 1993.
- [75] OMS. *Public health impact of pesticides used in agriculture*. 1990. Ginebra.
- [76] ONU (Organización de las Naciones Unidas, BR). *Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Anexo I [en línea]. In Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992. Río de Janeiro (BR).
<https://www.un.org/es/sections/general/documents/index.html> 03/12/2019
- [77] ONU (Organización de las Naciones Unidas). “*Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)*”. Quinta edición revisada. Nueva York y Ginebra. 2013.

https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev05/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev5sp.pdf 03/12/2019

- [78] ONU. Informe de la Relatoria Especial sobre el derecho a la alimentación: Informe al Consejo de Derechos Humanos en 2017 para su 34° período de sesiones del 27 de febrero a 24 de marzo de 2017. Tema 3 de la agenda Promoción y protección de todos los derechos humanos, civiles, políticos, económicos, sociales y culturales, incluido el derecho al desarrollo. Distrito general 2017. Doc. A/HRC/34/48.
- [79] ORGANIZACIÓN Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. *Fortalecimiento de la Vigilancia en Salud Pública, de los Plaguicidas entre Colombia y Bolivia*. Organización Panamericana de la salud. Organización Mundial de la Salud; Instituto Nacional de Salud de Colombia; Instituto Nacional de Salud Ocupacional Bolivia. La Paz, 2006.
- [80] PDM 2014 – 2018. Plan de Desarrollo Municipal. Gobierno Autónomo Municipal de San Pedro. 2013.
- [81] PAN Internacional: Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos. 2016. <https://rap-al.org/lista-de-plaguicidas-altamente-peligrosos-de-pan-internacional-2016/> 23/04/2019
- [82] PAN. Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos de PAN Internacional [en línea]. 2019. http://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HHP_List.pdf 23/04/2019
- [83] PLAGBOL *Situación actual del uso de plaguicidas en la agricultura boliviana*. La Paz/Santa Cruz, 2017, Bolivia.
- [84] PNUMA. *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*. International Environment House (IEH) I. 2009. www.pops.int – www.pops.int 15/11/2018
- [85] RADIO San Gabriel. Concluye cosecha. 2018. <http://www.radiosangabriel.org.bo/rsg/?q=es/node/647> 16/02/2019
- [86] RAMÍREZ, J. y LACASAÑA, M. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor* 200,4(2), pp.67-75.
- [87] RASTOIN, J.-L., GHERSI, G. *Le système alimentaire mondial: concepts et méthodes, analyses et dynamiques*. 2010. Versailles: Editions Quæ.
- [88] RAP AL. Neonicotinoides y Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAPs) que matan las abejas y otros polinizadores. 2017. <https://rap-al.org/polidiptico-sobre-neonicotinoides-y-plaguicidas-altamente-peligrosos-que-matan-las-abejas-y-otros-polinizadores/> 13/01/2019

- [89] REDESMA, Revista Virtual. *Plaguicidas en Bolivia: sus implicaciones en la salud, agricultura y medio ambiente*, Abril 2010 Vol. 4(1).
- [90] Resolución administrativa SENASAG N° 170/2015; 2 de diciembre de 2015. SALAZAR, Fernando. Políticas de colonización y pobreza durante la conquista del Chapare. *De la coca al poder: políticas públicas de sustitución de la economía de la coca y pobreza en Bolivia (1975-2004)*, 2008, CLACSO.
- [91] SENASAG. Asistencia técnica para el mejoramiento del manejo de plaguicidas obsoletos. 2013. <http://www.senasag.gob.bo/registros-e-insumos-agricolas/plaguicidas-obsoletos.html> 01/12/2018
- [92] SENASAG. El Gran Paititi. <http://190.129.48.189/egp/productosAgroquimicos.html> 23/4/2019
- [93] SKOVGAARD, M. Residuos de plaguicidas en vegetales bolivianos. 2015. Fundación PLAGBOL, La Paz, Bolivia, <http://www.plagbol.org.bo/> 01/12/2018
- [94] RIST, S. y JACOBI, J. *Rumbo a la sostenibilidad alimentaria: Reformando la coexistencia de diferentes sistemas alimentarios en Sudamérica y África*. 2015. Programa Suizo para la Investigación de temas Globales para el Desarrollo.
- [95]
- [96] SUAREZ, V. En 2017 Bolivia importó insumos agropecuarios superior a 302,471.657 millones de dólares. *NOTIBOLIVIA-RURAL*; Santa Cruz, Bolivia, Marzo 2018; www.notiboliviarrural.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19683:2018-03-06-13-17-56&catid=293:agricola&Itemid=543 01/12/2018
- [97] Reglamento del funcionamiento del comité técnico de plaguicidas CTP (completar)
- [98] TSIMBIRI, F., *et al.* Health impact of pesticides on residents and horticultural workers in the Lake Naivasha Region, Kenya. *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, 2015, vol. 3, no 02, p. 24.
- [99] URIOSTE, M. *Concentración y extranjerización de la tierra en Bolivia*. 2011. La Paz, Bolivia, Fundación Tierra.
- [100] VEGA, S. *Toxicología I: Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS, OMS, 1985. pp. 69.
- [101] VECENTE, V. *La frontera Agrícola en Bolivia; Transgénicos, deforestación y seguridad alimentaria*. 2015. CIPCA. <http://www.cipca.org.bo/analisis-y->

opinion/cipcanotas/la-frontera-agricola-en-bolivia-transgenicos-deforestacion-y-seguridad-alimentaria.

- [102] VILLALBA G. *Guía para la implementación del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) en las pymes*. 2018. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://hdl.handle.net/10656/812516/02/2019>
- [103] VON EHRENSTEIN, O. S., LING, C., CUI, X., COCKBURN, M., PARK, A.S., YU, F., WU, J., & RITZ, B. *Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study*. BMJ 2018, VO. 364, P. 1962.
- [104] YASSIN, M. M., Mourad, T. A., & Safi, J. M. *Knowledge, attitude, practice, and toxicity symptoms associated with pesticide use among farm workers in the Gaza Strip*. *Occupational and environmental medicine*, 2002. 59(6), 387-393.
- [105] ZAMALLOA, T. Los mapas parlantes: un instrumento eficaz de diagnóstico, planificación y autoevaluación comunal. *Recuperado de http://www.rimisp.org/wpcontent/uploads/2013/05/anexo guia8_mapasparlantesmarenass_19_4_09.pdf*, 2005.