BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

POSGRADO ESFOR

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS EN LA PARTE BAJA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA GUARDAÑA DEL DEPARTAMENTO DE ORURO

TRABAJO FINAL PARA OBTENER EL TITULO DE MAGISTER EN GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE, PRIMERA VERSION

Estudiante:

Berna Mamani Porco

COCHABAMBA – BOLIVIA

2017

Escaneado con CamScanner

RESUMEN

Uno de los problemas de la cuenca Guardaña, está relacionado con la minería, actividad que se desarrolla en la parte alta de la cuenca, sin ninguna medida de mitigación, afectando los suelos y aguas debido a la escorrentía producto de las precipitaciones. De igual manera, el viento, transporta el polvo mineral perturbando el suelo, el agua y la vegetación. Si bien la actividad minera ha reducido, la misma aún se realiza a pequeña escala y de forma artesanal eliminando los desechos al río sin ninguna medida de protección.

De igual manera, el empleo de herbicidas para el control de malezas en la producción de hortalizas, no solo genera problemas de fertilidad, sino también traen consecuencias al agua; debido a que los herbicidas una vez aplicados, son distribuidos al medio ambiente, pese a las medidas de precaución o metodologías empleadas para reducir sus impactos. Sin embargo, en la cuenca, el uso y manejo de los mismos se realiza de manera empírica. Estas actividades, coadyuvan a la degradación de la calidad del suelo, del agua, de la vegetación y de los cultivos que son empleados como alimento no solo para el ganado sino también para los consumidores finales (la población).

En este ámbito se orientó la investigación para determinar la contaminación en suelos y aguas en la parte baja de la cuenca Pedagógica Guardaña del departamento de Oruro. Con este fin se realizaron encuestas para conocer las características del manejo y uso de los herbicidas por parte de los agricultores. Para determinar la contaminación de suelos por metales pesados se sacaron muestras de suelo de parcelas agrícolas, los cuales fueron enviados al laboratorio de SPECTROLAB (Oruro). Del mismo modo, se sacaron muestras de suelos de parcelas con y sin aplicación de herbicidas (Sencor, Linurex y Fusilade). También, se sacaron muestras de agua de pozos subterráneos para determinar presencia de metales pesados y trazas de plaguicidas. Posteriormente, se extrajeron muestras de vegetales (cebolla y zanahoria) para determinar la existencia de toxicidad por influencia de los herbicidas o metales pesados.

De las encuestas realizadas, se pudo establecer que los agricultores de la cuenca realizan la aplicación de herbicidas sin seguir las instrucciones y recomendaciones de los productos químicos. Los suelos, poseen concentraciones de As (M1= 18,2 y M2=20,2) y Cr (M1=87 y M2=85), por encima de los límites permisibles mencionados en el DS 2400 (12 y 65 mg/100gr de suelo, respectivamente), esto debido a la actividad minera y a las características del material parental. Asimismo, los herbicidas en el suelo, tienen su efecto sobre la Densidad aparente, pH, CE, MO y CIC, parámetros que definen la biodisponibilidad de nutrientes para las plantas. Sin embargo, los análisis de agua mostraron que no existe contaminación por metales pesados ni plaguicidas. Los análisis de toxicidad en cebolla y zanahoria mostraron genotoxicidad, al limitar (el zumo de ambos) el crecimiento de las raicillas de *Allium cepa*, y promover la presencia de micro núcleos y la formación de células apoptóticas, posiblemente por causa de la presencia de herbicidas y de metales pesados.

En este sentido, se concluye que la actividad minera contamina los suelos de la cuenca, así como la aplicación de herbicidas en la actividad agrícola, generando toxicidad en los vegetales. Sin embargo, no contaminan el agua subterránea de la cuenca, siendo éstas de buena calidad.

Palabras clave: Cuenca, Guardaña, contaminación, suelos, agua, metales pesados, herbicidas, toxicidad.

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S

ABSTRACT

One of the problems of the Guardaña pedagogical basin is related to mining, an activity that develops in the upper part of the basin, without any measures of mitigation, affecting soils and waters due to the overflow caused by rainfall. In the same way, the wind carries the mineral dust disturbing the soil, the water and the vegetation. Even though the activitymining has reduced, it is still carried out on a small scale and in an artisanal way, eliminating the waste to the river without any measure of protection.

Similarly, the use of herbicides to control weeds in the production of vegetables, not only generates fertility problems, but also has consequences for water; because the herbicides once applied, they are distributed to the environment, despite precautionary measures or methodologies used to reduce their impacts. However, in the basin, the use and management of the same is done empirically. These activities contribute to the degradation of the quality of soil, water, vegetation and crops that are used as food not only for livestock but also for final consumers (the population).

In this area the research was oriented to determine the contamination in soils and waters in the low part of the Guardaña Pedagogical Basinfrom the Oruro department .For this purpose it was made surveys to have knowledge and determine the characteristics of the herbicides they handle and are used by the farmers. In order to determine contamination of the soil by heavy metalwere taken from agricultural plots soil samples, which were sent to the laboratory of SPECTROLAB (Oruro). In the same way soil samples were taken from plots with and without application of herbicides (Sencor, Linurex and Fusilade). Also, water samples were taken from underground wells to determine the presence of heavy metals and traces of pesticides. Later samples of vegetables (onion and carrot) were extracted to determine the existence of toxicity due to herbicides or heavy metals.

From the surveys performed, it was possible to establish that the farmers of the basin applyherbicides without reading the instructions and recommendations of the chemical products. Soils have concentrations of As (M1 = 18.2 and M2 = 20.2) and Cr (M1 = 87 and M2 = 85), above the permissible limits mentioned in DS 2400 (12 and 65 mg / 100gr Of soil, respectively), this due to the mining activity and the characteristics of the parental material. Also, herbicides in the soil have their effect on the apparent Density, pH, CE, MO and CIC, parameters that define the bioavailability of nutrients for plants. However, water analysis showed that there is no contamination by heavy metals or pesticides. Toxicity analyzes on onion and carrot showed genotoxicity, by limiting (the juice of both) the growth of the rootlets of Allium cepa, and to promote the presence of micro nucleus and the formation of apoptotic cells, possibly due to the presence of herbicides and heavy metals.

In this sense, it is concluded that the mining activity contaminates the soils of the basin, as well as the application of herbicides in the agricultural activity, generating toxicity in vegetables. However, these activities do not contaminate the groundwater of the basin, which is of good quality.

Keywords: Basin, Guardaña, pollution, soils, water, heavymetals, herbicides, toxicity.

Escaneado con CamScanner

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca es un espacio de vida y hábitat natural del agua, es el territorio donde los actores implementan sus acciones productivas, sociales, políticas y culturales. De parte del estado y sus institucionalidades, en este ámbito, se han desarrollado actividades orientadas a la gestión integral de cuencas y agua, una evidencia de ello es justamente las cuencas pedagógicas.

El actual gobierno tiene como política hídrica nacional, el manejo de cuencas, que está siendo implementado por la Dirección de cuencas del Ministerio de Medio Ambiente y Agua. El concepto de manejo integrado de Cuencas articula la conservación y la producción. Esta expansión de atributos al concepto original de manejo de cuencas lo ha hecho extensivo al manejo integrado de los recursos naturales de una cuenca y por último a los de gestión ambiental integrada y del mejoramiento de la calidad de vida.

En este contexto se crea la "Cuenca Pedagógica" definida como una escuela de Gestión Social y Comunitaria del Agua, en el que el encuentro entre el saber local de las comunidades y el conocimiento académico-institucional desarrolla procesos de enseñanza-aprendizaje formando familias y cuadros de autoridades y líderes locales.

Uno de los problemas de la cuenca Guardaña se refiere a los suelos, debido a su uso intensivo para satisfacer las necesidades alimenticias y generar excedentes mediante la comercialización de sus productos (cebolla y zanahoria). Pero también la ampliación de la frontera agrícola en áreas que no presentan vocación para esta actividad, lo cual reduce las áreas de pastoreo y zonas protegidas con vegetación, situación que contribuye en los procesos de erosión y degradación de los suelos. A lo anterior, se suma el uso inadecuado del agua de riego (riego por inundación), la inadecuada aplicación de agroquímicos, el monocultivo, etc. los diferentes elementos señalados coadyuvan a la degradación de la calidad del suelo, por tanto limitan su sustentabilidad.

Asimismo, este uso y manejo inadecuado de pesticidas no solo otorgan problemas de fertilidad en el suelo, sino también traen consecuencias en el agua superficial y subterránea. El lavado o

Escaneado con CamScanner

percolación de los agroquímicos no adsorbidos ni degradados, desciende o son transportados a las capas más profundas del suelo afectando a las aguas subterráneas, las mismas que son empleadas para consumo humano, riego y consumo del ganado.

No obstante, en Bolivia, la importación de pesticidas se ha dinamizado es así que entre el año 2007 y 2015 la importación creció seis veces, IBCE (2015).

Adicionalmente, la actividad minera en la parte alta de la cuenca, sin ninguna medida de mitigación o reducción de impactos ha dejado pasivos ambientales, las cuales generan no solo problemas en el paisaje sino también contaminación de suelos y aguas debido a que por la acción del viento las partículas de suelo (polvo mineral) son trasladadas hacia partes más bajas. De igual manera, la escorrentía producto de las precipitaciones arrastra estas partículas dejando en el rio no solo sedimentos sino también presencia de metales pesados que afectan el suelo, la vegetación. Los efectos no solo se producen en el agua superficial, sino también la contaminación alcanza las aguas subterráneas. Si bien la actividad minera ha disminuido, la misma todavía se desarrolla a pequeña escala y de forma artesanal.

De acuerdo al Plan Director de la Cuenca del Lago Poopó (2000: 19), la clasificación de aguas con fines de riego muestran que, en lo que respecta a contaminación según el índice de calidad, predomina notoriamente el agua de calidad pésima y mala, siendo utilizables solo las aguas de las Subcuencas Caracollo, Hana Jahuira, Conde Auque, Paria. Únicamente el agua del río Calapuruta, de la Subcuenca Paria es considerada de buena calidad. La contaminación del agua por la minería se debe a la presencia de pasivos mineros y a los efluentes de las minas.

Asimismo, en la Cuenca existen 97 sitios dispersos con pasivos mineros, algunos intervenidos con medidas de mitigación o remediación ambiental. Las principales sub cuencas con acumulación de pasivos mineros son: Sora Sora, Antequera, Poopó y la ciudad de Oruro, tratándose en su mayoría de pasivos sulfurosos, que generan drenaje ácido de roca (DAR). El área cubierta con residuos alcanza las 5.798 hectáreas, representando una cantidad de 17,318 toneladas. Los efluentes de actividades mineras son responsables de la contaminación. Plan Director de la Cuenca del Lago Poopó, (2000).

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales

En Bolivia, la Fundación PLAGBOL realizó estudios para conocer el impacto de los plaguicidas, sobre todo, en la salud humana, los cuales demostraron que un uso y manejo inadecuado pueden traer problemas de salud, se trata de intoxicaciones crónicas que se manifiestan después de unos 30 años del consumo de los alimentos. Por tanto, se pueden traducir en alteraciones metabólicas o cáncer, que luego difícilmente se los relaciona con el contacto de plaguicidas.

De acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, cuando se aplican plaguicidas a los cultivos, sólo el 41 % llega al cultivo, 5 % llega a la plaga y el resto (54 %), se distribuye en el medio ambiente contaminando suelo, agua, alimentos y afectando la biodiversidad. Cervantes (2010). Sin embargo, la concentración de los plaguicidas dependerá de las propiedades del suelo (contenido de Materia Orgánica, minerales del suelo, Capacidad de Intercambio Catiónico, Porosidad y pH de acuerdo a www.IGMES.es. Asimismo, el transporte hacia las capas profundas del suelo estará afectado por las condiciones del sistema acuífero; como la profundidad del nivel del agua subterránea, recarga neta que recibe el acuífero, la conductividad hidráulica y el material del acuífero, relacionado al contenido de arcillas por su influencia en la adsorción del plaguicida. IGME.es (2016: 56).

Del mismo modo, la minería es otra de las actividades que contamina el medioambiente debido a la presencia de metales pesados en suelos y agua. Así por ejemplo en la microcuenca de San Juan de Sora Sora del departamento de Oruro, zona con actividad minera intensiva, se encontraron concentraciones de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd), Zinc (Zn), Antimonio (Sb) y Plomo (Pb), por encima de los límites permisibles establecidos en la Norma Boliviana, los cuales según indica Ignacio (2009: 120) éstos contenidos están relacionados con la geología de la zona, las actividades extractivas y la acumulación de desechos minerales.

Igualmente, en estudios realizados en la influencia de la mina Kori Kollo (entorno del río Desaguadero), también en el departamento de Oruro, como consecuencia de la actividad de la mina, se encontró metales pesados no solo en agua, sino también acumulados en el sistema trófico (especies vegetales y animales menores). Se reportaron concentraciones de metales pesados (Sb, As, Cd, Fe, Pb, y Zn), superiores a los establecidos en la Normativa Ambiental

Escaneado con CamScanner

aplicó herbicidas con respecto a parcelas donde no fueron aplicados estos pesticidas, además de trazas de plaguicidas en el agua. Se analizaron vegetales (zanahoria y cebolla) para determinar la existencia de eco y genotoxicidad, producto de la aplicación de plaguicidas o de la presencia de metales pesados.

La investigación se centró en las comunidades localizadas en la parte baja de la cuenca pedagógica Guardaña, ubicado en el municipio Soracachi de la provincia Cercado del departamento de Oruro a 25 Km de la ciudad de Oruro.

El presente documento está organizado en acápites, el primero nos muestra la justificación del trabajo de investigación, los objetivos planteados y posteriormente el marco teórico y los conceptos, que luego fueron movilizados a lo largo la investigación. Igualmente, refleja la metodología y los materiales empleados en el estudio. Posteriormente, se realiza una descripción de la zona de investigación, para luego describir los principales hallazgos y los resultados; seguido de las conclusiones y recomendaciones.

2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

De acuerdo al Plan Nacional de Cuencas (2007) que está impulsando el Gobierno Central de Bolivia, un instrumento de gestión es la denominada cuenca pedagógica concepto que nació como una herramienta de aprendizaje. La cuenca pedagógica se considera un espacio de encuentro entre el saber local y el saber técnico/académico y de aprendizaje intercultural para impulsar la gestión integrada de recursos hídricos y el manejo integral del territorio.

Una de estas cuencas pedagógicas es la de Guardaña localizada en el municipio Soracachi del departamento de Oruro; en este territorio la actividad económica principal de los pobladores desde tiempos ancestrales es la agrícola, siendo la producción de hortalizas la más importante sobre todo para los habitantes localizados en la parte media y baja de la cuenca. Según el Plan de Desarrollo Municipal de Soracachi (2012-2016), la producción de hortalizas en la región de Guardaña se ha convertido en una actividad comercial, la misma que abastece los mercados de Oruro, Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, por este motivo, los agricultores realizan la aplicación de herbicidas para mantener un control sobre las malezas del cultivo y así asegurar su producción.

Escaneado con CamScanner

Los herbicidas son sustancias o mezcla de sustancias que se usan para controlar hierbas o malezas que afectan la producción (FAO, 2003). Sin embargo, son sustancias químicamente complejas, que una vez aplicadas al ambiente, están sujetas a una serie de transformaciones a nivel físico, químico y biológico que pueden llegar a afectar los suelos y el agua (Hirata, 2002).

Cuando se realiza una aplicación de herbicidas, por más que se cumplan todas las recomendaciones técnicas y metodológicas más del 50% se pierde, pudiendo distribuirse en el suelo, agua y aire o llegar a otros organismos afectando la estabilidad del ecosistema. Según Himel, (1974) el 30% del producto aplicado a las hojas llega al suelo. En este sentido, Benzing (2001) mencionado por Hirata (señala que una agricultura sustentable debe buscar lograr un alto nivel de productividad con un minino de impacto ambiental y de insumos externos.

Asimismo, otra de las actividades económicas en la cuenca, sobre todo en la parte alta, es la minería, actividad desarrollada desde hace muchos años sin las medidas de mitigación correspondientes, razón por lo cual se puede apreciar pasivos ambientales acumulados sobre el cauce del río. Estos pasivos ambientales y la actividad minera actual, a pequeña escala y artesanal, genera contaminación de suelos y aguas en la parte baja de la cuenca, debido a la presencia de metales pesados, los mismos que son transportados por el agua y el viento causando afectación al ambiente y al ser humano, quienes consumen los alimentos producidos en estas condiciones.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo de investigación está centrado en determinar la contaminación en suelos y aguas en la parte baja de la cuenca Pedagógica de Guardaña del departamento de Oruro.

3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN x

1. INTRODUCCIÓN 12

2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA 16

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS 17

3.1 Objetivo General 17

3.2 Objetivos específicos 17

3.3 Hipótesis 18

4. JUSTIFICACIÓN 18

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 20

5.1 Gestión integral de cuencas 20

5.1.1 Marco normativo para la gestión de cuencas en Bolivia. 21

5.1.2 La cuenca pedagógica: ¿un camino a seguir? 22

5.2 La contaminación ambiental 23

5.2.1 La actividad minera 24

5.2.2 La actividad agrícola 31

5.3 Marco legal en Bolivia en material de contaminación 41

5.3.1 Normativa respecto a la contaminación del agua 42

5.3.2 Normativa respecto a la contaminación por la actividad Minera 43

5.3.3 Normativa respecto a la conservación de suelos 44

5.3.4 Normativa respecto a la producción ecológica en Bolivia 45

5.3.5 Normativa respecto a plaguicidas químicos 46

6. DESCRIPCION DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN 47

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

6.1 Características físicas de la cuenca 48

6.1.1 Morfología de la Cuenca 48

6.1.2 Fisiografía de la Cuenca 49

6.1.3 Geología 49

6.1.4 Características climáticas 50

6.2 Características de la flora y fauna 53

6.3 Uso de la tierra 55

6.4 Actividades económicas en la cuenca 56

6.4.1 La actividad Agrícola 56

6.4.2 La actividad Minera 64

6.5 Características socio culturales en la cuenca 65

7. METODOLOGIA Y MATERIALES 67

7.1 Determinación de la población y tamaño de muestra 67

7.1.1 Reunión con informantes clave 68

7.1.2 Aplicación de encuestas piloto 68

7.1.3 Encuestas generales 69

7.2 Muestreo de suelos 70

7.2.1 Descripción del perfil del suelo 70

7.2.2 Muestreo para determinar Metales pesados 70

7.2.3 Muestreo para determinar contaminación por herbicidas 71

7.3 Muestreo de agua 74

7.3.1 Determinación de metales pesados 74

7.3.2 Determinación de trazas de plaguicidas 76

7.4 Análisis de toxicidad de vegetales 78

7.5 Análisis estadístico 81

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Facultad de Ciencias Forestales

8 RESULTADOS Y DISCUCIÓN 83

8.1 Características del manejo y uso de los herbicidas 83

8.1.1 Producción de cultivos y control de malezas 83

8.1.2 Productos químicos y dosis de aplicación 84

8.1.3 Forma de aplicación y utilización de equipo de protección personal 88

8.1.4 Manejo de los residuos y disposición final 91

8.2 Determinación de la contaminación de suelos por metales pesados 93

8.2.1 Caracterización de las propiedades físico químicas de las parcelas en Estudio 93

8.2.2 Contaminación de suelos por metales pesados 94

8.3 Análisis estadístico 101

8.4 Determinación de la contaminación de suelos por herbicidas 103

8.4.1 Características físico químicas del suelo 103

8.4.2 Concentración de macronutrientes 111

8.4.3 Concentración de los micronutrientes del suelo 113

8.5 Determinación de la contaminación de aguas 114

8.5.1 Caracterización físico química de las aguas subterráneas 114

8.5.2 Contaminación de aguas subterráneas por Metales pesados 118

8.5.3 Contaminación de aguas subterráneas por herbicidas 121

8.6 Determinación de la ecotoxicidad y genotoxicidad por el uso de herbicidas en la cebolla y zanahoria para su producción 127

9 CONCLUSIONES 130

10 RECOMENDACIONES 132

BIBLIOGRAFIA 133

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

CUADRO 1. Límites permisibles de concentración de plaguicidas en agua potable 43
CUADRO 2. Características hidromorfológicas de la cuenca 48
CUADRO 3. Descripción del historial de datos meteorológicos 50
CUADRO 4. Datos de precipitación pluvial 51
CUADRO 5. Temperatura mensual 53
CUADRO 6. Vegetación presente en la cuenca de Guardaña 54
CUADRO 7. Fauna silvestre de la Cuenca Guardaña 55
CUADRO 8. Principales cultivos agrícolas en la cuenca 56
CUADRO 9. Calendario agrícola de los cultivos Zanahoria y Cebolla 57
CUADRO 10. Uso de herbicidas en los cultivos zanahoria y cebolla 62
CUADRO 11. Características técnicas de los herbicidas más empleados 63
CUADRO 12. Características químicas del agua de descarga de la mina 65
CUADRO 13. Población en las comunidades Guardaña y Caracollito 67
CUADRO 14. Población en las comunidades Guardaña y Caracollito según Censo 2012 68
CUADRO 15. Nomina de autoridades locales entrevistadas 69
CUADRO 16. Localización georeferenciada de las calicatas en UTMs 70
CUADRO 17. Localización georeferenciada de la extracción de suelos para MP 71
CUADRO 18. Localización georeferenciada de extracción de suelos para herbicidas 72
CUADRO 19. Características de las parcelas de estudio 73
CUADRO 20. Localización georeferenciada de la extracción de agua para MP 76
CUADRO 21. Localización georeferenciada de la extracción de agua para herbicidas 77
CUADRO 22. Cantidad de producto empleado en ml 86

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

CUADRO 23. Dosis de aplicación recomendada por cada producto y cultivo 87

CUADRO 24. Relación entre la dosis aplicada y la recomendada para el tamaño de la parcela en estudio 87

CUADRO 25. Características químico físico de los suelos de Guardaña y Caracollito 93

CUADRO 26. Características químico físico de los suelos de Guardaña y Caracollito con y sin aplicación de herbicidas 103

CUADRO 27. Relaciones catiónicas en los suelos con y sin aplicación de herbicidas 112

CUADRO 28. Parámetros de calidad de aguas de pozo en comparación a la NB 115

CUADRO 29. Características del suelo en su relación con el agua 122

CUADRO 30. Solubilidad en agua (mg/l), Coeficiente de adsorción (Koc), vida media del ingrediente activo en el suelo y estimación referencial de contaminación del agua en herbicidas utilizados en la cuenca Guardaña 124

CUADRO 31. Características física químicas de las aguas de pozo 125

Escaneado con CamScanner

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1. Importación de plaguicidas en el periodo 2007 – 2014 32
FIGURA 2. Importación de plaguicidas según tipo de producto en la gestión 2014. 32
FIGURA 3. Mapa de ubicación de la cuenca Guardaña 47
FIGURA 4. Precipitación de la gestión agrícola con respecto a la media normal 52
FIGURA 5. Comportamiento de la temperatura en la gestión agrícola 53
FIGURA 6. Incorporación de abono orgánico 58
FIGURA 7. Diseño de composturas para la producción de zanahoria y cebolla 59
FIGURA 8. Preparación de almácigos y siembra de la cebolla en Guardaña 59
FIGURA 9. Aplicación de riego en el cultivo de cebolla 61
FIGURA 10. Vista de la cosecha de la cebolla y zanahoria 61
FIGURA 11. Envases de los herbicidas utilizados 63
FIGURA 12. Vista de los pasivos ambientales en la mina 65
FIGURA 13. Muestreo de suelos en la comunidad Guardaña y Caracollito respectivamente 72
FIGURA 14. Análisis de parámetros básicos de agua en COMIBOL 75
FIGURA 15. Pozos de agua de la comunidad Ventillita 78
FIGURA 16. Flujograma de la metodología empleada 82
FIGURA 17. Frecuencia de uso de herbicidas en las comunidades Guardaña y Caracollito 83
FIGURA 18. Uso de productos químicos 85
FIGURA 19. Cantidad de cucharadas de producto por cada 20litros de agua 86
FIGURA 20. Porcentaje de utilización de equipo de protección personal 90
FIGURA 21. Almacenamiento temporal de los residuos de herbicidas 91
FIGURA 22. Disposición final de los envases de herbicidas 92

Escaneado con CamScanner

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA
Escuela de Ciencias Forestales
U.M.S.S.

FIGURA 23. Concentración de MP con relación a los LMP comunidad Caracollito.....95

FIGURA 24. Concentración de MP con relación a los LMP comunidad Guardaña 96

FIGURA 25. Variación de la Densidad aparente comunidad Guardaña y Caracollito.....106

FIGURA 26. Variación del pH comunidad Guardaña y Caracollito.....106

FIGURA 27. Variación de la CE Comunidad Caracollito y Guardaña.....107

FIGURA 28. Variación de la MO comunidad Guardaña y Caracollito 108

FIGURA 29. Variación del CIC en suelos de Guardaña y Caracollito 110

FIGURA 30. Macro nutrientes Comunidad Caracollito y Guardaña 111

FIGURA 31. Micronutrientes comunidad Caracollito y Guardaña.....113

FIGURA 32. Características físico química del agua de pozo de Guardaña y Ventillita 116

FIGURA 33. Contenido de MP de agua de pozos en contraste a los LMP de la NB 119

FIGURA 34. Células meristemáticas de raíces con morfología normal y con apoptosis 127

FIGURA 35. Células meristemáticas de raíces expuestas a cebollas no expuestas a herbicidas, células con morfología normal y células mostrando apoptosis. 128

Escaneado con CamScanner

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1. Formulario de encuestas 142

ANEXO 2. Resultados de análisis de laboratorio 145

ANEXO 3. Fichas de descripción de suelos 157

ANEXO 4. Mapa de ubicación de muestreo de suelos y agua 161

ANEXO 5. Datos climáticos 163

Escaneado con CamScanner

LISTA DE SIGLAS O ACRÓNIMOS

ALBA	Auditoria de Línea Base Ambiental
ARfD	Dosis de referencia aguda (*Acute Reference Dose*)
CEDIB	Centro de Documentación e Información Bolivia
CONAPLA	Consejo Nacional de Plaguicidas
CNAPE	Consejo Nacional de Producción Ecológica
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
DAR	Drenaje Acido de Roca
DAM	Drenaje Acido de Mina
DS	Decreto Supremo
EA	Evaluación Ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GAM	Gobierno Autónomo Municipal
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
IBCE	Instituto Boliviano de Comercio Exterior
IDA	Ingesta Diaria Admisible (*Acceptable Daily Intake*)
INE	Instituto Nacional de Estadística
IGME	Instituto Geográfico Minero de España
IFs	Instituciones Facilitadoras
LMR	Límite Máximo de Residuos
LMP	Límite Máximo Permisible
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MIC	Manejo Integrado de Cuencas
MIP	Manejo Integrado de Plagas
NB	Norma Boliviana
NNUU	Naciones Unidas
OMS	Organización Mundial para la Salud
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNC	Plan Nacional de Cuencas
PMIC	Proyecto Manejo Integrado de Cuencas
PPO	Proyecto Piloto Oruro
PROMIC	Proyecto Manejo Integrado de Cuencas – Cochabamba
PRORESU	Programa de Recuperación de Suelos
RAAM	Reglamento Ambiental para Actividades Mineras
RAMCH	Reglamento Ambiental en Materia de Contaminación Hídrica
RASH	Reglamento Ambiental al Sector Hidrocarburos
SENASAG	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaría
SEARPI	Servicio Ambiental del Río Piraí
SENMA	Secretaria Nacional del Medio Ambiente
UPA	Unidad Productiva Agropecuaria

Escaneado con CamScanner