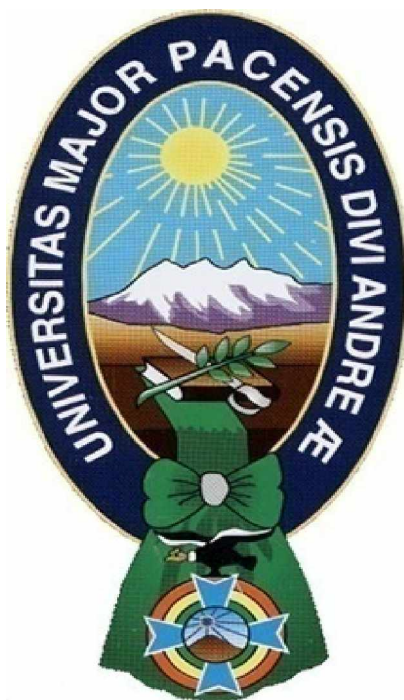


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS
AGRICOLAS Y CULTIVOS EN TRES MICRO-CUENCAS DEL MUNICIPIO DE
POOPÓ**

LOURDES JANNETH CHAMBI PARISACA

La Paz – Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**“EVALUACION DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS
AGRICOLAS Y CULTIVOS EN TRES MICRO-CUENCAS DEL MUNICIPIO DE
POOPO”**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

LOURDES JANNETH CHAMBI PARISACA

Asesor (es):

Ing. Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes

Ing. M.Sc. Hugo Bosque Sánchez

Lic. Amalia Niura Zurita

Tribunal Examinador:

Ing. Roberto Miranda Casas

Ing. Fredy Navia Dávalos

Ing. René Calatayud Valdez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2010

DEDICATORIA

A la conclusión del presente trabajo deseo dedicar al supremo Dios por darme el privilegio de vivir, a mi señor padre Juan Chambi y a mi señora madre Lorenza Parisaca, por ser parte de mi lucha, por todo el apoyo brindado y la confianza depositada. También dirigido a mis hermanos Milton, Oscar y Yojhan por el amor, cariño y comprensión que me brindan siempre.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, y en particular a la Facultad de Agronomía donde se forjan miles de recursos humanos con el único fin de superarse y servir a su país.

Al Ing. Ph.D. Vladimir Orsag, por la orientación y entusiasmo desinteresado que mostró siempre, a la Lic. Amalia Niura y al Ing. Hugo Bosque por los consejos brindados y la colaboración versátil expuesta, para la realización del presente trabajo.

A los tribunales revisores Ing. Roberto Miranda, Ing. Fredy Navia y Ing. René Calatayud quienes con sus sugerencias y aclaraciones participaron en la elaboración del presente trabajo.

Un agradecimiento profundo al Proyecto CAMINAR (Catchment Management and Mining Impacts in Arid and Semi-Arid South America) International Cooperation Programme y al Instituto de Investigaciones Químicas de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), quienes hicieron realidad el presente trabajo con la financiación de la investigación.

Al Lic. Jorge Quintanilla y al Lic. Oswaldo Ramos por sus consejos brindados y colaboración desinteresada, a mis amig@s Fanny Arragan, Efrain Blanco, Liliana Flores, Magiver Pilco, Julia Chura, Estanislao Tumiri, Braulio Calle, Victor Hilari, Martha Villalobos, Daniel Alanes que me colaboraron para el desarrollo de este trabajo.

Al Municipio de Poopó quien participo de manera activa para colaborar con las investigaciones realizadas en el presente trabajo.

A Dios, quien es el fajador de paz, tranquilidad y luz en la vida de las personas. Y en especial a todos mis amigos y compañeros de la facultad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
SUMARY	xv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Definición de Metal Pesado	3
2.1.1 Arsénico (As)	3
2.1.2 Plomo (Pb)	4
2.1.3 Cadmio (Cd)	5
2.1.4 Zinc (Zn)	7
2.2 Metales Pesados en el Suelo	7
2.2.1 Dinámica de los Metales Pesados en el Suelo	8
2.2.2 Factores del suelo que afectan la acumulación y disponibilidad de metales pesados	9
2.3 Metales Pesados en la Vegetación	11
2.3.1 Consecuencia de Metales Pesados en las Plantas	12
2.4 La Bioacumulación	12
2.5 Límite Permisible	13
2.6 Antecedentes de Contaminación	13
2.6.1 Contaminación de las Aguas en el Altiplano Boliviano	13
2.6.2 Monitoreo Hidroquímico Ambiental 2007- 2008 en el Municipio de Poopó "Proyecto CAMINAR"	13
2.7 Información sobre la situación minera en el municipio de Poopó- elaborado por la fundación MEDMIN-2006	14
2.7.1 Descripción de la minas en operación	14
2.7.2 Descripción de las minas abandonadas	17
3. LOCALIZACIÓN	18
3.1 Ubicación Geográfica	18
3.2 Ecología del Municipio	20
3.2.1 Ecosistema.	20
3.3. Fisiografía y Geología del Municipio	21
3.3.1. Mineralogía	21
3.4. Aspectos económicos productivos	22
3.4.1. Sistema de producción agrícola	22
3.4.2. Destino de la producción agrícola	22
3.5. Descripción de las principales microcuencas del municipio de Poopó	23
3.5.1. Microcuenca Venta y Media (P1)	23

3.5.3.	Microcuenca Coriviri (P2)	23
3.5.2.	Microcuenca Poopó (P3)	23
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1	Materiales	24
4.1.1	Material de gabinete	24
4.1.2	Material de Campo	24
4.1.2.1	Material de muestreo de suelos y productos agrícolas	24
4.1.3	Material de Laboratorio	24
4.1.3.1	Materiales del Procedimiento Experimental	24
4.1.3.2	Equipos	25
4.1.3.3	Reactivos	25
4.2	Metodología	26
4.2.1	Caracterización de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos de las parcelas agrícolas.	35
4.2.1.1	Muestreo de Suelos.	35
4.2.1.2	Codificación de muestras	36
4.2.1.3	Preparación de la muestra de suelo	37
4.2.1.4	Análisis de parámetros	38
4.2.1.4.1	Propiedades Físicas (Octubre-2008)	38
4.2.1.4.2	Propiedades Químicas y Biológicas (Septiembre-2008)	40
4.2.2	Cuantificación de los contenidos totales de metales pesados (Zn, Pb, Cd) y otros como el As, en los suelos de las parcelas agrícolas	41
4.2.2.1	Muestreo de suelos y preparación de la muestra	41
4.2.2.2	Digestión de las muestras secas (Suelos Agrícolas)	42
4.2.2.3	Análisis cuantitativo (Suelos Agrícolas)	43
4.2.3	Determinación de la presencia de metales pesados en productos agrícolas y forraje	43
4.2.3.1	Muestreo de productos agrícolas y forraje	43
4.2.3.2	Preparación de la muestra de cultivos	45
4.2.3.3	Digestión de las muestras secas (Productos Agrícolas y forraje)	47
4.2.3.4	Análisis cuantitativo (Productos Agrícolas y forraje)	47
4.2.4	Determinación de la bioacumulación de contaminantes en los productos agrícolas y forraje	47
4.2.4.1	Índice de bioacumulación	47
4.2.5	Identificación de la percepción de contaminación por metales pesados según los pobladores	48
4.2.5.1	Elaboración de planillas	48
4.2.5.2	Reunión con las comunidades	48
4.2.5.3	Entrevista	48
4.3	Sistema de Evaluación para el contenido de metales pesados.	49
4.3.1	Sistema de evaluación para el contenido de elementos pesados en los suelos.	49

4.3.2	Sistema de evaluación para el contenido de elementos pesados en los Vegetales.	50
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
5.1	Micro-cuenca Venta y Media (P1)	51
5.1.1	Características Físico, Químico y Biológico de las parcelas agrícolas en la micro-cuenca Venta y Media	51
5.1.2	Niveles de Metales Pesados en Suelos agrícolas de la micro-cuenca Venta y Media (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles	54
5.1.3	Niveles de Metales Pesados en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles	64
5.1.4	Bioacumulación de los contaminantes en los productos Agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media	74
5.2	Microcuenca Coriviri (P2)	75
5.2.1	Características Físico, Químico y Biológico de las parcelas agrícolas en la micro-cuenca Coriviri	75
5.2.2	Niveles de Metales Pesados en Suelos agrícolas en la micro-cuenca Coriviri (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los límites permisibles	78
5.2.3	Niveles de Metales Pesados en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Coriviri (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles	85
5.2.4	Bioacumulación de los contaminantes en los productos Agrícolas y forraje de la micro-cuenca Coriviri	93
5.3	Microcuenca Poopó (P3)	95
5.3.1	Características Físico, Químico y Biológico de las parcelas agrícolas en la micro-cuenca Poopó	95
5.3.2	Niveles de Metales Pesados en Suelos agrícolas de la micro-cuenca Poopó (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los límites permisibles	98
5.3.3	Niveles de Metales Pesados en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles	106
5.3.4	Bioacumulación de los contaminantes en los productos Agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó	114
5.4	Identificación de la percepción de contaminación por metales pesados según los pobladores	115
6.	CONCLUSIONES	118
7.	RECOMENDACIONES	120
8.	BIBLIOGRAFÍA	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pag.
1.	Forma de retención de metales pesados en el suelo y su disponibilidad relativa.	11
2.	Elementos esenciales en la nutrición vegetal	11
3.	Información general de la Consolidación Minera Frontanilla–Mina Challa Apacheta	14
4.	Información general de la Mina Villa Esperanza	15
5.	Información general de la Mina San Francisco	16
6.	Información general del Ingenio-Compañía Minera Tiahuanacu	16
7.	Información general de la Mina Machacamarquita	17
8.	Información general de la Mina Molle Puncu	17
9.	Información general de la Planta de concentración	17
10.	Los principales cultivos agrícolas practicados en el municipio de Poopó	22
11.	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo con su identificación de unidades fisiográficas en la Microcuenca de Venta y Media (P1).	29
12.	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo con su identificación de unidades fisiográficas en la Microcuenca de Coriviri (P2).	31
13.	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo con su identificación de unidades fisiográficas en la Microcuenca de Poopó (P3).	33
14.	Ejemplo de codificación de las muestras de suelos y cultivos agrícolas.	37
15.	Límites Máximos Permisibles de Metales Pesados totales en Suelos.	50
16.	Concentración Tolerable, Máxima Permitida y Excesiva o tóxica de Metales Pesados Totales en Cultivos Agrícolas.	50
17.	Características físicas de los suelos de la Microcuenca Venta y Media.	51
18.	Características químicas y biológicas de los suelos de la Microcuenca Venta y Media.	52
19.	Contenido de Arsénico en suelos de parcelas agrícolas en la micro-cuenca Venta y Media.	54
20.	Contenido de Plomo en suelos de parcelas agrícolas en la micro-cuenca Venta y Media.	57
21.	Contenido de Cadmio en suelos de parcelas agrícolas en la micro-cuenca Venta y Media.	59
22.	Contenido de Zinc en suelos de parcelas agrícolas en la micro-cuenca Venta y Media.	61
23.	Contenido de Arsénico en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media.	64
24.	Contenido de Plomo en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media.	67
25.	Contenido de Cadmio en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media.	69
26.	Contenido de Zinc en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Venta y Media.	71
27.	Características físicas de los suelos de la micro-cuenca Coriviri.	75

28.	Características químicas y biológicas de los suelos de la micro-cuenca Coriviri.	76
29.	Contenido de Arsénico en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca de Coriviri.	78
30.	Contenido de Plomo en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Coriviri.	80
31.	Contenido de Cadmio en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Coriviri.	82
32.	Contenido de Zn en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Coriviri.	84
33.	Contenido de Arsénico en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Coriviri.	85
34.	Contenido de Plomo en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Coriviri.	87
35.	Contenido de Cadmio en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Coriviri.	89
36.	Contenido de Zinc en Productos agrícolas de la micro-cuenca Coriviri.	90
37.	Características físicas de los suelos de la micro-cuenca Poopó.	95
38.	Características químicas y biológicas de los suelos de la micro-cuenca Poopó.	96
39.	Contenido de Arsénico en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Poopó.	98
40.	Contenido de Plomo en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Poopó.	100
41.	Contenido de Cadmio en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Poopó.	102
42.	Contenido de Zinc en suelos de parcelas agrícolas de la micro-cuenca Poopó.	104
43.	Contenido de Arsénico en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó.	106
44.	Contenido de Plomo en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó.	108
45.	Contenido de Cadmio en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó.	109
46.	Contenido de Zinc en Productos agrícolas y forraje de la micro-cuenca Poopó.	111
47.	Listado de casos de estudio y comunidades afectadas por actividad minera.	134
48.	Límites Máximos Permitidos de Metales Pesados totales en Suelos Agrícolas en distintos países.	135
49.	Concentración Tolerable, Máxima Permitida Y Excesiva o tóxica de Metales Pesados Totales en Cultivos Agrícolas.	135
50.	Escala de porcentaje para el cálculo del valor de la fertilidad potencial	136
51.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Venta y Media de los productos agrícolas y forraje	137
52.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Coriviri de los productos agrícolas y forraje.	137
53.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Poopó de los productos agrícolas y forraje.	138
54.	Manejo del cultivo y destino de la producción.	139

55.	Percepción de contaminación por metales pesados según los pobladores de las zonas en estudio.	140
56.	Caracterización de las propiedades químicas y nivel de fertilidad de los suelos de la microcuenca Venta y Media.	141
57.	Caracterización de las propiedades químicas y nivel de fertilidad de los suelos de la microcuenca Coriviri.	142
58.	Caracterización de las propiedades químicas y nivel de fertilidad de los suelos de la microcuenca Poopó.	142

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Descripción	Pag.
1.	Contenido de As en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	55
2.	Contenido de Pb en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	58
3.	Contenido de Cd en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	60
4.	Contenido de Zn en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	62
5.	Contenido de As en Productos Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a Límites Permisibles.	65
6.	Contenido de Pb en Productos Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	68
7.	Contenido de Cd en Productos Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	69
8.	Contenido de Zn en Productos Agrícolas de la Microcuenca VENTA Y MEDIA (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	71
9.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Venta y Media de los productos agrícolas y forraje	74
10.	Contenido de As en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	79
11.	Contenido de Pb en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	81
12.	Contenido de Cd en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	83
13.	Contenido de Zn en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	84
14.	Contenido de As en Productos Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a Límites Permisibles.	86
15.	Contenido de Pb en Productos Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a Límites Permisibles.	87
16.	Contenido de Cd en Productos Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	89

17.	Contenido de Zn en Productos Agrícolas de la Microcuenca CORIVIRI (Parte: Alto, Medio y Bajo), respecto a los Límites Permisibles.	91
18.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Coriviri de los productos agrícolas y forraje	93
19.	Contenido de As en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Partes: Alto, Medio, Bajo y Sub-Bajo) respecto a los Límites Permisibles.	99
20.	Contenido de Pb en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Partes: Alto, Medio, Bajo y Sub-Baja) respecto a los Límites Permisibles.	101
21.	Contenido de Cd en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Partes: Alto, Medio, Bajo y Sub-Baja) respecto a los Límites Permisibles.	103
22.	Contenido de Zn en Parcelas Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Partes: Alto, Medio, Bajo y Sub-Baja) respecto a los Límites Permisibles.	105
23.	Contenido de As en Productos Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Parte: Alto, Medio, Bajo y Sub-Bajo), respecto a Límites Permisibles.	107
24.	Contenido de Pb en Productos Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Parte: Alto, Medio, Bajo y Sub-Bajo), respecto a Límites Permisibles.	108
25.	Contenido de Cd en Productos Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Parte: Alto, Medio, Bajo y Sub-Bajo), respecto a Límites Permisibles.	110
26.	Contenido de Zn en Productos Agrícolas de la Microcuenca POOPÓ (Parte: Alto, Medio, Bajo y Sub-Bajo), respecto a Límites Permisibles.	111
27.	Índice de Bioacumulación en la micro-cuenca Poopó de los productos agrícolas y forraje	114

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pag.
1.	División Política Municipio de Poopó con la ubicación de las áreas de estudio	19
2.	Ubicación general de los puntos de muestreo en la Microcuenca de Venta y Media (P1), Coriviri (P2) y Poopó (P3)	28
3.	Ubicación de los puntos de muestreo en la Microcuenca Venta y Media (P1).	30
4.	Ubicación de los puntos de muestreo en la Microcuenca Coriviri (P2).	32
5.	Ubicación de los puntos de muestreo en la Microcuenca Poopó (P3)	34
6.	Presencia y riesgo de metales pesados (Pb, Zn y As) en cultivos y parcelas agrícolas de la Microcuenca Venta y Media parte alta, media y baja.	73
7.	Presencia y riesgo de metales pesados (Pb, Zn y As) en cultivos y parcelas agrícolas de la Microcuenca Coriviri parte alta, media y baja.	92
8.	Presencia y riesgo de metales pesados (Pb, Cd, Zn y As) en parcelas agrícolas de la Microcuenca Poopó parte alta, media, baja y sub-baja.	113

ÍNDICE DE ANEXOS

A.	Descripción de Métodos Analíticos Empleados	126
	1.- DETERMINACIÓN DEL % PENDIENTE.	126
	2.- DETERMINACIÓN DE PROFUNDIDAD EFECTIVA.	126
	3.- DETERMINACIÓN DEL % GRAVA.	126
	4. DETERMINACIÓN DEL PH.	127
	5. DETERMINACION DE LA CONDUCTI VIDAD ELECTRICA.	128
	6. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA.	129
	7. METODOLOGIA DE LA DIGESTION DE SUELOS Y VEGETALES.	131
	8. METODOLOGIA DEL MANEJO DEL ESPECTRÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA Perkin Elmer Modelo AAnalyst 100	133
B.	Tablas de Datos	134
C.	Tabla de Resultados	137
D.	Registro Fotográfico	143

RESUMEN

La contaminación de los suelos por metales pesados es un problema ambiental que preocupa a la población, ya que desde el suelo los metales pueden ser transferidos a otras partes del ecosistema como a los cultivos y aguas subterráneas, entrando no solo en la cadena trófica ocasionando riesgos a la salud, si no generando suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de la vegetación.

El propósito del estudio fue determinar la presencia de metales pesados (Pb, Cd, Zn y As) en suelos agrícolas y cultivos representativos en tres Micro-cuencas del municipio Poopó; divididas en tres partes (alto, medio y bajo).

Desde el punto de vista geológico y mineralógico la zona es rica en varios metales pesados como Sn, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Fe y otros como el As, los mismos que se encuentran en forma polimetálica, situación que favorece las actividades mineras desde tiempos pasados (Montes de Oca, 2007).

Se muestrearon suelos de parcelas agrícolas y cultivos fracción comestible (Papa, Haba, Cebada y Alfalfa), en puntos previamente seleccionados, según la disponibilidad, en la micro-cuenca de: Venta y Media (P1), Coriviri (P2) y Poopó (P3). Las muestras con pequeñas concentraciones se determinaron mediante el Espectrofotómetro de Absorción Atómica en llama y horno de grafito, en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Químicas de La Paz (UMSA). La concentración de metales se evaluó con los límites máximos permisibles y los niveles peligrosos para suelo, propuesto por la Agencia Ambiental Holandesa y la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador, los cultivos agrícolas se evaluaron con los contenidos máximos propuesto por Kabata-Pendias, 2000.

Los resultados muestran que los suelos agrícolas de las tres Micro-cuencas en estudio se encuentran contaminados por arsénico, superando el nivel peligroso de (55 mg/kg de suelo), vía mineralización natural de la zona como por el aporte de la

minería circundante en la región (desmontes, aguas de copagira echadas a la intemperie y a los ríos), situación que merece una remediación inmediata, para poder evitar la intensidad de acumulación. El cultivo de haba fracción comestible presentan tendencias de mayor acumulación de arsénico, llegando en algunos casos a superar el contenido máximo en cultivos (1,7 mg/kg de muestra).

La Microcuenca Coriviri (P2), es la que manifiesta menor contaminación por metales pesados (Pb, Cd y Zn) en relación a las otras micro-cuencas.

La planta *Hymenoxys robusta* llamada vernáculamente Botón de oro, presentó una bioacumulación intensa de (Cd-Zn) y moderada de As, en sus (hojas y flores), debido a esta facultad se la puede considerar como una planta nociva para los animales que lo consumen.

SUMMARY

The contamination of the soils for heavy metals is an environmental problem that worries the population, from the soil the metals can be transferred to other parts of the ecosystem as at the cultivations, underground waters, entering in the chain trófica, generating poor soils for plant establishment and health hazard for humans. The purpose of the study was to determine the presence of heavy metals (Pb, Cd, Zn and As) in agricultural soils and representative cultivations in three Micro-basins of the municipality of the Poopó divided in parts (high, half and under). From the geologic and mineralogical point of view the area is rich in several heavy metals as Sn, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Fe and others as the As, the same that are in form polimetálica, situation that favors the mining activities from last times.

Samples of agricultural soils and cultivations eatable fraction were extracted (Potato, Bean, Barley and Medic), in previously selected points, according to the readiness in the micro-basin of: Venta y Media (P1), Coriviri (P2) and Poopó (P3). Metal concentrations were evaluated with the permissible maximum limits and the dangerous levels for soils, proposed by the Agency Environmental Dutchwoman and the Law of Environmental Administration of the Ecuador, the agricultural cultivations were evaluated with the maximum contents proposed for Kabata-Pendias, 2000. The samples with small concentrations were read by atomic absorption in flame and graphite oven. The results show that the agricultural soils of the three Micro-basins in study are contaminated by arsenic, overcoming the dangerous level of (55 mg/kg soil), for natural mineralización of the area as for the contribution of the surrounding mining in the region (dismount, copagira waters tossed to the bleakness and the rivers), situation that deserves an immediate remediation, for can to avoid the intensity of accumulation. The bean cultivations and potato eatable fraction present tendencies of accumulating bigger quantity of arsenic, ending up in some cases to overcome the maximum content in cultivations (1,7 sample mg/kg). The Microcuenca Coriviri (P2), it is that manifest smaller contamination for heavy metals in relation to the other micro-basins. It is very necessary to study with more depth to the plant *Hymenoxys robusta*, this plant has the particularity of absorbing high concentrations of pollutants (heavy metals).