



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EVALUACIÓN DE *Cyperus luzulae*, EN LA REMOCIÓN DE CIANURO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título
de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

AUTOR/A:

Karla Fernanda Montesdeoca Hernández

DIRECTOR:

Biol. Oquendo Renato MSc.

IBARRA-ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

EVALUACIÓN DE *Cyperus luzulae*, EN LA REMOCIÓN DE CIANURO EN
CONDICIONES DE LABORATORIO.


Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, previa a la obtención de

Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Blgo. Renato Oquendo, MSc
DIRECTOR DE TESIS




Firma

Ing. Elizabeth Velarde, MSc
ASESORA




Firma

Ing. Mónica León, MSc
ASESORA



Firma

Ing. Santiago Cabrera, MSc
ASESOR



Firma

Ibarra – Ecuador
2019

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	1003611389	
APELLIDOS Y NOMBRES	Montesdeoca Hernández Karla Fernanda	
DIRECCIÓN:	Ibarra- Imbabura	
EMAIL:	valentina_050793@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0968572787

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE <i>Cyperus luzulae</i>, EN LA REMOCIÓN DE CIANURO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.
AUTORA:	Montesdeoca Hernández Karla Fernanda
FECHA:	5 de febrero de 2019
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Biol. Oquendo Renato MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Karla Fernanda Montesdeoca Hernández, con cédula de identidad Nro. 1003611389, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la realizó sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es la

titular de los derechos patrimoniales; por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 05 de febrero de 2019

LA AUTORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karla Montesdeoca', is positioned above a horizontal line.

Montesdeoca Hernández Karla Fernanda
CC. 1003611389



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Yo, Karla Fernanda Montesdeoca Hernández, con cédula de identidad Nro. 1003611389, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado **“EVALUACIÓN DE *Cyperus luzulae*, EN LA REMOCIÓN DE CIANURO EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer todos los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos el derecho moral de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Montesdeoca Hernández Karla Fernanda
CC. 1003611389

Ibarra, 05 de febrero de 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Montesdeoca Hernández Karla Fernanda, con Cédula de Ciudadanía Nro. 1003611389, bajo mi supervisión en calidad de director.



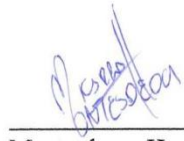
Blgo. Renato Oquendo MSc.
DIRECTOR

Ibarra, 05 de febrero de 2019

DECLARACIÓN

Ibarra, 05 de febrero de 2019

Manifestamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos los titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.



Montesdeoca Hernández Karla Fernanda
CC. 1003611389

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

GUIA: FICAYA-UTN

FECHA: Ibarra, 05 de febrero de 2019

Montesdeoca, K. “EVALUACIÓN DE *Cyperus luzulae*, EN LA REMOCIÓN DE CIANURO EN CONDICIONES DE LABORATORIO”. Trabajo de titulación. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, 05 de febrero de 2019
DIRECTOR: Blgo. Jorge Renato Oquendo Andino


El objetivo general fue:

- Evaluar la capacidad de absorción de cianuro por *Cyperus luzulae*;

Mientras que los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Caracterización taxonómica de la especie *Cyperus luzulae* como fitorremediadora.
- Cuantificar la concentración de cianuro absorbida en los rizomas de *Cyperus luzulae* en base a un análisis de extracción y fotometría.
- Comparar la concentración de cianuro absorbido por la planta con el pH del medio circundante.


Blgo. Renato Oquendo MSc.
DIRECTOR


Montesdeoca Hernández Karla Fernanda
AUTORA

AGRADECIMIENTO

A Yehova Dios por ser un dios bueno de promesas y sueños cumplidos, por la fortaleza y poder de hacer todo posible.

A todos los docentes de la Universidad Técnica del Norte que han sido parte de este proceso de educación que han compartido en la mayoría un poco más que solo una relación profesor-estudiante y se han convertido en un amigo o amiga del corazón

Al personal técnico-administrativo de la empresa El Corazón que estuvo en el proceso de investigación, en especial al Arquitecto Marco Estrella, al Sr. Milton Torres por su apoyo en la etapa de campo.

A todos los amigos que estuvieron de principio a fin de que con sus palabras de aliento ayudaron a construir y formar un camino de éxito y bendición.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a las mujeres de mi familia que por diferentes acontecimientos no han podido cumplir sus sueños académicos, sin embargo, han sabido florecer en toda su vida, siendo el pilar esencial en la familia con su superación personal y laboral.

En honor al amor de mi vida a mi madre **Cecilia**, quién con su apoyo físico y moral ha sido la fuente de sabiduría y motivación en el transcurso de este proceso de aprendizaje, quien ha sido la luz en mi camino, que con su paciencia y bendición ha hecho de este camino duro mucho más tenue, por cada consejo y palabra de aliento por esos abrazos que son el mejor lugar del mundo, un millón de gracias.

A mi hermana **Damaris** por el apoyo compartido, sus consejos, y su ejemplo de mujer quién me ha enseñado el valor del trabajo y la constancia, por no dejarse vencer por la adversidad surgiendo siempre en nombre de su familia.

A mi padre **Ángel** y mis hermanos **Salomón** y **Cristian** quienes por motivos laborales y académicos no hemos compartido todo el tiempo del mundo, pero sin embargo han estado en los momentos necesarios gracias por el apoyo y confianza brindado.

A mis sobrinos **Dylan**, **Valentina**, **Nicolás** y **Martín** por regalarme tantas alegrías y sonrisas cuando más lo he necesitado, espero que siempre cuenten conmigo, no solo como la tía favorita espero que vean en mí a esa persona que siempre los ayudará a realizar cualquier locura con responsabilidad.

Esto es por ustedes...

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	3
1.1. Problema de investigación y justificación.....	5
1.2. Objetivos	6
Objetivo general.	6
Objetivos específicos	6
1.3. Hipótesis	7
CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Aspectos generales de <i>Cyperus luzulae</i>	10
2.3. Tolerancia de las plantas a los metales	11
2.4. Fitorremediación.....	13
2.5. Criterios de selección de plantas para la fitorremediación.....	14
2.6. Metales pesados y toxicidad.....	14
2.7. Generalidades del cianuro	15
2.7.1. Relación de cianuro y pH.....	15
2.7.2. Compuestos cianurados simples.....	16
2.7.3. Complejos cianurados.....	16
2.8. Toxicidad del cianuro en seres humanos	16
2.9. Toxicología del cianuro en el medio ambiente.....	17

2.10. Marco legal.....	18
Constitución Política de la República del Ecuador 2008.....	18
Ley Orgánica del Código Orgánico Ambiental.....	18
Acuerdo Ministerial 061 Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria.....	18
CAPITULO III METODOLOGÍA.....	21
3.1. Área de estudio	21
3.2. Fase de Campo	22
3.3. Fase de laboratorio.....	25
3.3.1. Protocolo para cuantificación de cianuro absorbido por <i>Cyperus luzulae</i> ...	25
3.3.2. Unidades experimentales	26
3.3.3. Condiciones ambientales	27
3.4. Cuantificación de la concentración de cianuro absorbido por <i>Cyperus luzulae</i>	30
3.4.1 Análisis del diseño experimental.....	31
3.4.2 Correlación de Pearson	32
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Caracterización de la especie <i>Cyperus luzulae</i> como fitorremediadora	33
4.2. Cuantificar la concentración de cianuro absorbida en los rizomas de <i>Cyperus luzulae</i> en base a un análisis de extracción y fotometría.	34
4.2.1. Análisis de varianza y prueba de significación.	36
4.3. Comparar la concentración de cianuro absorbido por la planta con el pH del medio circundante	37
4.3.1. Medición de pH del medio	37
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44

5.1. Conclusiones	44
5.2. Recomendaciones	45
6. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica de <i>Cyperus luzulae</i>	11
Tabla 2. Límites máximos permisibles de cianuro total en el Ecuador	19
Tabla 3. Criterios de remediación o restauración de suelo	20
Tabla 4. Características del área de estudio	21
Tabla 5. Materiales	22
Tabla 6. Composición de turba rubia marca Flora Gard	23
Tabla 7. Unidades de laboratorio	26
Tabla 8. Datos obtenidos en la absorción de cianuro en las muestras.....	34
Tabla 9. Análisis de varianza con prueba de Kruskal Wallis al 5%	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	22
Figura 2. Recolección de individuos de <i>C. luzulae</i>	23
Figura 3. Siembra de plántulas en un medio nutritivo	24
Figura 4. Diseño experimental para la aplicación de los contaminantes.....	25
Figura 5. Aplicación de las dosis con concentraciones de cianuro	29
Figura 6. Variación del color en las plántulas.....	30
Figura 7. Muestras resultantes de la exposición al contaminante	30
Figura 8. Concentraciones obtenidas de los tratamientos con cianuro.....	35
Figura 9. Variación del pH para el tratamiento de 5 ppm de CN	38
Figura 10. Variación del pH para el tratamiento de 7 ppm de CN	38
Figura 11. Variación del pH para el tratamiento de 10 ppm de CN.....	39
Figura 12. Correlación de Cianuro vs pH.....	40
Figura 13. Correlación de Cianuro vs pH (momento dos)	41
Figura 14. Correlación de Cianuro vs pH (momento tres)	42

RESUMEN

El cianuro es un compuesto altamente nocivo para la salud de los organismos vivos, proponer alternativas para su remoción como resultado de su uso en procesos de minería, es de prioridad para la recuperación de los tranques de relaves mineros. Por cuanto, el objetivo de esta investigación es evaluar la capacidad de absorción de cianuro por los rizomas de *Cyperus luzulae* en condiciones controladas de laboratorio. Durante el experimento, la especie en estudio fue expuesta a concentraciones de 5, 7 y 10 partes por millón de cianuro respectivamente, además se proporcionó condiciones ambientales controladas como intensidad de luz, temperatura, humedad y aireación. *C. luzulae* fue caracterizada taxonómicamente en base a la bibliografía para conocer sus características fitorremediadora. Al término del desarrollo del experimento se realizó un análisis para cuantificar la concentración de cianuro absorbida en los rizomas de la especie en base a un análisis de extracción y fotometría. La cuantificación de la concentración de cianuro dio como resultado que se bioacumula entre 0,0134 y 0,0410 ppm de cianuro, demostrando que a mayor exposición de concentración de cianuro *C. luzulae* bioacumula mayor cantidad del contaminante en sus raíces. También se realizó mediciones de pH del medio nutritivo en el que se encontraba la especie, donde se verificó que en el transcurso del tiempo del ensayo el pH paso de un medio ácido a un medio neutro, mejorando la calidad del medio circundante.

Palabras clave: *Cyperus luzulae*, fitorremediación, contaminación, metales pesados.

ABSTRACT

Cyanide is a highly harmful compound, by proposing alternatives for its removal as a result of its use in mining processes it is a priority for the recovery of tailings dams. The objective of this research is to evaluate the capacity of cyanide absorption by the rhizomes of *Cyperus luzulae* under controlled laboratory conditions. During the experiment, the species was exposed to concentrations of 5, 7 and 10 parts per million of cyanide, as well as controlled environmental conditions such as light intensity, temperature, humidity and aeration. *C. luzulae* was taxonomically characterized based on the bibliography to know its phytoremediating characteristics. At the end of the experiment an analysis was carried out to quantify the concentration of cyanide absorbed in the rhizomes of the species based on an analysis of extraction and photometry. The quantification of the cyanide concentration showed a bioaccumulation of 0.0134 and 0.0410 ppm of cyanide, showing that at a greater exposure of Cyanide concentration *C. luzulae* bioaccumulates more contamination accumulates in its roots, pH measurements of the nutrient medium were made the species was found, it was verified that during the test time the pH passed from an acidic medium to a neutral medium, improving the quality of the surrounding medium.

Key words: *Cyperus luzulae*, phytoremediation, contamination, heavy metals.

Victor Pedraza
Pedraza



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La minería a nivel mundial es considerada una actividad industrial de obtención de recursos, para el abastecimiento a la población de materia prima, destinados al desarrollo de tecnologías (Ayala y Vadillo, 2004). En el Ecuador esta actividad es incipiente, únicamente se abastece al resto del mundo, tomando en cuenta que la minería a pequeña escala en nuestro país cubre un 83% de toda la explotación a nivel nacional (Cornejo, Peralta, Carrión y González, 2000). Sin embargo, las actividades antropogénicas de esta práctica han tenido graves implicaciones medioambientales dejando zonas contaminadas que afectan a la biodiversidad y al medio físico, debido a la alta toxicidad de metales pesados descargados en el medio; la mayor evidencia de contaminación se refleja en la degradación de recurso hídrico utilizado en todos los procesos industriales y domésticos, seguido por la acidificación de los suelos (Anchundia, Moina, Naranjo, y Barcos, 2017).

En la industria de explotación aurífera, el recurso agua forma parte esencial dentro de los procesos de: exploración, explotación y cierre de la concesión minera. Los procesos implicados en un circuito de beneficio generan descargas de contaminación a través de la creación de piscinas de relaves y pozas de agua residual (Peña, Van, Ginneke y Madera, 2003). La descarga de grandes cantidades de relaves da paso a la liberación de los metales pesados a través de un proceso denominado drenaje ácido de mina (DAM), los DAM contienen sulfatos y metales disueltos (López, Aduvire y Baretino, 2002). Dependiendo de la naturaleza de los desechos de rocas y de la técnica de extracción utilizada, este DAM contendrá diferentes niveles de concentración de metales pesados (Romero, Flores y Medina, 2008).

En la minería metálica, la extracción de oro se da a través de procesos de cianuración (Nava, Elorza, Uribe y Pérez, 2007). Las operaciones de minería del oro utilizan soluciones muy diluidas de cianuro de sodio (NaCN), típicamente

entre 0.01% y 0.05% de cianuro o 100 a 500 partes por millón (Logsdon, Hagelstein y Mudder, 2001), este proceso utiliza una solución acuosa diluida de cianuro de sodio ayudando a la lixiviación del oro, pasando a una etapa final del proceso dejándolo listo para su comercialización, se debe tomar en cuenta que los relaves como producto del proceso metalúrgico son depositados directamente en los tranques de relaves artificiales que por falta de mantenimiento ocasionan dispersión de contaminantes en el medio (Salinas, Rivera, Carrillo, Patiño, Hernández y Hernández, 2004).

Se considera al sector minero el más contaminante de aguas superficiales y subterráneas, según reportes del Banco Mundial en el año 2005 estimo que las actividades mineras y metalúrgicas descargan anualmente un promedio de 10 a 13 billones de metros cúbicos de efluentes en los cuerpos de agua, adicionalmente Pinto y Cozzi (2011) afirman que los suelos de los ecosistemas están cargados especialmente de elementos potencialmente tóxicos como: cobre, zinc, plomo, cadmio, plata y compuestos cianurados que ponen en riesgo a los ecosistemas y en estado de vulnerabilidad la salud de los seres humanos.

En la parroquia García Moreno, cantón Santa Ana de Cotacachi, se encuentra ubicada la Empresa de explotación aurífera agroindustrial “El Corazón” S.A., en la concesión minera El Corazón los tranques de relaves artificiales se encuentran enriquecidos antropogénicamente por metales pesados dónde se ha evidenciado el crecimiento de diferentes especies de plantas, entre ellas *C. luzulae*. La empresa El Corazón posee una superficie de 880.00 Has de las cuales 35 Has son utilizadas para la fase de explotación y beneficio de oro, proceso que utiliza agua y genera desechos formando relaves de minería (Saltos, 2005).

Este estudio evaluó la vegetación presente fuera de los relaves de minería de la empresa El Corazón, para conocer si posee una característica o proceso de fitorremediación que beneficie a la purificación del suelo y agua, ayudando a

reducir las concentraciones de metales pesados a través de la bioacumulación en las raíces de las plantas.

1.1 Problema de investigación y justificación

El incremento de proyectos estratégicos en el sector minero, la falta de estudios ante el manejo inadecuado de los relaves de minería y sus efectos nocivos en el medio ambiente, han convertido a los relaves de minería en focos potenciales de contaminación ambiental con dispersión de metales pesados hacia el aire, agua y suelos aledaños, aumentando complicaciones a la salud humana, al sistema natural y generando problemas socioeconómicos (Ginocchio y León, 2011).

En el área de estudio la falta de manejo de las piscinas artificiales ha generado un problema de contaminación; por lo tanto, la presente investigación se centra en encontrar una alternativa para el tratamiento de agua y suelo contaminados por las actividades de la empresa a través del uso de especies vegetales encontradas dentro del área.

El uso de procesos biológicos realizado por las plantas (fitorremediación) para la recuperación de ambientes contaminados por metales pesados tiene como objetivo básico promover los procesos naturales y desarrollar técnicas para acelerar la recuperación de suelos, agua y aire contaminado (Bernal, Clemente, Vázquez, y Walker, 2007). Los avances tecnológicos para sanear ambientes contaminados con metales pesados han desarrollado alternativas mediante el empleo de organismos vivos para restaurar daños provocados por actividades antropogénicas (Bastidas y Sánchez, 2009).

La fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías sustentables que basan sus procesos en el uso de plantas para reducir in situ o ex situ la concentración de diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua y aire, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y los microorganismos asociados (Núñez, Vong, Ortega y Olguín, 2004). La

Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos en 1999 se refiere a la fitorremediación como el proceso en el que las plantas pueden degradar contaminantes orgánicos y estabilizar los metales, actuando como filtros o trampas.

Los procesos de fitorremediación aplicados en ambientes contaminados como suelo y agua presentan algunas ventajas con respecto a tecnologías convencionales: es aplicable en ambientes con concentraciones bajas a moderadas de contaminación, es económicamente viable y no produce contaminantes secundarios (Núñez, et al. 2004).

El presente trabajo se enmarca en el artículo 3 del Plan Nacional del Desarrollo 2017 – 2021 mismo que menciona “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

De tal manera el estudio que se realizó se dirige al logro de los objetivos de desarrollo sostenible 2015-2030, mismo que encaja con el objetivo número 15 que señala la protección, el restablecimiento y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

1.2 Objetivos

Objetivo general.

Evaluar la capacidad de absorción de cianuro por las raíces de *Cyperus luzulae*.

Objetivos específicos

- Caracterización taxonómica de la especie *Cyperus luzulae* como fitorremediadora.

- Cuantificar la concentración de cianuro absorbida en los rizomas de *Cyperus luzulae* en base a un análisis de extracción y fotometría.
- Comparar la concentración de cianuro absorbido por la planta con el pH del medio circundante.

1.3. Hipótesis

H_0 = No existe diferencia entre los tratamientos en relación con la absorción de cianuro en el rizoma de *Cyperus luzulae*

H_1 = Existe diferencia entre los tratamientos en relación con la absorción de cianuro en el rizoma de *Cyperus luzulae*.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presenta una revisión de los conceptos básicos que se vinculan y sustentan esta investigación, provienen de investigaciones afines extraídas de libros, revistas, artículos científicos y demás documentos especializados, como también un marco legal que rige en el manejo y gestión del recurso minero del Ecuador.

2.1. Antecedentes

La ubicación geográfica del Ecuador hace que sea uno de los países más megadiversos del mundo, la geografía del país da una inigualable riqueza en recursos naturales no renovables como: el petróleo y minerales. Las regiones o zonas donde se encuentran los mencionados recursos están rodeadas de distintos tipos de vegetación hiperacumuladora que ha beneficiado a los estudios de fitorremediación de las zonas donde se han realizados procesos de extracción de los recursos. La extracción de estos recursos genera un debate entre conservación y explotación para atraer o no capitales hacia este sector considerado un potencial económico (Ginocchio y León, 2011).

En sectores en donde se evidencia la falta de apoyo económico, en este caso la zona de Intag, siendo considerada una región con gran riqueza natural renovable y no renovable, pero que no tiene el suficiente apoyo por parte de las autoridades. La extracción no regulada del recurso minero con el transcurso del tiempo se convierte en un potencial pasivo ambiental y las especies vegetales inician la sucesión ecológica en estas áreas intervenidas, en el caso de las mineras las especies pioneras pertenecen al género *Cyperus* (Latorre, Walter y Larrea, 2015).

Estudios anteriores han encontrado relevante al género *Cyperus* en lugares donde se ha desarrollado la minería y su relación con otros metales pesados diferentes al cianuro. En este caso son pocas las investigaciones realizadas con *C. luzulae*. Sin embargo, desde el punto de vista científico se ha determinado que América Latina

posee una gran abundancia y diversidad de yacimientos minero-metalúrgicos, que no han sido descritos en su totalidad las especies vegetales tolerantes e hiperacumuladoras de metales, debido a la falta de apoyo en investigación asociada a la vegetación nativa que se ha desarrollado sobre mineralizaciones superficiales o en suelos enriquecidos antrópicamente con metales pesados (Ginocchio y Baker, 2004).

Díaz y Elcoro (2009) realizaron un inventario de plantas colonizadoras en áreas perturbadas por minería en el estado Bolívar-Venezuela, con el objetivo de conocer la composición florística en áreas donde se ha modificado su estructura inicial debido a la extracción de material aurífero, zonas que poseen restos de material de desecho y en donde se ha removido la cobertura vegetal. Identificando 157 especies, distribuidas en 105 géneros y 46 familias, siendo las familias Poaceae y Cyperaceae con 21 y 17 especies respectivamente las más representantes, dentro de cinco localidades estudiadas. Las especies *Cyperus odoratus*, *C. luzulae*, *Fuirena umbellata*, *Pityrogramma calomelanos*, *Trema micrantha* y *Phytolacca rivinoides* representan las especies más comunes en el estado de Bolívar. Ellos concluyen que la familia Cyperaceae con sus especies *C. luzulae* y *C. odoratus* se caracterizan por colonizar sitios alterados por la contaminación al ser especies de rápido crecimiento.

Pérez, Martínez, Barraza y Marrugo (2016) realizaron un estudio de bacterias endófitas asociadas a los géneros *Cyperus* y *Paspalum* en suelos contaminados con mercurio pertenecientes a la Mina Santa Cruz, en el municipio de Barranco de Loba en el sur de Bolívar-Colombia, su objetivo principal fue aislar e identificar bacterias endófitas resistentes al mercurio, para ello se realizó un recolección e identificación de material vegetal donde identificaron tres especies de plantas establecidas en la mina: *Paspalum arundinaceum*, *C. luzulae* y *C. laxus*. El resultado del análisis de concentración de mercurio bioacumulado en los tejidos de las plantas demostró que la especie *C. laxus* bioacumuló 4 mg/kg y 1,5 mg/kg de mercurio en sus raíces y hojas respectivamente, la especie *C. luzulae* absorbió 2,4 mg/kg en su raíz y 0.6 mg/kg en hojas y la especie *Paspalum arundinaceum* acumuló 1,4 mg/kg en el tejido radicular y 0.2 mg/kg en las hojas, así este estudio concluyó que el tejido radicular es donde se

concentra la mayor cantidad de mercurio por estar en contacto directo con el suelo contaminado.

La aplicación de sistemas biológicos se da a través de la construcción de humedales artificiales, con el objetivo principal de depurar el agua residual un claro ejemplo es el estudio realizado por Blanco et al. (2011) el cual recreo humedales de flujo subsuperficial para la remoción de cobre y plomo en aguas de origen petrolero, utilizando diferentes especies vegetales como: *Typha dominguensis*, *C. luzulae*, *C. feraz* y *C. ligularis*. En el cual se analizó la concentración inicial y final de plomo en los tejidos foliar y radicular de las cuatro especies, dando como resultado que ninguna de las especies en estudio absorbió plomo en sus tejido foliar, sin embargo *C. luzulae* absorbió entre 0.08 ± 0.02 mg/kg de plomo, siendo la especie del género *Cyperus* que más bioacumuló el metal en sus raíces, seguida por *C. feraz* y *C. ligularis* que absorbieron alrededor de 0.02 ± 0.01 mg/kg de plomo. Concluyendo que *C. luzulae* es una especie óptima para la depuración de aguas residuales.

2.2. Aspectos generales de *Cyperus luzulae*

C. luzulae es una planta perenne perteneciente a la familia Cyperaceae, su descripción taxonómica se presenta en la Tabla 1, esta especie tiene distribución cosmopolita, que va desde el sur de México hasta el sur de Brasil. Su amplia distribución en cuanto a hábitat se refiere, llegan a colonizar ambientes alterados por la contaminación (Fedón, 2007).

Esta planta fue descubierta por Christen Friis en 1986, las características morfológicas que *C. luzulae* presenta son sus raíces fibrosas dando paso a tallos lisos, sólidos, trígono, cilíndricos con una altura de 20 cm hasta 70. Posee hojas de color verde pálido o blanquecino a pardo claro, alternas con una lámina en forma de V de 5-12 mm de ancho y 40 cm de largo. Sus inflorescencias poseen brácteas foliformes; rayos 0-7 cm; espigas 1.5 x 1.1 cm, de forma piramidal u ovoides. Flores con un estambre y aquenios 0.9-1.1x 0.2 -0.3mm, oblongo-elipsoides, bisexuales o unisexuales con un color pardo o negro. Gluma o escama floral subyacente. Perianto

de cerdas. Estambre 1-3, filamentos libres, las anteras basifijas, gineceo súpero, carpelos coronados ovulo solitario. Fruto trígono, angostamente elipsoide, de 1 mm de largo y 0.2-0.3 de ancho, finamente reticulado (Soto, Vallejos, Herrera y Enrique, 2011).

Tabla 1. Descripción taxonómica de *Cyperus luzulae*

Fuente: The Plant List.org.

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Cyperaceae
Género	<i>Cyperus</i>
Especie	<i>C. luzulae</i>
Nombre común	Cabezona, coquito.
Autor	(Linneo.)

2.3. Tolerancia de las plantas a los metales

Las plantas presentan una respuesta a la toxicidad por metales pesados, debido a que están en contacto directo con los ambientes contaminados según Barceló y Poschenrieder (1992) la importancia de la interacción medio ambiente planta radica en los mecanismos de resistencia o tolerancia que pueden desarrollar algunas plantas con valor adaptativo frente a la toxicidad del metal.

- Mecanismos de absorción, transporte y acumulación de los metales por la planta.
- Mecanismos primarios de su toxicidad a nivel molecular, celular y subcelular.

- Mecanismos secundarios de interferencia con los procesos funcionales de las plantas.
- Mecanismos de respuesta homeostática que, en algunos casos, conducen a,
- Mecanismos de resistencia frente al metal pesado.

Estos mecanismos de tolerancia a los metales se convierten en tres estrategias básicas que pueden adaptar las plantas:

- Metal-Exclusión: el metal absorbido y transportado es restringido a las vacuolas de las raíces de la planta, o en la rizosfera (Baker, 1981). Las plantas denominadas exclusoras poseen un mecanismo de resistencia o exclusión al metal siendo eficientes para tecnologías de fitoestabilización Delgadillo et al, (2011).
- Metal-Acumulación: los metales son acumulados en formas no nocivas para la planta en cualquier órgano de la planta, se las denomina hiperacumuladoras cuando alcanzan concentraciones superiores a 2% de su peso seco (Ginocchio y Baker, 2004).
- Metal-indicación: son plantas que reflejan el contenido de metales en el suelo a este grupo pertenecen la mayoría de las plantas agrícolas además de musgos y líquenes, conocidos como los indicadores más sensibles de contaminación atmosférica (Baker, 1981).

Según Durán en el 2010 las condiciones sugeridas para clasificar a las plantas dentro de la categoría de las exclusoras son:

- Índice de translocación (FT) inferior a 1. Esta baja translocación de metales hacia la parte aérea de la planta hace referencia a la permanencia de los metales pesados en las raíces de las plantas fitoestabilizadoras.
- Alta tolerancia a los metales pesados.

- Especie perenne, con un largo ciclo de vida y capacidad para autopropagarse.

2.4 Fitorremediación

La Fitorremediación es el uso de tecnologías que basan sus procesos en la utilización de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados como suelos, aguas y aire. El termino fitorremediación proviene del griego phyto que significa planta o vegetal y del latín remediare que significa poner remedio al daño, o corregir o enmendar algo (Núñez et al, 2004). Según la clasificación de Delgadillo et al, (2011), se puede encontrar varios procesos de fitorremediación que han sido clasificados de tal modo: fitovolatilización, rizodegradación, rizofiltración, fitoestabilización y fitoextracción. Todos estas fitotecnologías utilizan plantas siendo aplicables a distintos procesos de descontaminación dependiendo de la concentración de los contaminantes y el estado que estos se encuentran.

- La rizofiltración absorbe los contaminantes dentro de las raíces, a través de procesos bióticos o abióticos (Peña, Madera y Medina, 2013). Estas plantas se cultivan de manera hidropónica, una vez que el sistema radicular se desarrolla completamente, las plantas son introducidas en agua contaminada con metales para que las raíces puedan absorber y acumular los metales (Delgadillo et al., 2011). Descontaminando las aguas, en donde el elemento contaminante se absorbe, forma complejos e interacciona con las raíces, de modo que se acumula en las raíces ya sea externa o internamente. Posterior se realiza la cosecha y procesamiento de las raíces permitiendo eliminar el contaminante del agua (López, Melaj, Tomellini y Martin, 2014).
- La fitoestabilización, inmovilización in situ o fitorestauración, se define como el uso de plantas para inmovilizar metales pesados a través de la absorción y acumulación en las raíces con el objetivo de restaurar el suelo (Barceló y Poschenrieder, 1992). Según la sociedad internacional para la

restauración ecológica en el 2004 define a la restauración ecológica como el proceso de ayuda al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. El proceso de restauración tiene como objetivo la reintegración de ecosistemas y paisajes fragmentados, cubriendo el suelo con especies necesarias para la continua estabilidad física, así las raíces reducen la percolación del agua beneficiando la superficie del suelo y dejando los metales inactivados en el lugar afectado.

2.5. Criterios de selección de plantas para la fitorremediación

Las principales características que debe presentar las plantas en el proceso de remoción de contaminantes para que sean eficientes dependerá principalmente de la especie de planta utilizada, estado de crecimiento, estacionalidad y tipo de metal a remover además de otras características (Núñez et al., 2004) como:

- Ser tolerantes a altas concentraciones de metales.
- Ser acumuladoras de metales.
- Tener una rápida tasa de crecimiento y alta productividad.
- Ser especies locales, representativas de la comunidad natural.
- Ser fácilmente cosechables.
- Plantas hiper acumuladoras de metales pesados.

2.6 Metales pesados y toxicidad

Los metales pesados son aquellos elementos químicos caracterizados por poseer una densidad mayor a 5g/cm^3 , masa y peso atómico por encima de 20 u (Londoño, Londoño y Muñoz, 2016). Aunque en este grupo se incluyen varios elementos esenciales para el crecimiento, reproducción y/o supervivencia de los organismos vivos, otros con gran importancia económica e industrial pueden ocasionar efectos perjudiciales (Durán, 2004).

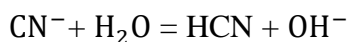
Los metales pesados son grupos de elementos de alta prioridad sanitaria, debido a su alta toxicidad sobre la mayoría de los organismos, por ser elementos de la corteza terrestre, no se pueden destruir ni degradar, su biodisponibilidad y toxicidad dependen completamente de su comportamiento químico (Rodríguez et al. 2017).

Los metales pesados se los puede clasificar en dos grupos: el primer grupo al que pertenecen aquellos metales pesados que son micronutrientes esenciales para los organismos vivos como: As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, V y Zn, que son requeridos por organismos en dosis moderadas, pero que pasan a ser tóxicos al superar cierta cantidad concentración y el segundo grupo los metales pesados que no son esenciales como: Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn y Ti, debido a su alta toxicidad en los seres vivos (Galán y Romero, 2008).

2.7 Generalidades del cianuro

El cianuro (CN^-) es una sustancia química empleada en la industria minera aurífera para extraer metales preciosos como el oro desde el año 1887, siendo un reactivo que disuelve el oro en el agua a través de los procesos de cianuración. Es un compuesto químico formado por un átomo de carbono y un átomo de nitrógeno unidos mediante un enlace triple (Restrepo, Montoya y Muñoz, 2002).

El término cianuro libre, hace referencia tanto al ion cianuro (CN^-) y al hidrógeno de cianuro (HCN). El HCN cuando se encuentra en solución acuosa forma un ácido débil, la relación existente entre el cianuro de hidrógeno y el ion cianuro está dada por la siguiente reacción de hidrolisis:



2.7.1 Relación de cianuro y pH

Para que preexista una coexistencia de estas dos especies químicas deben estar íntimamente relacionadas con el pH de la solución, puesto que el HCN presenta un bajo punto de ebullición y una presión de vapor baja, en donde puede perderse por

volatilización. Para evitar esto, se debe trabajar en rangos de pH alcalinos en los procesos de cianuración (Cáceres ,2001).

2.7.2 Compuestos cianurados simples

Dentro de la clasificación de los compuestos de cianuro en la minería aurífera, se encuentran los compuestos cianurados simples, los cuales se disocian en solución acuosa para formar iones CN^- , como ocurre con cianuro de sodio:



Donde la concentración real del cianuro que se puede alcanzar disolviendo un compuesto cianurado, está dado por la constante de disociación, la cual entregan información para calcular la concentración de cianuro libre, así cuanto menor es la concentración de cianuro libre en la solución, más estable es el complejo.

2.7.3 Complejos cianurados

Dentro de la clasificación se encuentran complejos formados por oro, cobalto o hierro, los cuales son estables en medios muy ácidos, disociándose y liberando el catión CN^-

La relación de cianuro con su metal en el complejo formado depende esencialmente de otros factores como el pH, la temperatura del agua, intensidad de luz, el potencial redox y la concentración absoluta de cianuro en la solución reactante.

2.8 Toxicidad del cianuro en seres humanos

El hombre está expuesto a fuentes de cianuro diariamente como son los escapes de automóviles, humo de cigarrillo, incendios, sin embargo, el cianuro no se acumula en los tejidos porque el cuerpo humano transforma esas pequeñas cantidades en un compuesto menos tóxico denominado tiocianato, que luego se excreta. La exposición a dosis elevadas de cianuro puede envenenar y matar a una persona, los seres

humanos pueden estar expuestos al cianuro mediante inhalación, ingestión o absorción a través de la piel (Guerrero, 2013).

El cianuro de hidrógeno y los compuestos cianurados son tóxicos para el sistema nervioso central, el más sensible del organismo a la falta de oxígeno (Ramírez, 2010). El cianuro impide a las células utilizar el oxígeno, lo cual causa hipoxia de los tejidos y “cianosis” (decoloración azulada de la piel). El sistema respiratorio deja de nutrir a las células con oxígeno, un estado que, si no se trata, causa respiración rápida y profunda seguida por convulsiones, pérdida del conocimiento y asfixia (Guerrero, 2013).

2.9. Toxicología del cianuro en el medio ambiente

En los ambientes mineros existen grupos importantes de receptores ecológicos o ambientales: los mamíferos, los reptiles, los anfibios, las aves, los peces y de más fauna acuática que pueden contaminarse con materiales peligrosos (Ginocchio y León, 2011).

El cianuro de sodio y las soluciones que contienen cianuro se manejan en áreas restringidas. El acceso de los animales que caminan o se arrastran se encuentra limitado por: paredes, plataformas de hormigón, bermas y vallas, y al mismo tiempo, la presencia de personas alrededor de las instalaciones mineras disuade a los animales a acercarse (Guerrero, 2013).

Sin embargo, existe preocupación con respecto a las aves silvestres y migratorias que se encuentran en exposición del cianuro en estanques abiertos. Los insectos acuáticos como moscas de piedra, friganeas y escarabajos, generalmente son menos sensibles a los metales pesados. Son las formas disociables ácidas del cianuro consideradas “significativamente toxicológicas”. Estudios realizados en laboratorios y campo han demostrado que especies acuáticas como la trucha, pueden tolerar bajos niveles de cianuro (Ginocchio y León, 2011).

2.10. Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador 2008

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

Ley Orgánica del Código Orgánico Ambiental

TITULO I de la Conservación de la Biodiversidad

Art. 31.- De la conservación de la biodiversidad. La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional

Acuerdo Ministerial 061 Reforma al Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Además, el Ministerio del Ambiente emite el reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, donde se considera en el Anexo A listado N° 2 a todos los compuestos cianurados, y sales de cianuro como un desecho peligroso.

Tabla 2. Límites máximos permisibles de cianuro total en el Ecuador

Tipo	Parámetro	Símbolo	Unidad	Límite máximo
Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.	CIANURO TOTAL	CN-	mg/l	0,1
Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección	CIANURO TOTAL	CN-	mg/l	0,01
Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	CIANURO TOTAL	CN-	mg/l	0,01
Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola.	CIANURO TOTAL	CN-	mg/l	0,2
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	CIANURO TOTAL	CN-	mg/l	0,1

Fuente: Anexo 097-A

Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados

Las organizaciones públicas o privadas dedicadas a la comercialización, almacenamiento y/o producción de químicos, hidroelectricidad, exploración y explotación hidrocarburífera, minera, y agrícola, tomarán todas las medidas pertinentes a fin de que el uso de su materia prima, insumos y/o descargas provenientes de sus sistemas de producción y/o tratamiento, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos.

Criterios de calidad del suelo y criterios de remediación

Los criterios de calidad son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo. Para los propósitos de esta Norma, los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. Los valores pueden reflejar las variaciones geológicas naturales de áreas no desarrolladas o libres de la influencia de actividades industriales o urbanas generalizadas. Los criterios de calidad de un suelo se presentan a continuación:

Tabla 3. Criterios de remediación o restauración de suelo

Sustancia Inorgánicas	Concentración en peso seco	Industrial
Arsénico	sg/kg	15
Bario	mg/kg	2000
Cobre	mg/kg	91
Cromo total	mg/kg	90
Cianuro libre	mg/kg	8.0
Estaño	mg/kg	300
Flúor	mg/kg	2000
Mercurio	mg/kg	10

Fuente: Anexo 2, 097-A

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El presente capítulo presenta los principales materiales y equipos empleados para el desarrollo de las actividades del estudio, además se presentan los procedimientos, metodologías y técnicas empleadas para el desarrollo de objetivos y la hipótesis.

3.1. Área de estudio

En el área minera el Corazón en el período 2003–2004, se concluyeron las operaciones mineras a cielo abierto en la veta denominada Yucal; y se mantiene hasta la actualidad las labores mineras de explotación subterránea en el sector denominado Tres X. Las características físicas principales y relevantes que presenta el área de estudio se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Características del área de estudio

Parámetro	“El Corazón”
Altitud	800 msnm
Altitud máxima	1400 msnm
Temperatura mínima	14.9° C
Temperatura máxima	29° C
Precipitación	2342,6 mm
Humedad	93%
Bosque muy húmedo Pre-montano	50%
Fase minera	Explotación y Beneficio
Superficie	880.00 Has
Superficie Manifestada de Producción	35 Has

Fuente: Modificado de Saltos 2005

La empresa El Corazón (Figura 1), se encuentra ubicada en la parroquia García Moreno, Cantón Santa Ana de Cotacachi en la Provincia de Imbabura; situada en la carta censal El Paraíso.

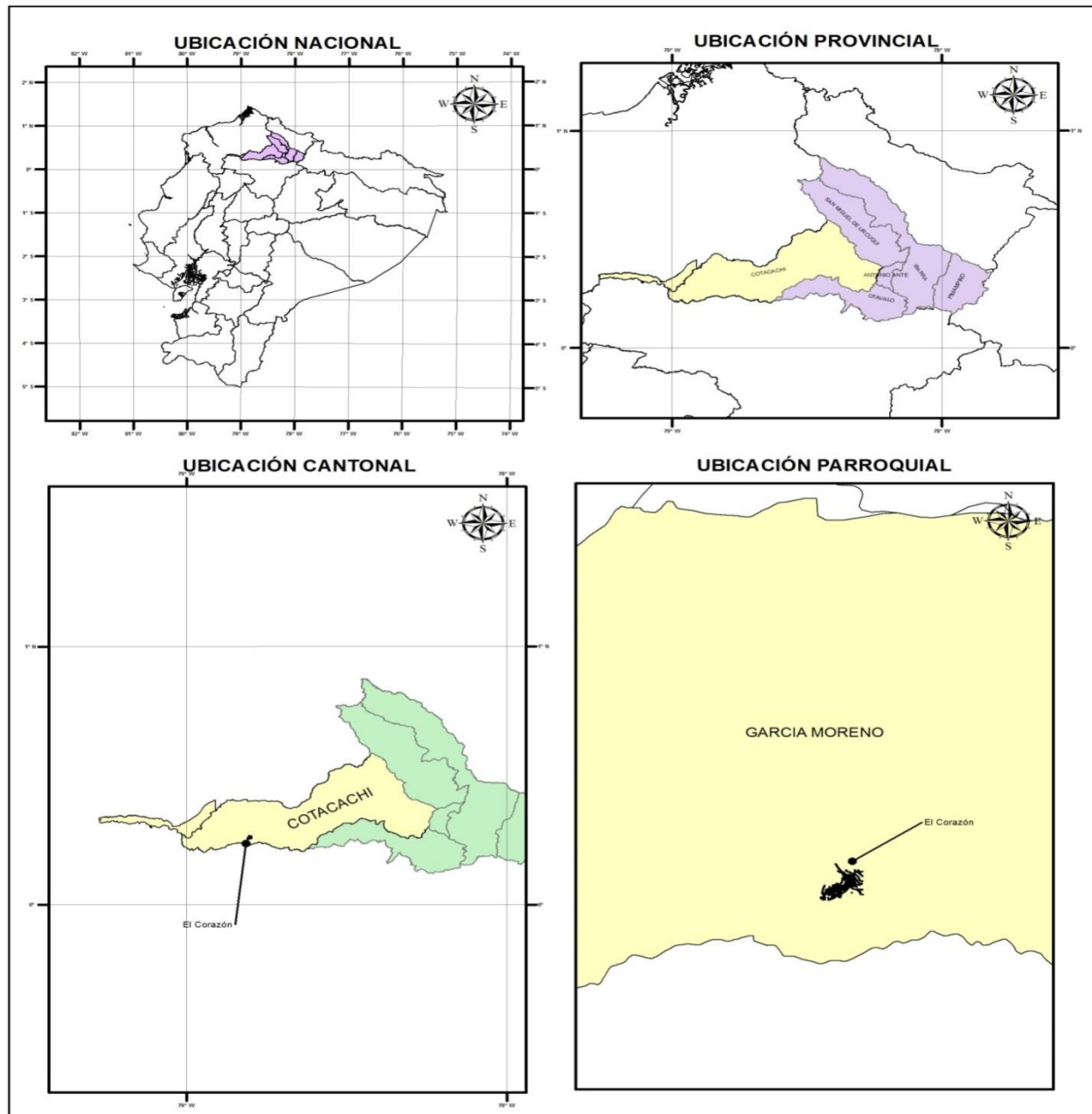


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. Fase de Campo

Los materiales empleados para el desarrollo de la fase de campo y en la fase de laboratorio del presente estudio se describen a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5. Materiales

Materiales	Equipos	Reactivos
Machete	Cámara fotográfica semi profesional marca Sony DSC-W830	Ferrocianuro de potasio al 10%
Guantes	Navegador GPS	Ácido sulfúrico H ₂ SO ₄
Pala	Espectrofotómetro marca HACH DR 2800	Ácido sulfámico H ₃ NSO ₃
Fundas plásticas	Peachimetro marca MA991B1	Cloruro de magnesio MgCl ₂
Etiquetas		Agua destilada
Libreta de campo		
Sorbetes		
Mascarillas		
Envases plásticos de un litro		
Abono Marca Flora Garden		

El protocolo de campo para la recolecta y mantenimiento de los ejemplares se realizó en la empresa El Corazón, García Moreno, Provincia de Imbabura, siguiendo los diferentes criterios expuestos por Sánchez, y Gonzáles, (2007) y Oquendo, J. (2016), en los que se consideró:

- Ubicación de cobertura vegetal, color y textura del suelo.
- Distancia a la mina.
- Selección de ejemplares en buenas condiciones fitosanitarias, libres de síntomas de fitotoxicidad.
- Seleccionar plantas con partes maduras (hojas, tallos, raíces, flores, frutos u otras estructuras reproductivas) bien desarrolladas.

- Retener tanto del sistema radicular como sea posible. Remover el exceso de suelo, pues este puede causar malformaciones y deterioro en algunas plantas.
- Conforme se recolectan los ejemplares asignarles un número de recolecta.
- Siembra de los ejemplares en un medio nutritivo, etiquetado y ordenamiento y periodo de adaptación al sustrato.

Las plántulas fueron recolectadas con herramientas manuales como machetes. Posteriormente fueron colocadas en fundas con el sustrato del sitio (Figura 2).



Figura 2. Recolección de individuos de *C. luzulae*

Las muestras recolectadas fueron trasladadas a la ciudad de Ibarra, retirando el exceso de sustrato y colocándolas en los recipientes plásticos de 1 litro de capacidad. El sustrato utilizado para la adecuación de las muestras fue abono casero para la floración de marca Flora Garden, los componentes del sustrato fueron nitrógeno, magnesio, óxido de fósforo y óxido de potasio (Tabla 6).

Tabla 6. Composición de turba rubia marca Flora Gard

<i>pH</i>	<i>Salinidad</i> (g/l)	<i>N</i> (mg/l)	<i>P₂O₂</i> (mg/l)	<i>Mg</i> (mg/l)	<i>K₂O</i> (mg/l)
5.0-5.6	0.5	90	5	40	100

Se plantó las muestras individualmente y se colocó un sorbete de plástico que realizó la tarea de recolector de gases de la base del recipiente y la aireación del sistema, además se ordenó las muestras para la aplicación de los tratamientos en base de las soluciones preparadas en laboratorio como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Siembra de plántulas en un medio nutritivo

Los individuos fueron sometidos a un periodo de adaptación de 10 días al nuevo medio nutritivo. Posteriormente fueron etiquetados tomando como referencia el diseño experimental para la aplicación del cianuro en las concentraciones definidas como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Diseño experimental para la aplicación de los contaminantes.

3.3. Fase de laboratorio

El procedimiento que se siguió fue el establecimiento del diseño experimental para la cuantificación de cianuro absorbido por las raíces de la planta.

3.3.1. Protocolo para cuantificación de cianuro absorbido por *Cyperus luzulae*

Una vez transcurrido el tiempo de contacto de los tratamientos de *C. luzulae* al medio de cultivo que posee el contaminante, se procedió a sacar las plántulas y cortar los rizomas del medio, tomando en cuenta los siguientes parámetros reportado por Durán (2010).

- Diseño experimental del ensayo.
- Preparación y aplicación del contaminante (cianuro).
- Medición de pH, en tres momentos del experimento.
- Cosecha de las plantas.
- Lavado de las raíces, empaquetado de rizomas expuestos al cianuro.
- Secado de los rizomas en mufla.

- Pesaje de las muestras secas y calibración de equipos.
- Método de extracción y aplicación de reactivos.
- Destilación al vacío.
- Método de fotometría: medición de cianuro absorbido.

3.3.2. Unidades experimentales

El experimento en base a un sistema con cianuro se basó en 9 unidades experimentales de 3 plántulas cada uno para los diferentes tratamientos, los cuales constaron de 5, 7 y 10 ppm de cianuro siguiendo la metodología propuesta por Oquendo (2016), en donde se tomó en cuenta el tratamiento testigo siendo una unidad experimental compuesta solamente de plantas y sustrato, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Unidades de laboratorio

Tratamiento	ppm Cianuro
Testigo	0 ppm de cianuro
Tratamiento 1	5 ppm de cianuro
Tratamiento 2	7 ppm de cianuro
Tratamiento 3	10 ppm de cianuro

Fuente: Modificado de Oquendo, 2016.

Fue necesario replicar cada tratamiento al menos tres veces y estos fueron dispuestos aleatoriamente dentro del área seleccionada, para minimizar los efectos de otras variables, como por ejemplo variaciones de temperatura o gradientes de luz y viento. La aleatorización y replicación de los tratamientos fueron esenciales para evitar el sesgo en los resultados.

El monitoreo fue fundamental para verificar si las especies vegetales establecidas y los acondicionadores del sustrato aplicados se comportan de la forma esperada, se

tomaron muestras del pH del sustrato, es importante verificar si los acondicionadores aplicados reducen la biodisponibilidad de los metales presentes los análisis se los realizará por extracción y fotometría.

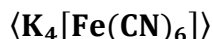
3.3.3. Condiciones ambientales

Según Ballesteros (2011), la biomasa debe sujetarse a condiciones estables de temperatura, humedad e intensidad luminosa en donde se tomó en cuenta las siguientes características:

- Fotoperiodo de 12 horas de luz solar y 12 horas de oscuridad.
- Temperatura de aire ambiente aproximadamente de 20 °C.
- Humedad relativa del 60 % aproximadamente.
- Aireación constante.
- Preparación y aplicación de soluciones de CN^- .

Se prepararon soluciones patrón de CN^- a partir de un compuesto de ferrocianuro de potasio al 10% $\{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]\}$; para lo cual se relacionó el peso total de la molécula entre el peso atómico, determinando la cantidad exacta de CN^- en el compuesto de ferrocianuro de potasio, se preparó una solución a 100 ppm de cianuro. Posterior se realizaron las diluciones para las diferentes concentraciones de 5, 7 y 10 ppm de CN^- .

La dilución preparada fue:

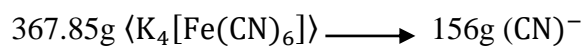


$$\text{K}=39*4=156$$

$$\text{Fe}=55.85*1=55.85$$

$$\text{C}=12*6=72$$

$$\text{N}=14*6=84$$



$$10\text{g} \qquad \qquad \qquad \text{X}$$

$$\text{X} = 4.24\text{g } (\text{CN})^-$$

Una vez conocido la concentración total de CN^- se utilizó la fórmula

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1 = Concentración uno

V_1 = Volumen uno

C_2 = Concentración dos

V_2 = Volumen dos

Se determinó la cantidad que se debía tomar de la solución madre (ferrocianuro de potasio)

$$C_1 = 42400 \text{ ppm}$$

$$V_1 = X$$

$$C_2 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_2 = 1000 \text{ ml}$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \cdot 1000}{42400}$$

$$V_1 = 2.36$$

El valor de V_1 es la cantidad utilizada para la preparación de una sal de 100 ppm de CN^- , con la misma fórmula se realizaron las disoluciones para 5, 7 y 10 ppm de CN^- , siguiendo la metodología de Oquendo, 2016.

Se colocaron las soluciones con las concentraciones prescritas de cianuro en los individuos como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Aplicación de las dosis con concentraciones de cianuro

Las muestras fueron expuestas a las soluciones de cianuro aproximadamente 15 días aplicando la metodología de Alonso, et al. (2009). Los individuos fueron monitoreados semanalmente realizando observaciones de color y estado de la planta. También se realizó un monitoreo del pH en el sustrato para identificar diferencias en el transcurso del ensayo al inicio y al final de cada experimento se tomaron fotografías de las muestras para observar los posibles cambios de la apariencia en hojas y raíces como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Variación del color en las plántulas

3.4. Cuantificación de la concentración de cianuro absorbido por *Cyperus luzulae*

Una vez transcurrido el tiempo de contacto de los tratamientos de *C. luzulae* al medio de cultivo que posee el contaminante, se procedió a sacar las plántulas y cortar los rizomas del medio tomando en cuenta los siguientes parámetros tomados de Durán, (2010). Los rizomas resultantes de cada tratamiento fueron colocados en fundas Ziploc y trasladados al Laboratorio de Análisis Químicos, Físicos y Biológicos de la Universidad Técnica del Norte para su (Figura 7). Las muestras fueron colocadas en una estufa a una temperatura de 40 grados centígrados por dos días para eliminar el exceso de humedad y obtener su peso seco.



Figura 7. Muestras resultantes de la exposición al contaminante

Una vez realizado el proceso de secado de las muestras se etiquetaron y fueron llevadas al laboratorio de Oferta Servicios y Productos de la Universidad Central del Ecuador. Posteriormente se realizó un análisis de extracción y fotometría para la cuantificación de cianuro absorbido por las raíces de *C. luzulae* de cada uno de los tratamientos.

La cuantificación de la concentración de cianuro absorbido por *C. luzulae* fueron evaluadas a través de un análisis de extracción y fotometría, siendo una técnica analítica para determinar la concentración cuantitativa de un elemento metálico determinado en una muestra.

La técnica de extracción y fotometría, parte del pesaje de cada una de las repeticiones las cuales pesaban alrededor de 100 gr en peso seco. A cada muestra primero se añadió ácido sulfúrico en concentración 1/1, luego 2 gr ácido sulfámico y 10 ml de cloruro de magnesio. Una vez que cada muestra contenía los reactivos se realizó una destilación al vacío por 2 horas, posterior a esto se recogió óxido de sodio a uno normal en un balón de 200 ml. Esta solución fue añadida en celdas fotométricas del Espectrofotómetro marca HACH DR 2800 cada celda se recargó de 10 ml del extracto y se agregó el reactivo de fotometría, se desarrolla el color y el equipo da lectura directamente y muestra las concentraciones absorbidas por las raíces de la planta.

3.4.1 Análisis del diseño experimental

El análisis estadístico fue desarrollado usando el programa INFOSTAT teniendo en cuenta los valores de F tabulados y las pruebas de homogeneidad y normalidad de los datos. También se realizó un análisis de varianza ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis al 0.05% para la comparación de medias.

3.4.2 Correlación de Pearson

El estudio de correlación permite establecer posibles relaciones entre los diferentes parámetros cuantitativos estudiados. El modelo supone que la correlación conjunta de las variables x e y siga una ley normal bivariable. El coeficiente de correlación de Pearson (r_{xy}) es el índice del grado con que una recta se ajusta a la nube de puntos del fenómeno. Se debe aplicar cuando las dos variables x e y son aleatorias y normales.

Utilizando el programa Statistic, se procedió a representar y realizar un análisis de correlación de datos a partir de los datos obtenidos en la concentración de CN acumulado en los tres tratamientos y la medición de pH, en tres tiempos diferentes en la duración del ensayo, donde las hipótesis a contrastar son:

a) $| r_{xy} |$ H_0 : No existe correlación entre la absorción del metal por la planta y el pH del medio.

b) $| r_{xy} |$ H_1 : Existe correlación entre la absorción del metal por la planta y el pH del medio.

El coeficiente r se obtiene para un riesgo (α) y un número de grados de libertad (v): $v = n - m$. Siendo m el número de variables del fenómeno y n el número de individuos. En este caso se ha realizado una prueba de significación bilateral con los niveles de significación en 0,01 (**) y 0,05 (*).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El siguiente capítulo indica los resultados obtenidos a partir de los objetivos e hipótesis planteadas, analizando, relacionando y describiendo cada uno. Se realiza la discusión con la revisión bibliográfica para validar y sustentar la información obtenida.

4.1. Caracterización de la especie *Cyperus luzulae* como fitorremediadora

Esta especie se encontró en las piscinas de relaves de la concesión minera El Corazón, la cual presenta una perturbación, Según Díaz y Elcoro (2009), *C. luzulae* forma parte de las áreas afectadas por minería aurífera y metálica en procesos de cianuración, siendo colonizadora de áreas perturbadas y depósitos de relaves de minería: en efecto la especie fue encontrada dentro de 3 piscinas de relaves de la empresa El Corazón, donde su rápido crecimiento y propagación dentro y fuera de las piscinas de relaves se da a través de reproducción sexual. Siendo éste un ambiente perturbado directamente por las actividades de beneficio de la empresa y en los alrededores, con el paso del tiempo los ambientes afectados por la contaminación comienzan con el proceso de auto recuperación dando paso a una sucesión ecológica, para el restablecimiento del ecosistema fragmentado con la ayuda de la propagación de nuevas especie de plantas y organismos tolerantes a nuevos grados de contaminación ayudando a la regeneración de los lugares o sitios donde se ha removido la cobertura vegetal inicial.

Una característica fundamental de *C. luzulae* es su raíz fibrosa, al finalizar la exposición de los tratamientos a las diferentes concentraciones se evidenció que en algunas de las muestras existía la presencia de nuevas raíces. Según Blanco, et al. (2011) afirman que la raíz fibrosa es una característica morfológica que ayuda a la acumulación de metales pesados, generando el desarrollo de una característica fisiológica siendo fundamental en el proceso de fitorremediación, haciendo que los rizomas de la planta, bio acumulen metales dentro de sus tejidos, continuando con su

crecimiento y desarrollo normal. Las plántulas al momento de la recolección y traslado al medio presentaron un color verde intenso, como lo describe Fedón (2007), en el periodo de adaptación las plántulas cambiaron su color original a un verde pálido amarillento debido al cambio de temperatura, gradiente de luz, humedad relativa y aireación del medio. No obstante, las plantas continuaron con su crecimiento y desarrollo normal, es decir las plantas no murieron en el proceso del ensayo.

4.2. Cuantificar la concentración de cianuro absorbida en los rizomas de *Cyperus luzulae* en base a un análisis de extracción y fotometría.

Se sembró un total de 108 individuos de la especie *C. luzulae* en el nuevo sustrato, tres plántulas por unidad experimental. Las muestras fueron procesadas y puestas en el medio nutritivo para la aplicación de los tratamientos con las diferentes concentraciones de cianuro. Los resultados obtenidos del análisis de extracción y fotometría se los presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Datos obtenidos en la absorción de cianuro en las muestras

Tratamiento	Rep. # 1 (ppm CN)	Rep. #2 (ppm CN)	Rep. #3 (ppm CN)	Media (ppm CN)
Testigo	0,007	0,007	0,007	0,007
T1(5 ppm)	0,0097	0,0153	0,0152	0,0134
T2 (7 ppm)	0,0257	0,0193	0,0213	0,0221
T3 (10 ppm)	0,0449	0,0414	0,0368	0,0410

Los resultados obtenidos posteriormente al análisis de extracción y fotometría mostraron que las muestras pertenecientes al tratamiento testigo no poseían cianuro en sus rizomas, el resultado obtenido de la lectura de fotometría fue de 0,007 ppm CN que se encuentra debajo del límite de detección. Con respecto a los tratamientos uno,

dos y tres estuvieron por encima del límite de detección, pero menor a 1 ppm de CN, lo que se encuentra en el índice de translocación (FT) inferior a 1. Esta baja translocación de metales hacia la parte aérea de la planta hace referencia a la permanencia de los metales pesados en las raíces de las plantas fitoestabilizadoras (Durán, 2010). Mostrando así la estrategia de exclusión de CN en la raíz Según Blanco et al. (2011), los rizomas de la planta absorben mayor cantidad de mercurio y de otros metales en el tejido radicular, debido que las raíces se encuentran en contacto directo con el contaminante. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro del criterio expuesto, se pueden considerar aceptables

En la Figura 8 se representa la cantidad de cianuro absorbida por *C. luzulae*, donde se observa que el tratamiento 3 al que se añadió 10 ppm de CN, absorbió más cianuro en las raíces, se puede notar las diferentes categorías en las que se agrupó los datos de la comparación de medias obtenidas con los resultados del estudio, siendo el tratamiento testigo similar al tratamiento uno, pero el tratamiento dos y tratamiento tres diferente al tratamiento testigo y entre ellos.

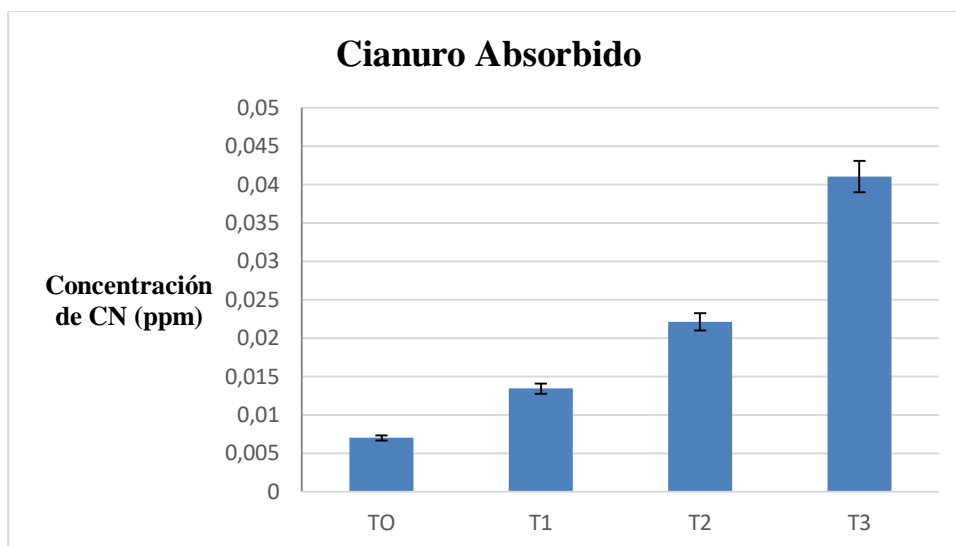


Figura 8. Concentraciones obtenidas de los tratamientos con cianuro

4.2.1. Análisis de varianza y prueba de significación.

El resultado del análisis de varianza (Tabla 9), entre los tratamientos aplicados con diferentes concentraciones de cianuro fue no significativo entre el tratamiento testigo (Tratamiento 0) con el tratamiento 1 (5 ppm) porque no se registró ningún cambio. Sin embargo, los tratamientos tres (7 ppm) y cuatro (10 ppm) mostraron diferencias entre sí con un nivel de significancia del 0.05.

La Prueba de Kruskal Wallis se aplica la variable de heterogeneidad de varianzas porque se superan las tres dispersiones, estadísticamente hablando la prueba de Tukey arroja un rango de error de 0,05 que es significativo y aplicando la de Kruskal Wallis de 0,03 y es menor al rango de error, por lo tanto, se corrobora que el análisis estadístico es más confiable.

Tabla 9. Análisis de varianza con prueba de Kruskal Wallis al 5%

Análisis de la varianza			
<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj CV</u>
CN en ppms	12	0,96	0,95 14,66
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM F p-valor</u>
Modelo.	2,0E-03	3	6,6E-04 70,01 <0,0001
Tratamientos	2,0E-03	3	6,6E-04 70,01 <0,0001
Error	7,5E-05	8	9,4E-06
Total	2,0E-03	11	
Test: Kruskal Wallis Alfa=0, 05 DMS=0,00801			
<i>Error: 0,0000gl: 8</i>			
<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
0,00	0,01	3	1,8E-03 C
5,00	0,01	3	1,8E-03 C
7,00	0,02	3	1,8E-03 B
10,00	0,04	3	1,8E-03 A
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>			

4.3. Comparar la concentración de cianuro absorbido por la planta con el pH del medio circundante

Para el cumplimiento del tercer objetivo se realizó un análisis de correlación entre los diferentes momentos o tiempos en el transcurso de la toma de datos de pH del medio circundante y los resultados de la concentración de cianuro absorbido en las raíces.

4.3.1. Medición de pH del medio

Al tomar las lecturas de pH durante el tiempo de exposición al compuesto contaminante se evidenció que la solución pasó de un medio ácido a un medio neutro, donde el pH del medio nutritivo era de 5.6

En la Figura 9 se muestra la lectura obtenida en el tratamiento de 5 ppm de CN el cual la repetición 1 tiene un pH de 6.4, 6.5 y 6.9, así mismo la repetición 2 dio como resultado 6.5, 6.6 y 7 pH respectivamente en cada una de las 3 diferentes lecturas y la repetición 3 mostró una lectura de 6.5, 6.6 y 7.

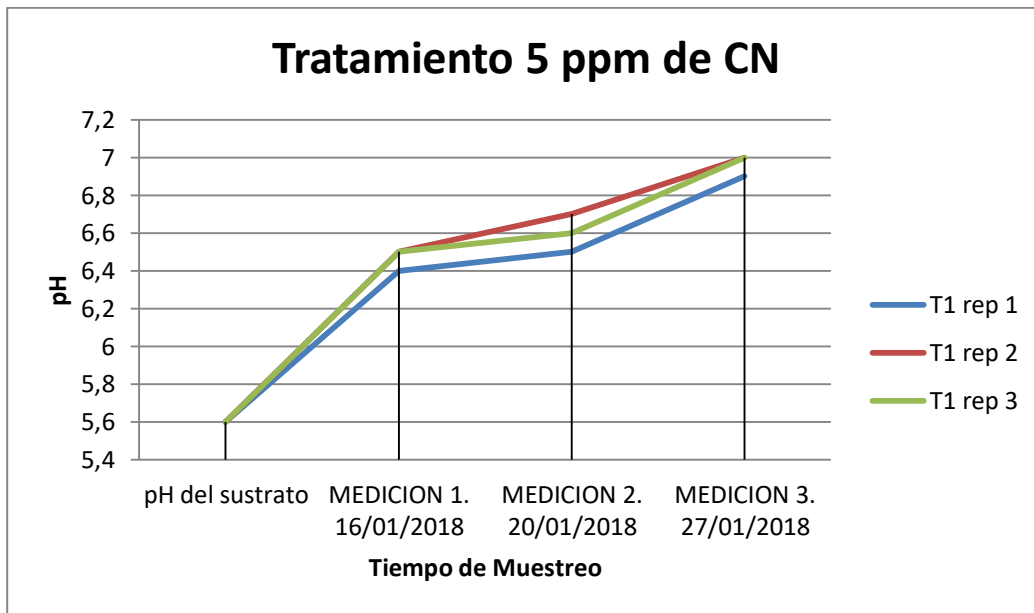


Figura 9. Variación del pH para el tratamiento de 5 ppm de CN

En la Figura 10 se muestra la lectura obtenida en el tratamiento de 7 ppm de CN en el cual la repetición 1 tiene un pH de 6.4, 6.5 y 7, así mismo la repetición 2 dio como resultado: 6.6, 6.8 y 7 pH respectivamente en cada una de las 3 diferentes lecturas y la repetición 3 mostró una lectura de 6.6, 6.9 y 7.

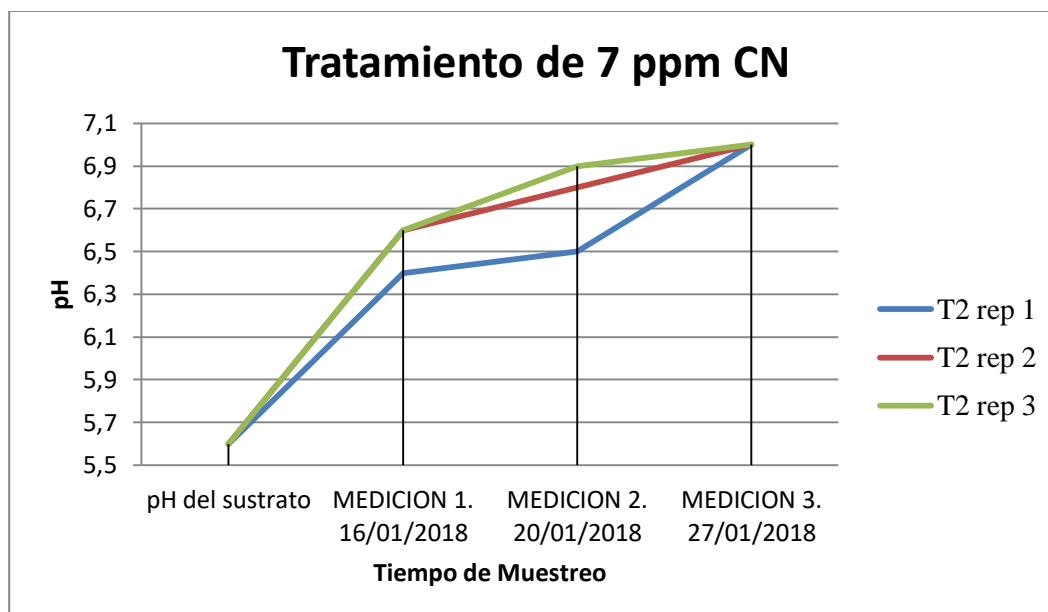


Figura 10. Variación del pH para el tratamiento de 7 ppm de CN

En la Figura 11 se muestra la lectura obtenida en el tratamiento de 10 ppm de CN en el cual la repetición 1 tiene un pH de 6.4, 6.6 y 7, así mismo la repetición 2 dio como resultado 6.4, 6.6 y 7,1 pH respectivamente en cada una de las 3 diferentes lecturas y la repetición 3 mostró una lectura de 6.3, 6.7 y 7 en su pH.

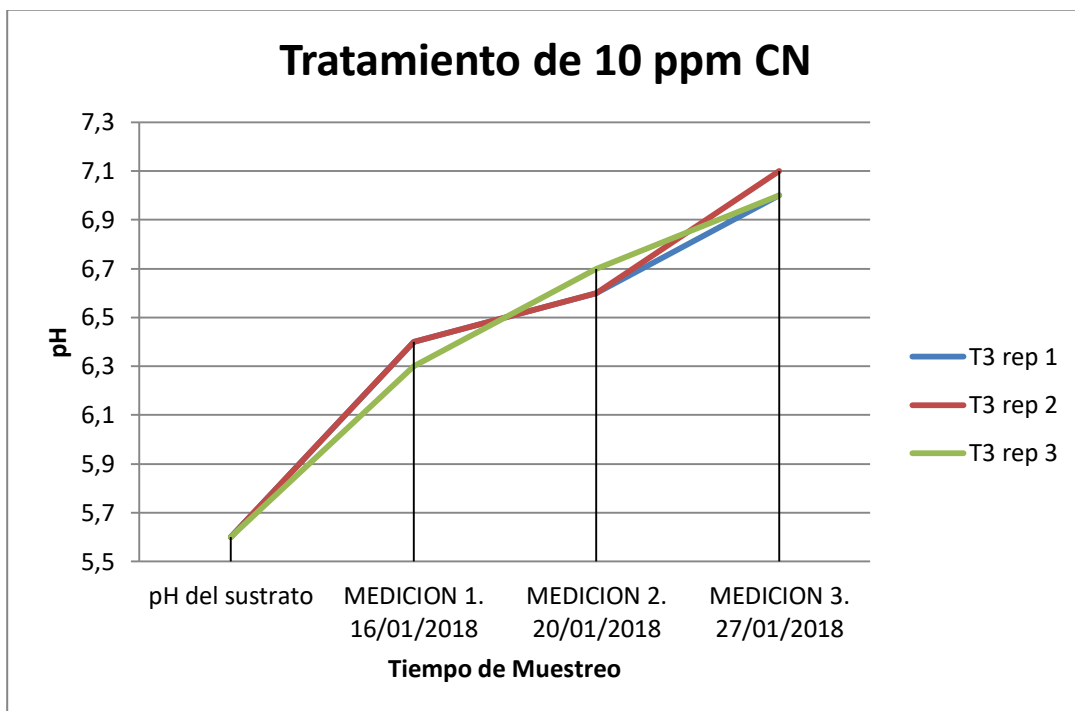


Figura 11. Variación del pH para el tratamiento de 10 ppm de CN

Las gráficas de pH demuestran al añadir las diferentes concentraciones 5-7 y 10 ppm de cianuro torna al suelo ácido, con el transcurso de los 15 días las plantas hicieron que el suelo mejorara su condición de ácido a neutro.

Una vez tomado los datos de pH juntamente con los datos de cianuro acumulado se procedió al análisis de correlación. En la Figura 12 se observa una relación inversamente proporcional entre el contenido total absorbido de CN por parte de las raíces de *C. luzulae* y el pH a pesar de que este paso de un medio ácido a un medio neutro la correlación de Pearson $r = -.5147$.

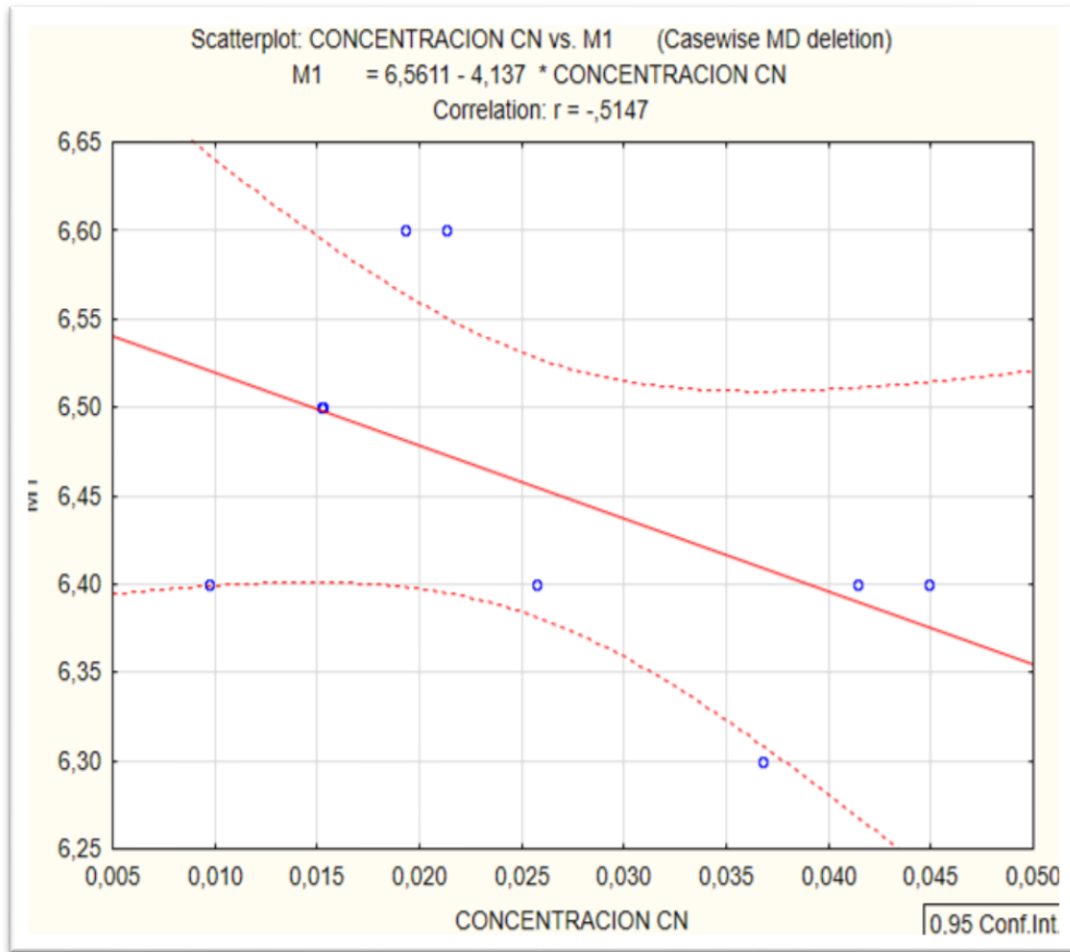


Figura 12. Correlación de Cianuro vs pH

Siguiendo con el análisis la figura 13 presenta una correlación negativa de Pearson $r = -.0661$, entre la relación de contenido total de CN absorbido en el tratamiento dos, con respecto al cambio de pH de un medio ácido a un medio neutro.

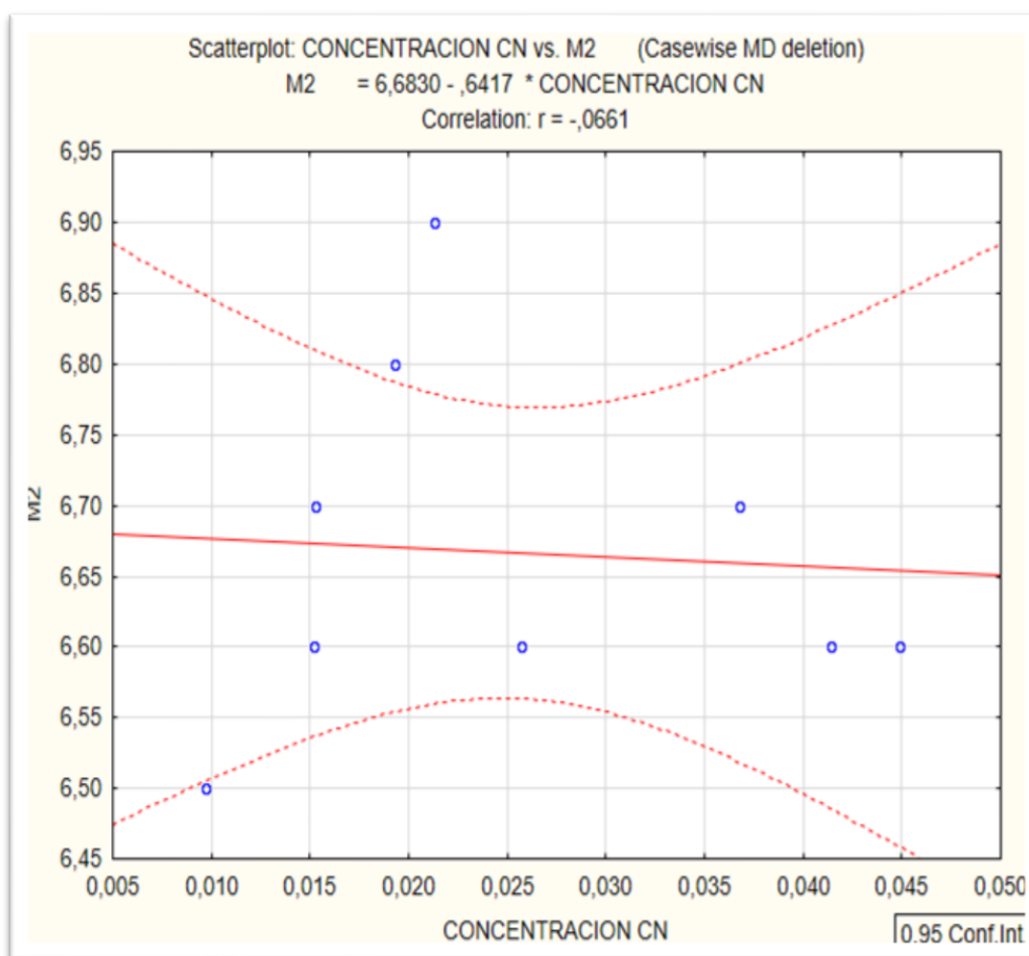


Figura 13. Correlación de Cianuro vs pH (momento dos)

En la Figura 14 se puede observar una relación directamente proporcional entre el contenido total de CN absorbido en el tratamiento tres, con respecto al cambio de pH de un medio ácido a un medio neutro, con una correlación de Pearson de $r=0.42035$, siendo una correlación significativa ($p<0.01$) (bilateral).

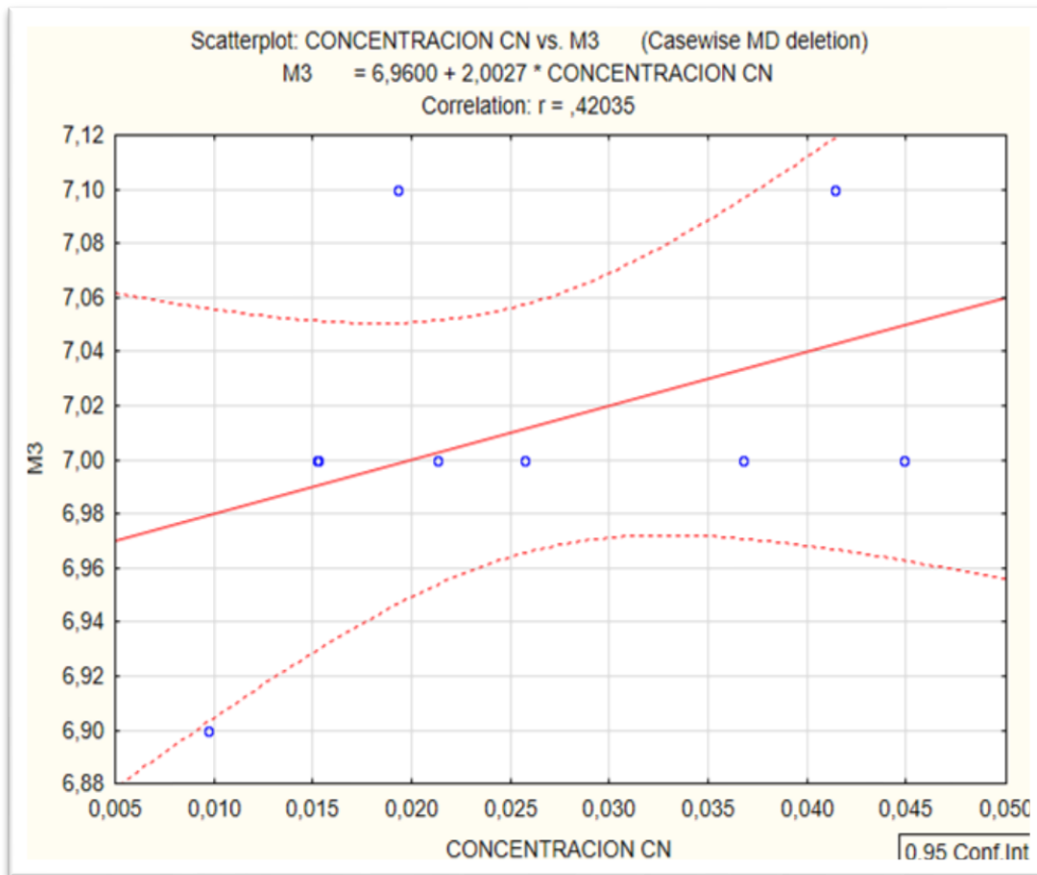


Figura 14. Correlación de Cianuro vs pH (momento tres)

El pH se considera el factor dominante en el comportamiento de metales, afectando directamente a las cargas de arcillas, materia orgánica y los óxidos, y la complejacion de los metales con la metería orgánica, en las reacciones de precipitación, disolución, reacciones redox y dispersión de coloides. Un incremento de pH provoca un incremento de la adsorción y retención de cationes, con un máximo en torno a la neutralidad (Evans et al., 1995), consecuentemente se evidencia que a mayor concentración de cianuro acumulado (variable independiente) el pH (variable dependiente) se produce una relación estrecha entre el aumento de pH con tendencia hacia un pH neutro con el incremento de absorción de cianuro acumulación en las plantas, creando que el valor de r se aproxime a +1, tendiendo a una relación lineal entre las variables.

Los resultados de este análisis demuestran que a mayor exposición de concentraciones de cianuro *C. luzulae* absorbe y bioacumula en mayor cantidad de este metal pesado en sus raíces. Ordoñez (2016), evaluó el efecto biorremediador de *C. rotundus* en aguas contaminadas con cobre en condiciones de laboratorio, concluyendo que el porcentaje de cobre bioacumulado en la raíz aumenta en relación directa a la concentración de cobre absorbiendo más del 50 % de cobre añadido a los diferentes tratamientos. Así se confirma que las raíces de *C. luzulae* absorben mayor cantidad de metal si este se encuentra en mayores cantidades en el medio.

Otro metal utilizado en la industria minera, específicamente la metálica referente a la extracción de oro es el cianuro, el presente estudio identifica también la absorción de este compuesto en soluciones de laboratorio; lo que confirma la capacidad fitorremediadora de la especie.

Cabe recalcar que en el estudio realizado el contacto directo de las raíces de las plantas de *C. luzulae* con soluciones que contenían diferentes concentraciones de cianuro este no aceleró el proceso de deterioro de estas (muerte). Corroborando que a mayores concentraciones de cianuro la especie en estudio resistieron a 15 días de tratamiento antes de marchitarse por completo y toleró 10 ppm de cianuro.

La contaminación del ambiente por procesos industriales o domésticos ha llevado a la aplicación de sistemas biológicos para remediar ambientes contaminados, donde se ha demostrado que distintas especies de la familia Cyperaceae, son aplicables y útiles para la remoción de distintos metales pesados.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- *C. luzulae* se caracteriza por colonizar ambientes perturbados por actividades mineras, además de absorber diferentes metales como el mercurio cobre y plomo y compuestos cianurados en sus raíces siendo una especie perenne con un largo ciclo de vida y una habilidad para autopropagarse.
- La cuantificación de las concentraciones de cianuro en base a los resultados de los análisis de extracción y fotometría demuestran que *C. luzulae* acumula cantidades en la media de 0.0134 ppm CN, para el tratamiento uno, 0.0221 ppm CN en el tratamiento dos y 0.0410 ppm CN para el tratamiento tres, por exclusión en la raíz. Donde el factor de bioacumulación es menor a uno; Por lo tanto, se sugiere esta especie como exclusora para estudios de fitoestabilización de compuestos cianurados.
- La comparación de la concentración de cianuro absorbido por la planta y el pH del medio circundante demuestra que en el tratamiento tres existe una correlación lineal con un valor de $r = 0.42035$, se demuestra que el incremento de absorción y retención de cianuro en las raíces de *C. luzulae*, aumenta el pH con tendencia a un medio neutro.
- *C. luzulae* es capaz de acumular cianuro en sus raíces a pesar de lo nocivo que es este compuesto para las reacciones de respiración celular en los organismos vivos, siendo clasificada como una especie exclusora de metales pesados.

5.2. Recomendaciones

- Realizar un monitoreo de los efluentes en los relaves de minería para conocer los diferentes metales que son descargados y realizar diferentes ensayos para conocer si *C. luzulae* es capaz de acumular otro tipo de metales diferentes al CN en sus raíces.
- Realizar un muestreo de la vegetación presente para conocer si existen otras especies que pueden ser utilizadas en la fitorremediación en asociación con *C. luzulae*.
- Realizar estudios referentes a la relación simbiótica con bacterias para conocer si existen bacterias endófitas que pueden ayudar a la depuración de aguas de origen minero.
- En el caso de realizar un ensayo con cianuro, es necesario obtener una muestra de 100 gr de su peso en seco, puesto que una cantidad menor no es cuantificable, debido a la variación y comportamiento del compuesto cianuro.

6. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

- Alonso, A., Carranza, C., De la Torre, M., Chavez, L., y Garcia, R. (2009). *Removal and Acumulatin of Cadmium and Lead by Typha latifolia Exposed to Single and Mixed Metal Solutions. Archives of Enviromental Contamination and Toxicilogy*, 57(4), 688-696.
- Anchundia, R., Moina, E., Naranjo, J., y Barcos M. (2017). Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Revista Bionatura* .Doi.10.21937/RB/2017.02.04.5
- Ayala, D., y Vadillo, L. (2004). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*.
- Baker, A. (1981). Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals, *Journal of Plan Nutrition*, 3:1-4,643-654, DOI: 10.1080/01904168109362867
- Ballesteros. J. (2011). *Determinación de la eficacia de Azolla caroliniana como matriz de hiperacumulación de metales pesados cuantificados*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador
- Banco Mundial. (2005). *Documento de trabajo. Riqueza y Sostenibilidad: Dimensiones Sociales y Ambientales de la Minería en el Perú*.
- Barceló, J., y Poschenrieder, Ch. (1992). *Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados*. *Suelo Planta*, 2:345-361.
- Bastidas, R., y Sánchez, A. (2009). *Fitorremediación de metales pesados y microorganismos*. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*. 9 (16) ,2-4.
- Bernal, M., Clemente, R., Vázquez, S., Walker, D. (2007). *Aplicación de la fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en*

- Aznalcòllar. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente Ecosistemas* p. 68/82
- Blanco, E., Paz, N., Gutiérrez, E., Caldera, Y., y Núñez, M. (2011). *Use of subsurface flow constructed wetlands for the removal of Cooper and lead form oil production water*. Vol. 34 N 3. Pag 238-245
- Cáceres, G. (2001) Impacto ambiental de la minería del oro. *Revista metalúrgica* Vol (22). Pag 20-28
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. (Decreto N° 0) (2008-oct-20) Registro Oficial 44, jul-13-2011
- Cornejo, M., Peralta, M., Carrión, P., y Gonzales M. (2000). *Análisis de la sustentabilidad de las organizaciones minería pequeña escala en el Ecuador*.
- Delgadillo, A., Gonzáles, C., Prieto, F., Villagómez, J. y Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*,
- Díaz, P y Elcoro. (2009). Plantas colonizadoras en áreas perturbadas por la minería en el estado bolívar, Venezuela. *Acta botánica venezolica* 32(2): 453-466.
- Durán, M. (2004). *Caracterización de los niveles de metales pesados en efluentes industriales de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil.
- Durán, P (2010). *Transferencia de metales de suelo a planta en áreas mineras: ejemplos de los Andes peruanos y de la Cordillera Prelitoral Catalana*. (Tesis Doctoral). Universidad de Barcelona. España.
- EPA. (1999). *Phytoremediation resource guide*. EPA 542-B-99-003 Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office Washington.
- Evans, L., Spiers, G. y Zhao, G. (1995). *Chemical aspects of heavy metal solubility with reference to sewage sludge amended soils* *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 59.291-302

- Fedon, I. (2007) El género *Cyperus* L. (Cyperaceae, Liliopsidae) en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, ISSN 1690-9763, Vol. 24, N°. 1, 2007, p. 183-189
- Galán, E., y Romero, A. (2008). *Contaminación de suelos por metales pesados*.
- Ginocchio, R., y Baker, A. (2004). Metalófitas en América Latina: un recurso biológico y genético único poco conocido y estudiado en la región. *Revista Chilena de Historia Natural*, (77), 185-194. Doi: 10.4067/S0716-078X2004000100014
- Ginocchio, R., y León, P. (2011). *Fitoestabilización de Depósitos de Relaves en Chile*. Centro de Investigaciones Minera y Metalúrgica, CIMM.
- Guerrero, J. (2013). *Cianuro: Toxicidad y Destrucción Biológica*.
- Latorre, S., Walter, M., y Larrea, C. (2015). *Intag, un territorio en disputa: evaluación de escenarios territoriales extractivos y no extractivos*.
- Logsdon, M., Hagelstein, K., y Mudder, T. (2001). *El manejo del cianuro en la extracción de cianuro*.
- Londoño, L., Londoño, P., y Muñoz, F (2016). *Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal*. Vol. 14 No. 2 (145-153) DOI: 10.18684/BSAA (14)145-153
- López, E., Aduvire, O., y Baretino, D. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1): 3-21 ISSN: 0366-0176 Madrid-España
- López, S., Melaj, M., Tomellini, G., y Martin, O. (2014). *Rizofiltración en el tratamiento de aguas contaminadas con uranio*. Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires-Argentina.
- Nava, F., Elorza, E., Uribe, A. y Pérez, R. (2007). Análisis químico de cianuro en el proceso de cianuración: revisión de los principales métodos. *Revista de Metalurgia*. Vol. 43, No 1
- Núñez, R., Vong, M., Ortega, R., y Olgún, E. (2004). *Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones*. *Biotecnología y biología molecular*. 69-82.

- Recuperado de:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301332/CORE_2013/Actividad_7.pdf
- Oquendo, R. (2016). *Evaluación de *Thypha latifolia* en la absorción de plomo y propuesta de fitorremediación de aguas residuales con metales pesados en la laguna de Yahuarcocha*. (Tesis de maestría). Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador
- Ordoñez, D. (2016). *Efecto biorremediador de *Cyperus rotundus* en aguas contaminadas con cobre en condiciones de laboratorio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo.
- Peña, E., Madera, C., y Medina, J (2013). *Bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: Caso *Heliconia psittacorum* (heliconiaceae)*. Rev. Acad. Colombo. Cieni.37 (145): 469-481,2013 ISSN 0370-3908.
- Peña, M., Van Ginneke y Madera, C. (2003). *Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas en Zonas Tropicales*.
- Pérez, A., Martínez, D., Barrera, Z., y Marrugo, J. (2016). *Bacterias endófitas asociadas a los géneros *Cyperus* y *Paspalum* en suelos contaminados con mercurio*.
- Pinto, A., Cozzi, G. (2011). *Caracterización microestructural por meb-edax de reacciones de drenaje ácido de mina en el pasivo minero "santa lucia"*.
- Ramírez, Augusto V. (2010). *Toxicidad del cianuro: Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre*. Facultad de Medicina, 71(1), 54-61.
Recuperado en 20 de junio de 2018, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000100011&lng=es&tlng=es

- Restrepo, J., Montoya, C., y Muñoz N. (2002). *Degradación microbiana de cianuro procedente d plantas de beneficio de oro mediante una cepa nativa de P. fluoresces*. Revista DYNA, Volumen 73, Número 149, p 45-51
- Rodríguez, H., Peña, M., Gutiérrez, A., González, C., Montes, S., y López, G. (2017). Biorremediación de arsénico mediada por microorganismos genéticamente modificados. *Revista terra latinoamericana*, 35(4), 353-361. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v35i4.220>
- Romero, A., Flores, S., y Medina, R. (2008). Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 11(22), 13-16. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol11_n22/a02vol11n22.pdf
- Salinas, E., Rivera, I., Carrillo, F., Patiño, F., Hernández, J., y Hernández, L. (2004). Mejora del proceso de cianuración de oro y plata, mediante la preoxidación de minerales sulfurosos con ozono. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(4), 315-320. Recuperado en 22 de junio de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932004000400021&lng=es&tlng=es
- Saltos, F. (2005). *Estudio de impacto ambiental en la concesión minera El Corazón*. García Moreno, Ecuador
- Sánchez, A., y Gonzales, M. (2007). *La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. Técnicas de recolecta de plantas y herborización*. Pág. 126-127 Universidad autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sociedad internacional para la restauración ecológica. (2004). Grupo de trabajo sobre la ciencia y políticas. Principios de SER internacional sobre restauración ecológica.
- Soto, A., Vallejos, E., Herrera, F. y Enrique, C. (2011). Algunas malezas de Costa Rica y Mesoamerica. Catálogo de terrestres, parasitas y acuáticas. Universidad de Florida.

ANEXOS

ANEXO 1: Informe de resultados obtenidos en laboratorio



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2745
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: TIMI
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA: ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0097	EXTRACCION Y FOTOMETRIA




B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2746
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: TIM2
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA: ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0153	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
 INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2747
 ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR:	MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN:	IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION:	2018/01/12
HORA DE RECEPCION:	10:23
MUESTRA DE:	PLANTAS
DESCRIPCION:	T1M3
FECHA DE ANALISIS:	DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:	
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	75 g
MUESTREADO POR:	CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0142	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
 LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2748
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR:	MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN:	IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION:	2018/01/12
HORA DE RECEPCION:	10:23
MUESTRA DE:	PLANTAS
DESCRIPCION:	T2M1
FECHA DE ANALISIS:	DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:	
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	75 g
MUESTREADO POR:	CLIENTE:
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0257	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRIA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA



4 1/1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2749
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: T2M2
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:
ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0193	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA


B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA



5 1/1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO


INF-QFARM. No. 2750
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: T2M3
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA: 20/04/2018
ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0213	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA




B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA



6 1/1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facqumuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2751
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTEDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018/01/12
HORA DE RECEPCIÓN: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCIÓN: T3M1
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 20/04/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA: ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0449	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES
LABORATORIO DE QUÍMICA FARMACÉUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
 INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2752
 ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESEDEOCA KARLA
 DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
 FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
 HORA DE RECEPCION: 10:23
 MUESTRA DE: PLANTAS
 DESCRIPCIÓN: T3M2
 FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRA:
 ESTADO: SÓLIDO
 CONTENIDO: 75 g
 MUESTREADO POR: CLIENTE
 OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0414	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
 LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2753
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: T3M3
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:
ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	0,0368	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA FARMACEÚTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2754
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTEDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018/01/12
HORA DE RECEPCIÓN: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCIÓN: T4M1
FECHA DE ANÁLISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 20/04/2018
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRA: ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	< 0,007	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUÍMICA FARMACEÚTICA



10 1/1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

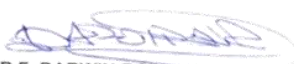
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2755
ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR: MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN: IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION: 2018/01/12
HORA DE RECEPCION: 10:23
MUESTRA DE: PLANTAS
DESCRIPCION: T4M2
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA: ESTADO: SÓLIDO
CONTENIDO: 75 g
MUESTREADO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	< 0,007	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRÍA


B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA



11 /11

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA
 INFORME DE RESULTADO

INF-QFARM. No. 2756
 ORDEN DE TRABAJO No 57711

SOLICITADO POR:	MONTESDEOCA KARLA
DIRECCIÓN:	IBARRA BARTOLOMÉ GARCÍA Y JOSÉ MIGUEL LEORO
FECHA DE RECEPCION:	2018/01/12
HORA DE RECEPCION:	10:23
MUESTRA DE:	PLANTAS
DESCRIPCION:	T4M3
FECHA DE ANALISIS:	DEL 06/03 AL 13/04 /2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	20/04/2018
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRA:	
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	75 g
MUESTREADO POR:	CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el CLIENTE y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
CIANUROS TOTALES	mg/kg	< 0,007	EXTRACCIÓN Y FOTOMETRIA

B.F. DARWIN ROLDAN ROBLES
 LABORATORIO DE QUIMICA FARMACEUTICA

