UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TEMA:

"**EXTRACCIÓN DE CROMO TOTAL DE LA CAPA ARABLE DE LOS SUELOS CONTAMINADOS POR CARNAZA CON LA APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE ABONO ORGÁNICO EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)**"

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Agroecología y Ambiente

Autor: Ingeniera. Laura Marisol Quinapanta Cullpa

Director: Ingeniera Bertha Elizabeth Ibarra López, Magister.

Ambato - Ecuador

2017

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, e integrado por los señores Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui Magister, Ingeniero Ángel Wilfrido Yánez Yánez Magister, Ingeniero Jorge Santiago Espinoza Vaca Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Investigación con el tema: "Extracción de cromo total de la capa arable de los suelos contaminados por carnaza con la aplicación de dos tipos de abono orgánico en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*)", elaborado y presentado por la Ingeniera Laura Marisol Quinapanta Cullpa, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

……

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.

Presidente de Tribunal

……

Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui, Mg.

Miembro del Tribunal

……

Ing. Angel Wilfrido Yánez Yánez, Mg.

Miembro del Tribunal

……

Ing. Jorge Santiago Espinoza Vaca, Mg.

Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: "**EXTRACCIÓN DE CROMO TOTAL DE LA CAPA ARABLE DE LOS SUELOS CONTAMINADOS POR CARNAZA CON LA APLICACIÓN DE DOS TIPOS DE ABONO ORGÁNICO EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris*)**", le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Laura Marisol Quinapanta Cullpa, Autor(a) bajo la Dirección de Ingeniera Bertha Elizabeth Ibarra López, Mg., Director(a) del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniera Laura Marisol Quinapanta Cullpa

C.C.1804214599

AUTOR(A)

Ingeniera Bertha Elizabeth Ibarra López, Mg.

C.C. 1002049151

DIRECTOR(A)

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Laura Marisol Quinapanta Cullpa

C.C. 180421459-9

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3
1.1. TEMA 3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.2.1. Contextualización 3
1.2.2. Análisis crítico 4
1.2.2.1. Árbol de problemas 4
1.2.4. Formulación del problema 5
1.2.5. Interrogantes 5
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación 5
1.3. JUSTIFICACIÓN 6
1.4. OBJETIVOS 7
1.4.1. Objetivo general 7
1.4.2. Objetivos específicos 7
CAPÍTULO II 8
MARCO TEÓRICO 8
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 8
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA 9
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL 9
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES 12
2.4.1. Biorremediación.- 12
2.4.2. Impacto de la Curtiembre 19
2.4. HIPÓTESIS 22
2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES 22
CAPÍTULO III 23
METODOLOGIA 23
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN 23
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN 23
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 24

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 26
3.4.1. Ubicación del Ensayo 26
3.4.2. Caracterización del Lugar.....26
3.4.3. Metodología Utilizada.....26
3.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 29
3.5.1. Factores de estudio..... 29
3.5.5. Diseño o Esquema de campo 30
3.5.6. Análisis Estadístico. 31
CAPÍTULO IV.....32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 32
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 32
4.1.1. Contenido de Cromo en el suelo.....32
4.1.2. Días a la Emergencia.....35
4.1.3. Días a la Floración.....37
4.1.4. Altura de la Planta.....39
4.1.5. Longitud de Raíz.....41
CAPITULO V 44
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
5.1. CONCLUSIONES.....44
5.2. RECOMENDACIONES.....45
CAPITULO VI.....46
PROPUESTA 46
6.1. DATOS INFORMATIVOS..... 46
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA 46
6.3. JUSTIFICACIÓN..... 46
6.4. OBJETIVO 47
6.5. ANALISIS DE FACTIBILIDAD..... 47
6.6. FUNDAMENTACIÓN..... 47
6.7. METODOLOGÍA..... 48
6.8. ADMINISTRACIÓN 49
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN. 49
ANEXOS.....56

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. MECANISMOS DE FITORREMEDIACIÓN.....15
TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....24
TABLA 3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....25
TABLA 4. TRATAMIENTOS.....29
TABLA 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE CROMO EN EL SUELO 32
TABLA 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN CONTENIDO DE CROMO EN EL SUELO 33
TABLA 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN CONTENIDO DE CROMO.....33
TABLA 8. CONTENIDO INICIAL Y FINAL DEL DE CROMO.....34
TABLA 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA.....35
TABLA 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN DIAS A LA EMERGENCIA.....36
TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN DÍAS ALA EMERGENCIA.....36
TABLA 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA FLORACIÓN.....37
TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN DIAS A LA FLORACION.....38
TABLA 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN DÍAS A LA FLORACIÓN.....39
TABLA 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA.....40
TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN ALTURA DE LA PLANTA.....40
TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN

ALTURA DE LA PLANTA.....40
TABLA 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE RAIZ.....41
TABLA 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN LONGITUD DE RAIZ 42
TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LONGITUD DE RAIZ.....42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de fitorremediación.....16

Figura 2. Contenido de Cromo Total en el suelo, antes y después de la aplicación de los tratamientos.....34

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en donde a más de formarme profesionalmente he llegado a conocer colegas, amigos y compañeros inspirados en el mismo fin.

A la Ing. Elizabeth Ibarra por su aporte y guía en este proyecto de investigación que da cuenta de su trabajo y buena voluntad hacia mi persona y hacia las generaciones que se forman en esta prestigiosa institución.

A mis compañeros de aula con quienes hemos formado una linda amistad que seguramente perdurará para toda la vida, y finalmente a mis amigos que he conocido durante el camino de la vida quienes han confiado en mí.

DEDICATORIA

A Dios, por sostenerme en su mano y brindarme la sabiduría necesaria para conseguir mis ideales.

A mi padre Jaime , ejemplo de constancia y dedicación; a mi madre Elvira por ser mi fortaleza e inspiración diaria.

A mi Esposo Fernando, compañero de vida, por ser esa bendición y fuerza que me impulsa día a día a ser mejor.

A mi Hijo Alejandro, quién no entiende las palabras aquí escritas, pero sobre manera sabe que cada acto que realizó es pensando en Él, por ese infinito amor eres mi presente y mi mañana.

A mi hermana Milagros, por ser la persona que me apoyado en todas mis decisiones y ser mi amiga fiel.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TEMA: "Extracción de cromo total de la capa arable de los suelos contaminados por carnaza con la aplicación de dos tipos de abono orgánico en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*)"

Autor: *Ingeniera Laura Marisol Quinapanta Cullpa*

Director: *Ingeniera Bertha Elizabeth Ibarra López, Mg.*

Fecha: *01 de Marzo del 2017*

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue determinar la concentración de cromo total de la capa arable de los suelos por el uso inadecuado de residuos de las curtiembres, utilizando dos abonos orgánicos: humus y compost en el cultivo de fréjol *(Phaseolus vulgaris)* en dos dosis; en donde se evaluó: contenido de cromo en el suelo, días a la emergencia, días a la floración, altura de planta , longitud de raíz. Con la aplicación del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), disminuyó considerablemente el contenido de cromo en el suelo, reportando el 29,56 mg/Kg, es decir una disminución del 70,9 % del cromo total existente en el suelo .En lo referente a días a la emergencia, tuvo mejores resultados el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2), al presentar 8 días a la emergencia, en comparación con el testigo T que fue de 14 días. En la variable días a la floración presentó un óptimo resultado el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) al ser el más precoz al reportar el 71 días a la floración, en tanto con el testigo T presentó 89 días. El tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) presentó mayor altura de planta de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) 48 cm en la altura, mientras que el testigo T presentó 33 cm de altura. Con la utilización del tratamiento H2C1(Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) se obtuvo mayor longitud de raíz con 23cm, mientras que el testigo presentó 10 cm en longitud de raíz. Concluyendo que la utilización abonos orgánicos: humus y compost, disminuye la concentración de cromo en el suelo y permite el desarrollo radicular y vegetativo del fréjol.

Descriptores: Agroecología, biorremediación, fréjol (*Phaseolus vulgaris*), compost, humus, cromo, carnaza, contaminación de suelo, curtiembres, extracción de metales pesado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

THEME: "Total chrome extraction from the arable layer of the soils that have been contaminated with tannery residuals through the application of two types of organic fertilizers on a beans (*Phaseolus vulgaris*) crop".

Author: *Engineer Laura Marisol Quinapanta Cullpa*

Directed by: *Engineer Bertha Elizabeth Ibarra López, Magister.*

Date: *March 01, 2017*

SUMMARY

The objective of this investigation was to determine the total chrome concentration of the arable layer of the soils as a consequence of the inadequate use of tannery residuals, by utilizing two types of organic fertilizers: humus soil and compost on a beans *(Phaseolus vulgaris)* crop in two doses; where we evaluated: the amount of chrome in the soil, days to fruit emergence, days to flowering period, height of the plant, length of the roots. Through the application of the H2C2 treatment (Humus soil 1 Kg/m2; compost 1kg/m2) in a beans *(Phaseolus vulgaris)* crop,the amount of chrome in the soil decreased considerably, reporting 29,56mg/Kg, which means a 70,9% reduction of the total amount of chrome present in the soil.

Regarding to days to fruit emergence, the H2C1 (Humus soil 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) treatment had better results, showing 8 days to fruit emergence, compared to T witness which was 14 days. In the variable days to flowering period, the H2C1 (Humus soil 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) treatment presented an optimum result, being the earliest by reporting 71 days to flowering period, whereas the T witness presented 89 days.

The H2C1 (Humus soil 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2)treatment showed higher bean plants of 48 cm, while the T witness showed 33 cm in height. By using the H2C1 (Humus soil 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) treatment it was possible to obtain longer roots of 23 cm, while the T witness showed a root length of 10 cm. It is possible to conclude that the use of organic fertilizers: humus soil and compost, reduces the chrome concentration in the soil, and allows for the bean root and fruit development.

Descriptors: Agroecology, bioremediation, bean (*Phaseolus vulgaris*), compost, humus, chrome, tannery residuals, soil contamination, tanneries, heavy metal extraction

INTRODUCCIÓN

La remediación de suelos contaminados son sistemas que se han desarrollado para disminuir los diferentes efectos producidos por las industrias y por malas prácticas agrícolas, con técnicas que disminuyen los impactos producidos en los suelos y en el agua, siendo una tecnología alternativa en la recuperación de suelos contaminados.

Tungurahua ha sido una de las provincias altamente industrializadas, en el proceso de la obtención de pieles en donde los desperdicios líquidos son eliminados a la acequia común para luego mezclarse con el agua y ser utilizado en la producción agrícola, así mismo los residuos sólidos como las carnazas son ofertados y regalados para la misma producción. Según cifras de los curtidores, en la provincia se fabrica el 80% de la producción nacional de pieles (cada año se elaboran 700 000 en el país). Para su procesamiento esta industria usa 39 000 metros cúbicos de agua. (Buestán, 2012).

Los suelos Agrícolas de Izamba han sido altamente influenciados por el agua contaminada de coloración azul oscuro provenientes de curtiembres que son eliminadas a los sistemas de riego, según los estudios del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2012 señala que más de 300 hectáreas se irrigan con el agua contaminada en zonas de Izamba. (El Comercio, 2012).

Las curtiembres producen residuos denominados carnazas, los cuales son utilizados por los agricultores directamente en sus cultivos como abonos, provocando así una descomposición lenta, bajando la fertilidad del suelo desconociendo los peligros que esta práctica está acarreando tanto al agricultor como al consumidor.

Con el propósito de establecer alternativas para la disminución de la contaminación en la provincia, a causa de los desperdicios y aguas contaminadas que arrojan las curtiembres a los ríos y alcantarillas, la Dirección Provincial del Medio Ambiente de Tungurahua, Municipalidad de Ambato en conjunto con los productores del cuero, han establecido la ejecución de una serie de capacitaciones para mejorar la producción y hacerla más limpias; sin embargo no se ha dado ninguna solución a los agricultores para aquellos suelos agrícolas que ya están contaminados por el uso de carnaza por varios años.

En un estudio realizado por SIDENOR (2015), de el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Izamba se determinó que el 16,7% de suelo está dedicado la producción agrícola, en donde el 60% de los productores del sector de Quillán Loma han utilizado la carnaza como abono en sus terrenos. El objeto de realizar esta investigación es remediar estos suelos contaminados, para lo cual se utilizó dos tipos de abono orgánico, para extracción del cromo que es el principal químico que compone la carnaza.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

"Extracción de cromo total de la capa arable de los suelos contaminados por carnaza con la aplicación de dos tipos de abono orgánico en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*)"

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

En la actualidad los problemas ambientales mundiales han sido generados por actividades, procesos o comportamientos humanos, que han trastornado el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad, cuyos efectos en mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad y la calidad de vida de toda la humanidad. El cambio climático, el deterioro de los suelos, la contaminación de las aguas y del aire, la inadecuada explotación agrícola y forestal, la desaparición de especies, la pobreza en que viven las poblaciones, son algunos de los problemas que enfrenta nuestra sociedad, por lo que se hace necesario fomentar conciencia sobre la importancia de la conservación ambiental y el manejo eficiente de los recursos naturales (Frers, 2014).

Estudios realizados por el Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Católica en el período 92-94 sobre la contaminación de agua y suelos en Ecuador identifica a la industria de la curtiembre como una de las más contaminantes en el país, debido a la composición química y elevada toxicidad de los productos que se utilizan en el proceso de curtición.

Cotopaxi Noticias (2010), indica que según un estudio elaborado por el Departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Ambato en el año 2013, 39 mil metros cúbicos de agua son utilizados mensualmente en las curtiembres para el procesamiento de las pieles.

Ninguna de las empresas cuenta con un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales, que contienen cromo, cal, sulfato de amonio, que se arrojan al sistema de alcantarillado sanitario y a las acequias cercanas. Así, 210 locales afectan al río Ambato, pues en él se descargan los residuos de 65 curtiembres, 10 fábricas de alimentos, tres empresas de cromado, 105 lubricadoras, 30 lavadoras de vehículos, a más de las aguas servidas que producen los habitantes de la capital de Tungurahua. (Moreta, 2012).

El Heraldo (2009), refiriéndose al Cutuchi indica que, el canal que atraviesa las provincias de Cotopaxi y Tungurahua está altamente contaminado. Los agricultores que cultivan sus campos con esta agua contaminan también sus productos, llevando así alimentos contaminados que provocan enfermedades en la población; siendo un gran porcentaje la causa de muerte en la zona central del país, relacionado esto con el cáncer de estómago y enfermedades afines. Uno de los agravantes de la intolerable contaminación es la ausencia de las piscinas de tratamiento, lo que obliga que las industrias arrojen los desechos líquidos al canal y la subutilización de la carnaza destinándola para la producción agrícola de la zona.

1.2.2. Análisis crítico

1.2.2.1. Árbol de problemas

EFECTOS	- Acumulación de cromo en la capa arable - Suelos permanecen contaminados - Daños en la salud humana - Concentración de residuos en el suelo - Contaminación de agua
PROBLEMA	Contaminación de los suelos agrícolas por uso de carnaza
CAUSAS	- Desconocimiento del contenido de metales pesados en la carnaza - Utilización indebida e irracional de la carnaza - Desconocimiento de uso de abonos orgánicos, como alternativa de remediación - Bajos precios de la carnaza - Costumbre de utilizar la carnaza

1.2.3. Prognosis

Los productores del sector de Quillán Loma no conocen una práctica eficiente para la recuperación de los suelos agrícolas que permanecen contaminados con residuos químicos de cromo producto de la mala utilización de la carnaza que es aplicada como abono para producir hortalizas; contaminando el suelo, los productos que se cultivan y que posteriormente se comercializan, causando daños en el ambiente, y en la salud, tanto del productor como del consumidor.

1.2.4. Formulación del problema

¿Es la inaplicación de alternativas de remediación, como el uso de abonos orgánicos, la principal causa para que los suelos agrícolas contaminados por carnaza, permanezcan acumulando cromo en la capa arable.

1.2.5. Interrogantes

- ¿A qué se debe que los agricultores utilizan carnaza?
- ¿Existen alternativas de remediación por estos daños?
- ¿Conocen los agricultores los daños que causa en la salud la carnaza?
- ¿Están capacitados los agricultores para cambiar la manera de producir sin causar daños al ambiente?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

- **Campo:** Agroecología y ambiente
- **Área**: Agroecología
- **Aspecto:** Remediación para la extracción de cromo en los suelos agrícolas contaminados por carnaza
- **Temporal:** El tiempo en el que se realizó la investigación fueron los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre del 2015.
- **Espacial:** El ensayo estuvo ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Izamba, Sector Quillàn Loma, propiedad del Sr. Jaime

Quinapanta; ubicado a una altitud de 2665 msnm, sus coordenadas son78° 37' 11'' de longitud Oeste y a 1° 13' 28" de latitud Sur

1.3. JUSTIFICACIÓN

La industria del cuero ha sido una de las más desarrolladas en Tungurahua, cuyos residuos generados, conocidos como carnaza, mal utilizados como abonos en la agricultura para la producción de hortalizas y demás cultivos en la parroquia Izamba, causan impactos negativos en el suelo, productos y en el ambiente por su alto contenido en cromo; siendo otro factor contaminante la utilización de agua proveniente del Cutuchi con el cuál riegan la mayor parte de cultivos. (El Comercio, 2012).

La situación actual de contaminación de los suelos del sector de Quillán Loma, hacen necesaria una solución, con el afán de minimizar la presencia de estos residuos en el suelo, al mismo tiempo que sea de fácil manejo y útil para el agricultor, cuyos resultados se aprecien a corto y mediano plazo. (SIDENOR, 2015).

La biorremediación describe una variedad de sistemas que utilizan organismos vivos (plantas, hongos, bacterias, etc.) para degradar, transformar o remover compuestos orgánicos tóxicos a productos metabólicos inocuos o menos tóxicos. Esta estrategia biológica depende de las actividades catabólicas de los organismos, y por consiguiente de su capacidad para utilizar los contaminantes como fuente de alimento y energía. (Van Deuren et al., 1997).

La humificación de materia orgánica se ha usado con éxito en bioremediación de suelos contaminados, se ha demostrado también su uso para reducir a niveles aceptables la concentración y toxicidad de metales, se ha adoptado en los últimos 3-5 años (Volke y Velasco, 2002).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la capacidad que tiene el humus y el compost para la extracción de cromo total de la capa arable de los suelos, producido por el uso inadecuado de residuos de las curtiembres.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de cromo total presente en el suelo.
- Evaluar la incidencia de dos tipos de abono orgánico (Humus y Compost) en la extracción de cromo, en los suelos de Quillán Loma.
- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de fréjol *(Phaseolus vulgaris)* en los suelos incorporados con carnaza y abonos orgánicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Basándose en los estudios de Jimenez et.al.((2009**),** en su trabajo realizado con el tema Efecto de pasto inoculado con *Azospirillum sp*. en la remediación de suelo contaminado con diesel, indica que la inoculación de plantas de pasto favorecen la germinación de las semillas e incrementa la degradación de los hidrocarburos presentes en el suelo, aun cuando no se observaron incrementos significativos en la biomasa de plantas de pasto.

Martinez-Prado et.al. (2011), en su investigación sobre el proceso de biorremediación aeróbica de un suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo empleando lodos residuales se evaluaron el efecto de la adición de nutrientes, la densidad del material a remediar y la influencia del tamaño de la partícula en el proceso de degradación. Se demostró que los lodos residuales propiciaron la estimulación de los microorganismos nativos del suelo y a su vez fueron los responsables de degradar los contaminantes.

Según estudio realizado por Randy (1999), relacionado con la tecnología de biorremediación para el tratamiento de sitios contaminados con petróleo y su factibilidad en aplicación; se concluye que para biorremediación sería mejor desarrollar tecnologías menos rápidas, y más económicas (como la biorremediación y fitorremediación). En este contexto es mejor buscar tecnologías de biorremediación menos intensivas en su aplicación, que son más tardadas, pero tan efectivas y mucho menos costosas. Algunas posibilidades podrían ser algún tipo de compost, o una combinación de mitigación física con fitorremediación.

En la investigación realizada por Araujo et.al. (2004), en donde se aislaron cepas bacterianas autóctonas de suelos contaminados con hidrocarburos, se sometieron a una prueba de eficiencia para la remoción de gasoil. Se realizó una prueba piloto aplicando los tratamientos: cultivo mixto, compostaje y fertilización en unidades experimentales que contenían suelo contaminado. Se analizaron los hidrocarburos totales, saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos, y metales totales (Cd, Cr, Ni, Zn). Se estableció que los

tratamientos con cultivo mixto+fertilización, compostaje+fertilización, compostaje+cultivo mixto+fertilización y compostaje+cultivo mixto, no mostraron diferencias significativas entre ellos y en los cuales se obtuvo una remoción de los hidrocarburos totales del 95, 94, 93 y 86% respectivamente, durante los tres meses del estudio. La aplicación simultánea de la técnica de compostaje, fertilización y consorcio bacteriano demostró ser una buena alternativa para la recuperación de suelos contaminados.

Chilon (2013), realizó un estudio de una alternativa local viable y práctica de la alimentación del "suelo vivo" con el abono orgánico compost, en la Comunidades Achaca, ubicada a una altitud cercana a los 4000 m.s.n.m, se evaluó seis tratamientos de compostaje con el uso de activadores biológicos locales, en las modalidades de alto relieve y en pozas, estableciéndose que los tratamientos de compost elaborados con fermento de quinua y caldo de humus de lombriz, presentaron las mejores condiciones en calidad y de 1.6 a 1.8 meses de tiempo de compostaje. Respecto a la evaluación de suelos contaminados, se evidenció que los microorganismos del compost son más eficientes en la disminución de los contaminantes del suelo, superando al humus de lombriz, estiércol de ovino y testigo.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamenta en el paradigma positivista porque el enfoque predominante es cuantitativo, el mismo que según Meza (2014**)**, es una corriente de pensamiento cuyos inicios se suele atribuir a los planteamientos de Auguste Comte, y que no admite como válidos otros conocimientos sino los que proceden de las ciencias empíricas.
En la presente investigación, este paradigma se guió en la obtención de datos numéricos de la presencia de cromo en la capa arable del suelo, lo cual permitió la determinación del mejor proceso para remediación, y así verificación de hipótesis.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En la **Constitución Política de la República del Ecuador, Registro Oficial 449, del 20 de octubre del 2008**.

Título II Derechos

Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección segunda - Ambiente sano.

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, sumak kawsay.

Capítulo séptimo - Derechos de la naturaleza.

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.

Título VI. Régimen de Desarrollo

Capítulo tercero - Soberanía alimentaria.

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.

Título VII. Régimen del Buen Vivir

Capítulo primero - Inclusión y Equidad. Sección octava - Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección primera - Naturaleza y ambiente.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que

conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección tercera - Patrimonio natural y ecosistemas.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental,

científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección quinta – Suelo

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

En el **Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente** aprobado por Decreto Ejecutivo Nº 3.399 del 28 de noviembre del 2002, publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002.

Libro VI: Calidad ambiental

Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados

4.1 Normas de aplicación general

4.1.2 De las actividades que degradan la calidad del suelo

4.1.2.1 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 la 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.

4.1.2.8 Los productores agrícolas, están en la obligación de utilizar técnicas que no degraden la calidad del suelo agrícola, así como deberán implementar procedimientos técnicos respecto al uso racional de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, este tipo de productos deberán ser manejados mediante buenas prácticas y métodos establecidos en las Normas Técnicas y Reglamentos aplicables y vigentes en el país.

4.1.3 Suelos contaminados

4.1.3.1 Los causantes por acción u omisión de contaminación al recurso suelo, a causa de derrames, vertidos, fugas, almacenamiento o abandono de productos o desechos peligrosos, infecciosos o hidrocarburíferos, deberán proceder a la remediación de la zona afectada, considerando para el efecto los criterios de remediación de suelos contaminados que se encuentran en la presente norma.

4.1.3.3 Ante la inaplicabilidad para el caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia en la norma de un parámetro relevante para el suelo bajo estudio, la Entidad Ambiental de Control adoptará el siguiente criterio de evaluación.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1. Biorremediación.-

Cruz- Guzmán (2007), define como biorremediación a cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un ambiente alterado por contaminantes a su condición natural. La biorremediación puede ser empleada para atacar contaminantes específicos del suelo.

2.4.1.1. Tipos de Biorremediación

Cruz- Guzmán (2007), indica que el proceso de biorremediación se puede clasificar de acuerdo al organismo que efectúe la degradación del compuesto xenótico en los siguientes tipos:

a. Fitorremediación. Consiste en el uso de plantas verdes para contener, remover o neutralizar compuestos orgánicos, metales pesados o radionucleicos.

b. Biorremediación animal. Existen animales que actúan como agentes descontaminantes ya que pueden desarrollarse en medios con fuerte toxicidad y poseen en su interior microorganismos capaces de retener los metales pesados.

c. Biorremediación microbiana. Existe la posibilidad del uso de bacterias con la propiedad de acumular o metabolizar compuestos orgánicos y metales pesados. La

utilización de microorganismos que transforman diferentes compuestos nocivos en otros de mayor impacto ambiental ha experimentado un gran desarrollo reciente.

Volke y Velasco (2002), indican las siguientes tecnologías *in situ:*

- **Biorremediación en fase sólida**: Es un proceso biológico controlado, por el cual pueden tratarse suelos y sedimentos contaminados con compuestos, para obtener subproductos inocuos estables. El material contaminado se mezcla con agentes de volumen (paja, aserrín, estiércol, desechos agrícolas, abonos), que son sustancias orgánicas sólidas biodegradables, adicionadas para mejorar el balance de nutrientes, así como para asegurar una mejor aireación.

- **Bioestimulación:** Implica la adición de oxígeno y/o nutrientes al suelo contaminado con el fin de estimular la actividad de los microorganismos autóctonos y con ello la biodegradación de los contaminantes.

- **Biolabranza**: El suelo contaminado se mezcla con agentes de volumen y nutrientes y se remueve (labra) periódicamente para favorecer su aireación. Durante la Biolabranza, el suelo contaminado se mezcla con suelo limpio.

Castillo et.al (2005), manifiestan que la biorremediación presenta ventajas sobre otras técnicas alternativas para eliminar compuestos contaminantes, como son los tratamientos físico químico, ya que es un proceso natural para destruir contaminantes inorgánicos, los productos formados son generalmente inocuos, la relación costo/ efectividad es menor comparada con otras tecnologías y pueden ser ejecutadas *in situ.*

2.4.1.2. Selección de una tecnología de remediación

Volke y Velasco (2002), señalan que la selección de una tecnología de remediación para un suelo con características particulares, contaminado con uno o más contaminantes en particular, depende de los siguientes criterios:

- Características ambientales, geográficas, demográficas, hidrológicas y ecológicas del sitio.

- Tipo de contaminante (orgánico o inorgánico), concentración y características fisicoquímicas
- Propiedades fisicoquímicas y tipo de suelo a tratar.
- Costo de las posibles tecnologías a aplicar.

2.4.1.2.1. Abonos Orgánicos

El agente reductor más importante del suelo es la materia orgánica, en suelos bien aireados el oxígeno actúa como el aceptor de electrones más fuerte, seguido de metales como el hierro y el cromo. El potencial redox del suelo afecta el tipo de especies de metales en la solución del suelo alterando su solubilidad. Kabata-Pendias (2000)

Existe una gran diversidad de materiales que son utilizados como fuente de materia orgánica al suelo y que pueden ser aplicados en forma fresca o bien luego de un proceso de preparación, como abonos orgánicos (López, 1994)

Por su parte, Aguilar-Benítez et. al. (2012), aseguran que la aplicación de los abonos orgánicos aumenta la materia orgánica del suelo y mejora algunas de sus características físicas como: la cantidad de agregados hidro-estables, la densidad aparente y la porosidad, que favorecen el flujo de aire y agua y el desarrollo radicular de las plantas.

Compost

Labrador et al, (2006), indica que el compost no solo presenta aportes altos de nutrientes para la planta según su composición química, sino que incide positivamente sobre la actividad microbiana del suelo, influye indirectamente sobre los ciclos de movilización y ayuda a disminuir la inmovilización de macro elementos minerales como el fósforo, azufre, nitrógeno, calcio y potasio, aumentando la mineralización del suelo y reduciendo la inmovilización de nutrientes.

Sauri-Riancho y Castillo-Borges (2000), manifiestan que el proceso de compostaje se emplea en la agricultura como mejorador de suelos, pero también puede usarse en la remoción de contaminantes.

Humus de Lombriz

Un biofertilizante orgánico utilizado en agricultura, al que se le atribuyen excelentes resultados en cultivos agrícolas es el humus de lombriz; gracias a la fácil producción de altos volúmenes de fertilizante con un bajo costo tanto económico como de producción, presentando un desarrollo agroecológico sustentable (Castiblanco, 2004).

El Humus de lombriz presenta un contenido de minerales, entre estos minerales esenciales, se encuentra el nitrógeno, fósforo y potasio, que libera lentamente, incrementando la disponibilidad de los elementos ya existentes en el suelo para ser absorbidos por la planta

(Canellas & Rocha, 2004). Debido a la riqueza en micro elementos el humus de lombriz es uno de los fertilizantes más completos ya que mejora las condiciones del suelo, reteniendo la humedad y aumentando la capacidad de retención de agua, propiciando y acelerando las etapas de germinación, floración y llenado de vainas en leguminosas. (Perea et al, 2000).

2.4.1.3. Fitorremediación

Delgadillo-López et.al (2011), mencionan que la fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en relación con los métodos fisicoquímicos que se usan en la actualidad.

2.4.1.3.1. Mecanismos de fitorremediación

La remoción de contaminantes por fitorremediación se realiza empleando alguno de los siguientes mecanismos:

TABLA 1. MECANISMOS DE FITORREMEDIACIÓN

Tipo	Proceso Involucrado	Contaminación Tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc.
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos.	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc isótopos radioactivos, compuestos fenólicos.
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a capas subterráneas o al aire.	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc.
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican Metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.	Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano).
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.	Municiones (TNT, DNT, RDX, nitrobenceno, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, DDT, pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.

Fuente: Cristian Frers (2014)

Elaborado por: Laura Quinapanta, 2015

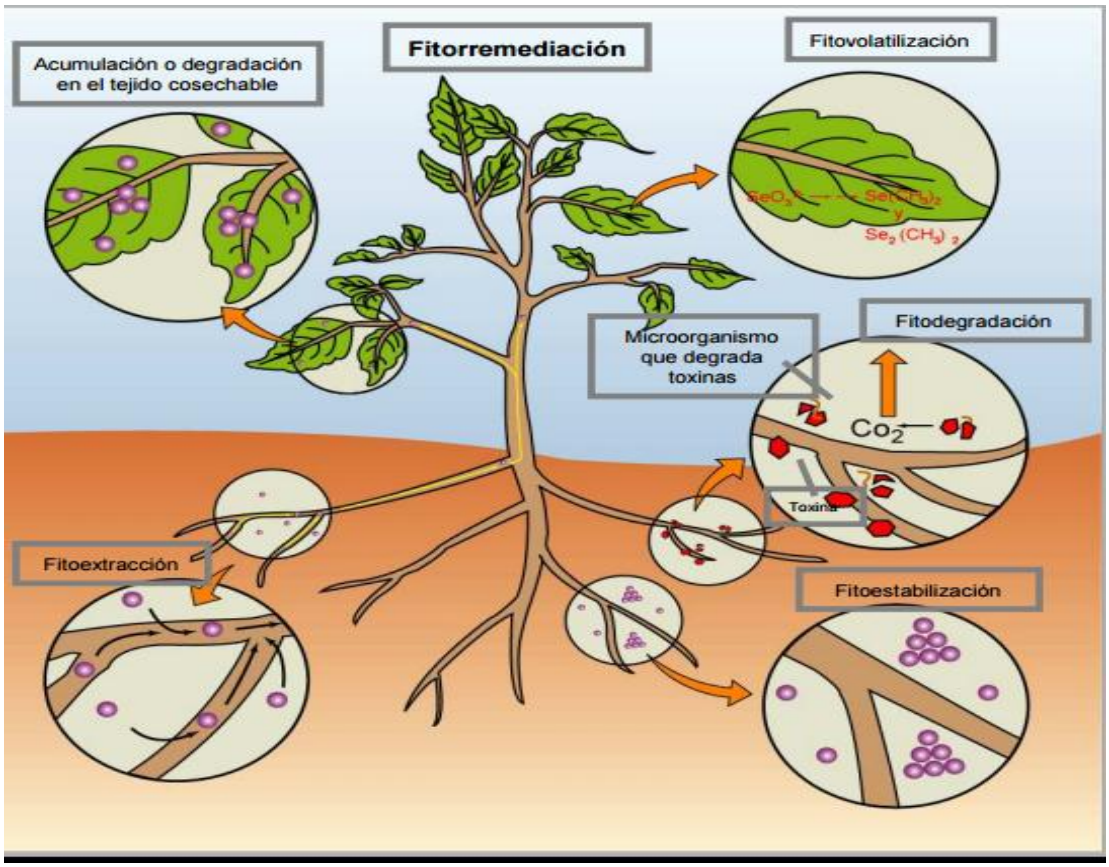


Figura 1. Mecanismos de fitorremediación

Fuente: Mentaberry (2011)

2.4.1.3.2. Fases de fitorremediación.

Bonilla (2013), indica que una planta acumuladora puede realizar cualquiera de los mecanismos de fitorremediación siguiendo tres fases:

a) Absorción.- La absorción de contaminantes se realiza a través de las raíces y las hojas, mediantes los estomas y cutícula de la epidermis. Esta absorción ocurre en la rizodermis de las raíces jóvenes. que absorben los compuestos por osmosis dependiendo de factores externo como la temperatura y el pH del suelo.

b) Excreción.- Los contaminantes que absorben por las raíces, se excretan vía hojas (fitovolatización). Cuando las concentraciones de los contaminantes son elevadas, solo pequeñas fracciones (menos del 5%) se excretan sin cambios en su estructura química.

c) Desintoxicación de contaminantes.- La desintoxicación de los compuestos orgánicos se lleva a cabo por la vía de la mineralización hasta dióxido de carbono en el caso de contaminantes químicos orgánicos que se degradan; para altas concentraciones se utiliza la incineración controlada y se desechan las cenizas en los lugares disponibles para este fin.

2.4.1.3.3. Plantas Fitorremediadoras

Delgadillo- López (2011) indica que los pastos son el género más adecuado para la fitorremediación de formas orgánicas e inorgánicas de metales, por su hábitat de crecimiento y adaptabilidad a una variedad de condiciones edáficas y climáticas.
ArgenBio (2007), indica que se conocen unas 400 especies que pueden acumular selectivamente alguna sustancia. La mayoría son muy conocidas, como el girasol (para el uranio) y el álamo (para el níquel, cadmio y zinc), dentro de una lista donde están también la alfalfa, la mostaza, el fréjol, el tomate, el zapallo y el sauce. El futuro es promisorio, ya que se espera que con la ingeniería genética se pueda mejorar la capacidad de estas plantas y transformar a otras en "limpiadoras a medida" para cada una de las situaciones.

2.4.1.3.4. Fréjol (*Phaseolus vulgaris)*como fitorremediación.

Mentaberry (2011), señala que al ser una planta leguminosa, permite fijar nitrógeno y enriquecer el suelo en compuestos nitrogenados, además cumple con ciertas características como: tener una alta tasa de crecimiento, producir un gran volumen de biomasa y tolerar altas concentraciones de metales en las partes cosechables.

Debouck (2000), referente a las partes del fréjol:

Raíz.- El fréjol posee una raíz principal, numerosas raicillas laterales, algunas de las cuales se desarrolla tanto como ella.
Tallo.- El tallo puede ser identificado por el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos
Hojas.- Las hojas son de los tipos: simples y compuestas, están insertadas en el nódulo del tallo y las ramas, en dichos nudos siempre se encuentran estipulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas.

Inflorescencia.- La inflorescencia puede ser axilar o terminal. Desde el punto de vista botánico se considera racimo de racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios.

Fenología del Fréjol (*Phaseolus vulgaris)*

Fernández et al.(2006), al determinar la fenología del fréjol, menciona las siguientes etapas:

Germinación.- El proceso de germinación empieza cuando la semilla que se ha sembrado absorbe agua y se hincha. Por lo tanto, el primer riego es el que se debe considerar como día de siembra.

Emergencia.- Se inicia cuando los cotiledones del 50% de las plántulas del cultivo aparecen al nivel del suelo.

Aparición de Hojas primarias.- Esta etapa se inicia cuando estén desplegadas las hojas primarias del 50%de las plan tas del cultivo. Las hojas primarias son simples (unifoliadas) y opuestas (ambas colocadas en el mismo nudo, el segundo del tallo principal).

Primera hoja trifoliada.- Esta etapa se inicia al desplegarse la primera hoja trifoliada en el 50% de las plantas del cultivo, En esta etapa, tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el peciolo de esta última son todavía cortos; al comienzo de ella, la primera hoja trifoliada se encuentra debajo de las hojas primarias.

Prefloración.- Comienza la fase reproductiva, se inicia cuando en el 50% de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimo según sea el hábito de crecimiento.

Floración.- Cuando está abierta la primera flor en el 50% de las plantas del cultivo, se ha iniciado la etapa, la primera flor abierta corresponde al primer botón formado.

2.4.2. Impacto de la Curtiembre

Todos los contaminantes de la curtición tiene un impacto sobre el suelo, pero los mas importante son el cromo, que puede alterar en algunos casos el crecimiento y desarrollo de los cultivos; que altera el índice de absorción de sodio (Chávez, 2010).

2.4.2.1. Metales pesados en el suelo

Sierra (2006) indica que los metales pesados contribuyen fuertemente a la contaminación ambiental, la cantidad de metales disponibles en el suelo está en función del pH, el contenido de arcillas, contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y otras propiedades que las hacen únicas en términos de manejo de la contaminación.

Estos contaminantes pueden alcanzar niveles de concentración que provocan efectos negativos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como: reducción del contenido de materia orgánica, disminución de nutrimentos, variación del pH generando suelos ácidos, amplias fluctuaciones en la temperatura, efectos adversos en el número, diversidad y actividad en los microorganismos de la rizósfera, dificultan el crecimiento de una cubierta vegetal protectora favoreciendo la aridez, erosión del suelo, y la dispersión de los contaminantes hacia zonas y acuíferos adyacentes y como consecuencia aumenta la vulnerabilidad de la planta al ataque por insectos, plagas y enfermedades, afectando su desarrollo (Zhang , 2000).

Cuando el contenido de metales pesados en el suelo alcanzan niveles que rebasan los límites máximos permitidos causan efectos inmediatos como inhibición del crecimiento normal y el desarrollo de las plantas, y un disturbio funcional en otros componentes del ambiente así como la disminución de las poblaciones microbianas del suelo, el término que se usa o se emplea es “polución de suelos” (Martín, 2000).

Ortega- Ortiz(2010), indica que los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías:

A. Quedan retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la solución del suelo o bien fijados por procesos de adsorción y precipitación.

B. Son absorbidos por las plantas e incorporados a las cadenas tróficas.

C. Se volatilizan a la atmósfera.

D. Pueden contaminar a las aguas superficiales o subterráneas.

2.4.2.2. Cromo

Rosa et al.,(2009).El cromo es un metal pesado que no se halla libre en la naturaleza, pero si combinado. Es un elemento natural que está presente en rocas, suelos, aguas, plantas y

animales, el cromo trivalente, por ejemplo, es un mineral que se encuentra abundantemente en frutas, verduras, productos lácteos, carnes y, en un menor grado, la cerveza y el vino.

Existen referencias sobre el cromo, que indican que es un metal pesado que funciona químicamente con distintos estados de oxidación: bivalente, trivalente y hexavalente, siendo este último de gran importancia por su alto poder tóxico. El cromo (II) es inestable y se oxida rapidamente al cromo (III), que en los seres humanos promueve la acción de la insulina; el cromo metálico, o cromo (0), al carecer de actividad biológica y debido a su alta reactividad, no se encuentra libre en la naturaleza, mientras que los derivados del cromo (VI) (cromatos y dicromatos), usualmente son de origen antropogénico.

Contaminación de Cromo

El cromo ha sido ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones industriales, que incluyen la conservación de la madera, el refinado de petróleo y el curtido de cueros, Barnhart (1997).

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que esta sea lo suficientemente baja como para no causar daño. Pero cuando la cantidad de cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de cromo por los cultivos. (Martin, 2000).

2.4.2.3. Efectos del Cromo en las plantas.

Elevadas concentraciones de cromo puede provocar reducción en el crecimiento y productividad de las plantas relacionado con alteraciones nutricionales, tanto de absorción como de translocación de diversos elementos esenciales. (Gunse Forcadell, 1987).

2.4.2.4. Efectos del Cromo en las personas.

Según Chávez (2010), indica que los diversos compuestos de cromo representan una gran amenaza al ambiente y hombre debido a sus efectos nocivos. Las intoxicaciones se manifiestan en lesiones renales, gastrointestinales, del hígado del riñón, de la glándula de la tiroides y la medula ósea.

2.4.2.5. Niveles permisibles de Cromo.

Según el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente promulgado en el año 2003, en el Libro VI de Calidad Ambiental , Anexo 2 de la Norma de Calidad Ambiental del recurso Suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, en lo referente a calidad del suelo indica que son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo, en donde el límite permisible de cromo es 20 mg/Kg.

2.4. HIPÓTESIS

La aplicación de abonos orgánicos, como alternativa de remediación, permite la disminución de concentración de cromo en la capa arable de los suelos contaminados por carnaza..

2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

- **Variable independiente:** Aplicación de abonos orgánicos
- **Variable dependiente:** Concentración de cromo en la capa arable del suelo
- **Unidad de observación:** Propiedad del Sr. Jaime Quinapanta sector de Quillán Loma de la parroquia Izamba, cantón Ambato, provincia Tungurahua

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizó fue *"in situ",* éste tipo de investigación permitió observar el comportamiento de los suelos con la aplicación de dos abonos orgánicos: humus y compost; además de el comportamiento fenológico del fréjol *(Phaseolus vulgaris);* para verificar la extracción de concentración de cromo en el suelo apoyándose con análisis de laboratorio.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue exploratoria ya que uno de los objetivos fue evaluar la capacidad de extracción de cromo; descriptiva a cada uno de los procesos y los resultados en la utilización de alternativas de remediación, es correlacional ya que se estudió la relación que existe entre la aplicación de abono orgánico en el cultivo de fréjol *(Phaseolus vulgaris)* y la variable extracción de cromo en los suelos, con la finalidad de explicar el comportamiento de cada variable, así pues en este trabajo se explica cómo actúa cada alternativa de remediación.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Operacionalización de la variable dependiente

TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

	VARIABLE DEPENDIENTE: Concentración de cromo en la capa arable del suelo				
CONCEPTUALIZACIÓN	***CATEGORIAS***	***INDICADORES***	***INDICE***	***ITEMS BÁSICOS***	***TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN***
Es la presencia de cromo en el suelo agrícolas fuera de los niveles permisibles según el TULSMA.	*Niveles de Cromo en el suelo*	Muestra de suelo	Niveles permisibles	¿El suelo tiene los niveles permisibles de cromo?	Investigación experimental
	Rendimiento del cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris)	Días a la emergencia	Días	¿En cuántos días emerge esta especie ?	Investigación de campo
		Floración	Días	¿A los cuántos días florece la planta ?	
		Altura de planta	Centímetros	¿Cuál será la altura de planta?	
		Longitud radicular	Centímetros	¿Cuál será la longitud de raíz?	

Elaborado por: Laura Quinapanta, (2015).

3.3.2. Operacionalización de la variable independiente

TABLA 3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de abonos orgánicos				
CONCEPTUALIZACIÓN	***CATEGORIAS***	***INDICADORES***	***ITEMS BÁSICOS***	***TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN***
Es una alternativa ecológica *in situ* para recuperar suelos contaminados.	*Abono Orgánico*	Disponibilidad y acceso a las abonos orgánicos	¿Están a disposición de los agricultores los abonos a utilizar?	Investigación de campo
		Extracción de cromo	¿El abono orgánico permite mayor extracción de cromo?	
	Especie Vegetal	Especie de mayor adaptabilidad	¿Cuál especie que se adapta de mejor manera al lugar?	

Elaborado por: Laura Quinapanta, (2015).

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.4.1. Ubicación del Ensayo

El lugar del ensayo fue ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Izamba, Sector Quillán Loma, en la propiedad del Sr. Jaime Quinapanta.

3.4.2. Caracterización del Lugar

3.4.2.1. Suelo

Según SIDENOR (2015), en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Izamba 2015, indica que el 38.59 % de los suelos corresponden al Orden de los Inceptisoles, de Cangahua dura a 20cm de profundidad con costra de carbonato, suelo arenoso, negro, arena fina a media.

3.4.2.2. Clima

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Izamba, manifiesta que el sistema climático de la Parroquia de Izamba está definido entre ecuatorial mesotérmico seco y ecuatorial mesotérmico semihúmedo, con precipitación que varía entre los 250 a 750 mm y una temperatura que oscila entre los 10 a 16° C.(SIDENOR, 2015)

3.4.3. Metodología Utilizada

3.4.3.1. Toma de muestra

Se realizaron en dos etapas con el fin de que la muestra sea enviada al laboratorio y conocer la cantidad de cromo. La primera toma de muestra se realiza antes de iniciar la etapa experimental de campo mediante el recorrido en forma de cuadrícula obteniendo una submuestra de cada parcela, así con la ayuda de una pala se procedió a limpiar la parte superficial despojando el rastrojo, a continuación efectuamos cortes hasta unos 15-20 cm de profundidad de la capa arable, haciendo un hoyo en forma de V y desechándola, luego una segunda pala de 3 cm de grosor, eliminando los extremos, hasta obtener una muestra

total aproximada de 500 g. Embalamos, etiquetamos y enviamos al laboratorio. En la segunda toma de muestras se utilizó la misma metodología una vez terminado el ensayo, siendo los análisis individuales de cada parcela.

3.4.3.2. Aplicación de Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos se aplicaron en el terreno libre de malezas; aplicando humus y compost en cantidades como se indica en la tabla 4, los mismos que fueron abonos garantizados adquiridos de la casa comercial Biosa.

3.4.3.3. Preparación de Terreno

Una vez incorporado la materia orgánica se realizaron los surcos manualmente a una distancia de 0,80 cm entre surcos y a 2 m entre canteros, obteniendo así 8 surcos en cada parcela demostrativa.

3.4.3.4. Riego

El sistema de riego utilizado fue por inundación, siendo el primer riego un día antes la siembra, el resto de los riegos se aplicó periódicamente cada 15 días, como está los horarios establecido por la junta de Agua Latacunga Salcedo- Ambato, con el fin de mantener la humedad suficiente para que no se reseque, endurezca el suelo y se marchiten las plantas.

3.4.3.5. Siembra de Fréjol

La semilla utilizada fue el fréjol (*Phaseolus vulgaris*) (algarrobo), se sembró una semilla cada 30 cm entre planta y planta, utilizando un total de 6 semillas por surco y 48 semillas en cada parcela demostrativa.

3.4.3.6. Deshierbe

Esta labor se realizó cuando la planta tenía alrededor de 5 a 7 hojas verdaderas, actividad que se realizó manualmente con la ayuda de una azadón, las malas hierbas fueron

arrancadas cuando aún no habían alcanzado su madurez fisiológica y su sistema radicular era pequeño, para que no sufriera afectaciones el cultivo debido a competencia por nutrientes.

3.4.4. Toma de datos

3.4.4.1. Presencia de cromo en el suelo

La toma de datos para la presencia de cromo en el suelo se realizó en dos etapas. La primera etapa se realizó antes de iniciar el trabajo de campo en donde se envió la primera muestra al laboratorio de la parcela neta. La segunda toma de muestras se efectuó de cada parcela cuando las plantas habían florecido y la parte foliar desarrollado, luego de un promedio de 80 días, para identificar la presencia de cromo en el suelo luego de los tratamientos aplicados.

3.4.4.2. Días a la emergencia

Se contabilizó los días a partir de la siembra hasta cuando los cotiledones eran visibles a nivel del suelo, este dato se tomó cuando el 70 % de semilla sembrada había emergido, es decir 34 plántulas del total de siembra.

3.4.4.3. Días a la floración

Para días a la floración se procedió a tomar 10 plantas elegidas al azar de la parcela; para la toma de este dato se hizo referencia los días desde cuando se sembró hasta cuando el 70 % de plantas tuvieron al menos 15 flores abiertas.

3.4.4.4. Altura de planta

La altura de la planta se tomó de las diez plantas elegidas al azar, de cada parcela, al mismo tiempo que habían florecido; desde la base del suelo hasta el ápice de la planta, con la ayuda de una cinta métrica. Los datos son expresados en metros.

3.4.4.5. Longitud de la raíz

La longitud de raíz se determinó con la ayuda de una regla, se tomó desde la base del tallo hasta los pelos absorbentes, esta actividad se realizó simultáneamente con la toma de datos de altura de la planta y días a la floración de las mismas 10 plantas elegidas al azar por tratamiento.

3.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.5.1. Factores de estudio

1) Dosis de Humus

H1=0.5Kg/m2

H2=1 Kg/m2

2) Dosis de Compost

C1=0.5 Kg/m2

C2=1 Kg/m2

3.5.2. Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó el Diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 2X2+1 en 3 repeticiones .

3.5.3. Tratamientos

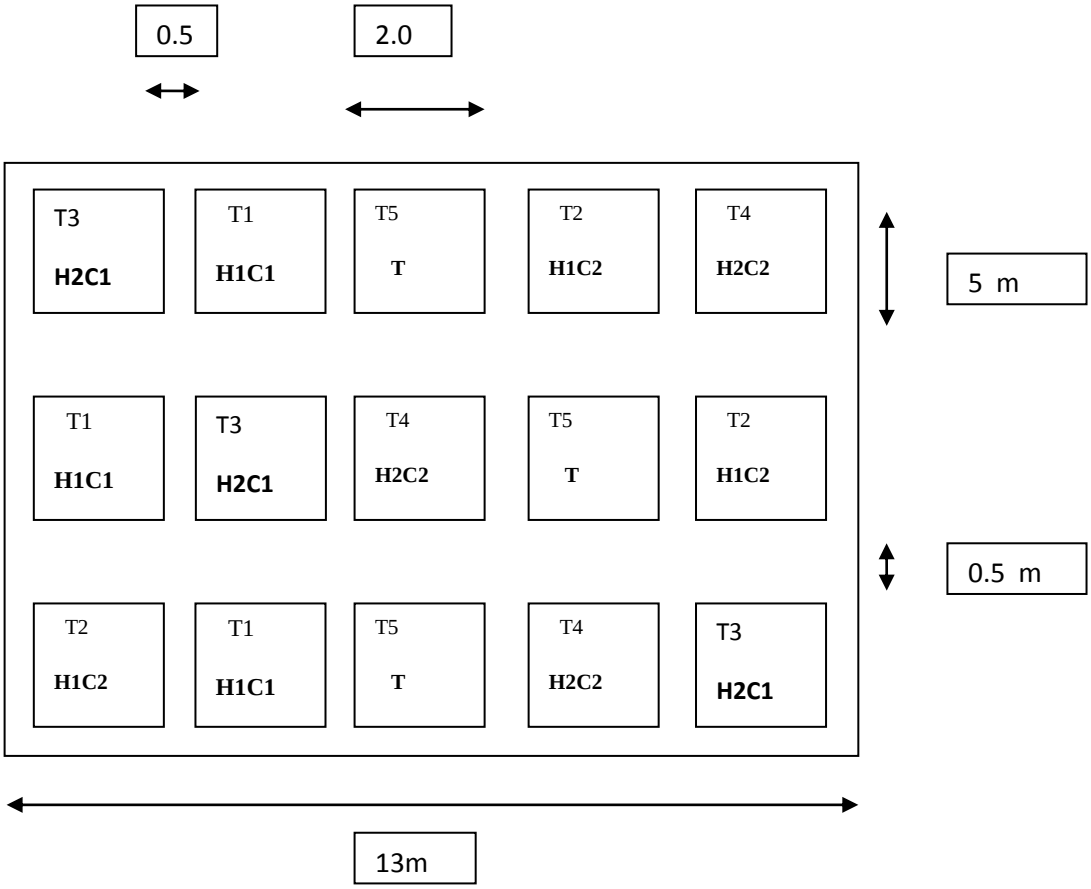
Los tratamientos se describen en la tabla 4, que resultan de la combinación de los factores de estudio.

TABLA 4: TRATAMIENTOS

N° TR	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	H1C1	Humus 0,5 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2,*en* suelo contaminado
T2	H1C2	Humus 0,5 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2,*en* suelo contaminado
T3	H2C1	Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2, en suelo contaminado
T4	H2C2	Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2,*en* suelo contaminado
T5	TESTIGO ABSOLUTO	*En el* suelo contaminado con cromo

3.5.4. Diseño o Esquema de campo

3.5.4.1. Plano



3.5.4.2. Memoria

Características de las parcelas	
Área de parcelas	10 m^2
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	5
Área total de los parcelas	150 m^2
Distancia entre parcelas	0.50 m
Distancia entre caminos	0.50 m
Área de caminos	71 m^2
Área total	221 m^2

3.5.5. Análisis Estadístico.

Luego de obtener los datos se procedió a tabular mediante el paquete estadístico Infostat, a fin de sustentar apropiadamente los resultados, en donde la información obtenida fue comparada con bibliografía relacionada a las alternativas de remediación de suelos contaminados con cromo y la aceptación o rechazo de la hipótesis de investigación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el cálculo de varianza se efectúo la tabulación de los datos en las variables contenido de cromo; y datos fisiológicos del fréjol (*Phaseolus vulgaris*) como: días a la emergencia; días a la floración*;* altura de planta a la floración y longitud de raíz a la floración.

4.1.1. Contenido de Cromo en el suelo

En el anexo 1, se presentan datos del contenido de cromo en el suelo luego de haber aplicado las dosis indicadas de humus y compost en el suelo; se observan valores que varían desde 29,56 mg/Kg en el tratamiento de H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) hasta 82,51 mg/Kg en el tratamiento T (testigo absoluto).

En la tabla 5, análisis de varianza para contenido de cromo en el suelo, se puede observar alta significación encontrando diferencias estadísticas al 1 % para las fuentes de variación: tratamientos, dosis H, testigo versus resto; a nivel de 5% para la de fuente de variación Dosis C. El coeficiente de variación es 4,47.

TABLA 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE CROMO EN EL SUELO

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	
Repeticiones	2	26,79	13,4	2,9	ns
Tratamientos	4	5538,41	1384	309,02	**
Dosis H	1	873,98	873,98	195,08	**
Dosis C	1	27,51	27,51	6,14	*
HxC	1	11,78	11,78	2,63	ns
T vs Resto	1	4625,13	4625,13	1032,26	**
Error	8	35,84	4,48		
Total	14	5601,04			

C.V. (%) 4,47

ns No Significativo

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Aplicando la prueba de Tukey al 5 %, para factor dosis de H en la variable contenido de Cromo en el suelo (tabla 6) se reportó menor contenido de cromo en la dosis H2 (1Kg/m2), en dosis adecuada el humus aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas a las plantas.

TABLA 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN CONTENIDO DE CROMO EN EL SUELO

Dosis H	Medias (mg/Kg)	Rangos de significación
H2	30,08	A
H1	47,15	B

En la tabla 7, se presenta la prueba de significación de Tukey al 5 %, para tratamientos en la evaluación de contenido de cromo, se registran cuatro rangos de significación. En donde el tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) reportó menor contenido de cromo en el suelo, en cambio el tratamiento en el que se reportó mayor contenido de cromo fue T (Testigo absoluto).

TABLA 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN CONTENIDO DE CROMO

Tratamiento	Medias (mg/Kg)	Rangos de significación
H2C2	29,56	A
H2C1	30,60	B
H1C2	44,64	B
H1C1	49,65	C
T	82,51	D

La variable contenido de cromo fue influenciada por el tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) al reportar el 29,56 mg/Kg de contenido de cromo, de un valor inicial de 99, 47 mg/Kg.

TABLA 8. CONTENIDO INICIAL Y FINAL DE CROMO EN EL SUELO

Tratamiento	Valor Inicial (mg/Kg)	Valor Final (mg/Kg)	Diferencia (mg/Kg)	% de Cambio
H2C2	99,47	29,56	69,91	70,29
H2C1	99,47	30,60	68,87	69,23
H1C2	99,47	44,64	54,83	55,12
H1C1	99,47	49,65	49,82	50,08
T	99,47	82,51	16,96	17,05

Coincidiendo con Peña Méndez et al., (2004) en donde indica que el humus puede ser usado para remover metales pesados (Fe, Ni, Hg, Cd y Cr) formando complejos solubles en el agua.

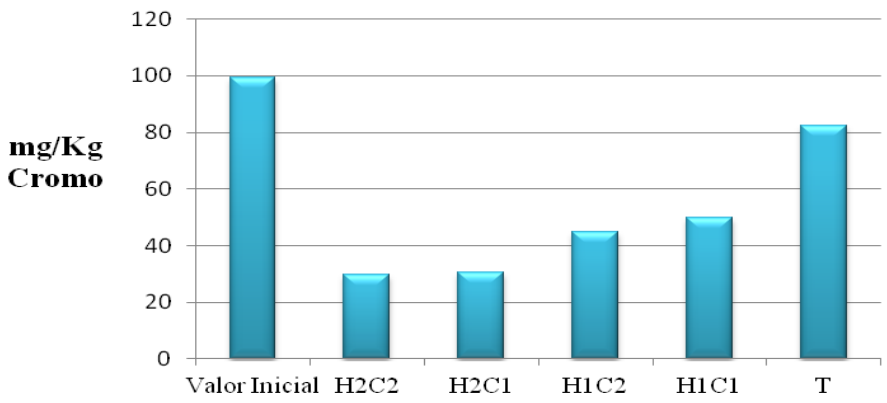


Figura 2. Contenido de Cromo Total en el suelo, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

Los iones CrO4 2- es la forma más móvil de Cr (VI) en los suelos con pH > 6, estas especies pueden ser tomadas por las plantas o fácilmente lixiviadas, a través del perfil del suelo, hasta los cuerpos de agua. (Handa, 1998).

Muchos reportes en la literatura muestran que el material orgánico humificado presente en el suelo tiene la capacidad de reducir fácilmente el Cr (VI), independientemente del pH del suelo, mientras que, la materia orgánica fresca en suelos, como el estiércol de vaca, tiene una influencia más limitada en la reducción del cromo, James y Bartlett(1994).

Álvarez. et al.,(1998) indica que el uso de Humus permite el equilibrio de las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica nitrogenada facilitando la absorción de los elementos nutritivos, por parte

de las plantas, además solubiliza ciertos minerales con lo cual moviliza los nutrientes hacia las plantas. Mentanberry (2011) indican que a mayor concentración de materia orgánica (humus), retienen más agua y tienen más sitios de unión para iones (cationes) estos pueden unir mayor cantidad de contaminantes hidrofóbico, la biodisponibilidad de los contaminantes iónicos está afectada por el pH del suelo.

4.1.2. Días a la Emergencia

En el anexo 2, se presenta los días a la emergencia; donde se observan valores que van desde ocho días en el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) hasta catorce días en el tratamiento T (testigo absoluto).

En la tabla 9, se reporta el análisis de varianza para días a la emergencia, se puede observar que existe alta significación estadística al 1%, para las fuentes de variación Tratamientos, Dosis H, Dosis HxDosis C y Testigo versus Resto de tratamientos. El coeficiente de variación es de 12,82 %.

TABLA 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	
Repeticiones	2	0,093	0,47	0,26	ns
Tratamientos	4	68,40	17,10	9,50	**
Dosis H	1	161,33	161,33	89,62	**
Dosis C	1	1,33	1,33	0,73	ns
HxC	1	56,33	56,33	31,29	**
T vs Resto	1	38,40	38,40	21,33	**
Error	8	14,40	1,80		
Total	14	44,10			

C.V. (%) 12,82

ns No Significativo

** Significativo al 1 %

Aplicando la prueba de Tukey al 5 %, para factor dosis de H en la variable días a la emergencia (tabla 10) se reportó menor número de días a la emergencia en la dosis H2 (1Kg/m2), coincidiendo con Lombricultura Pachamama (2003), en donde se indica que existen resultados óptimos en emergencia con la utilización de 1 Kg/m2 de humus, debido

a que presenta un tamaño de partículas pequeñas, baja plasticidad y cohesión, hacen del humus un excelente sustrato de germinación, ya que cumple con los requisitos para que en él, las semillas germinen y emerjan sin encontrar a su paso barreras mecánicas que eviten o retrasen su salida a la superficie.

TABLA 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN DIAS A LA EMERGENCIA

Dosis H	Medias (Día)	Rangos de significación
H2	8	A
H1	11	B

En la tabla11, se presenta la prueba de significación de Tukey al 5 %, para tratamientos en la evaluación días a la emergencia, se registran cinco rangos de significación. En donde el tratamiento H2C1(Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) reporta menor número de días a la emergencia, en cambio el tratamiento en el que se reporta mayor número de días a la emergencia es T (Testigo absoluto).

TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN DÍAS A LA EMERGENCIA.

Tratamiento	Medias (Días)	Rangos de significación
H2C1	8	A
H2C2	9	BC
H1C2	11	BC
H1C1	12	C
T	14	D

La variable días a la emergencia fue influenciada por el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2), al presentar 8 días a la emergencia, seguido del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) al presentar 9 días a la emergencia. Coincide con señalado por Pérez (2011), donde se evaluó el efecto de fórmulas de sustratos a base de un 70 % de humus de lombriz, en la calidad de plantines de lechuga Lactuca sativa L. cv. Winterhaven y repollo Brassica oleracea var capitata, quien determinó que el humus de

lombriz otorga cierta precocidad en la emergencia y producción al estado de 3-4 hojas verdaderas.

4.1.3. Días a la Floración

En el anexo 3, se presenta días a la floración después de la siembra; en el que se observan valores que van desde 71 días a la floración en el tratamiento de H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) hasta 89 días en el tratamiento T (testigo absoluto).

En la tabla12, análisis de varianza para días a la floración, se observa alta significación, encontrando diferencias estadísticas al 1 % para la fuente de variación Tratamientos, Dosis H, Dosis H x Dosis C y Testigo versus Resto de tratamientos. El coeficiente de variación es de 1,18 %.

TABLA 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA FLORACIÓN

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	
Repeticiones	2	2,80	1,40	1,31	ns
Tratamientos	4	635,07	158,77	148,84	**
Dosis H	1	161,33	161,33	150,76	**
Dosis C	1	1,33	1,33	1,24	ns
HxC	1	56,33	56,33	52,64	**
T vs Resto	1	416,07	416,07	390,06	**
Error	8	1,07			
Total	14	646,40			

C.V. (%) 1,18

ns No Significativo

** Significativo al 1 %

Aplicando la prueba de Tukey al 5 %, para factor dosis de H en la variable días a la floración (tabla 13) se reportó menor número de días a la floración en la dosis H2 (1Kg/m2), coincidiendo con Dumes (2013), al analizar precocidad en la floración se pudo observar que el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento donde se utilizó la mayor dosis de humus.

TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN DIAS A LA FLORACION

Dosis H	Medias (Día)	Rangos de significación
H2	73,50	A
H1	80,83	B

En la tabla 14, se presenta la prueba de significación de Tukey al 5 %, para tratamientos en la evaluación días a la floración, se registran cinco rangos de significación. En donde el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) reporta menor número de días la floración, en cambio el tratamiento en el que se reporta mayor número de días a la floración es T (Testigo absoluto).

TABLA 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN DÍAS A LA FLORACIÓN

Tratamiento	Medias (Días)	Rangos de significación
H2C1	71	A
H2C2	76	B
H1C2	79	C
H1C1	83	D
T	89	E

La variable días a la floración fue influenciada por el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2), al presentar 71 días a la floración, seguido del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) al presentar 76 días a la floración. Coincidiendo con Funes (1997) quien plantea que el efecto favorable que causa el humus de lombriz en el suelo y que repercute en el rendimiento de los cultivos, se debe no solo a los aportes de nutrientes y materia orgánica que se logran con su adición, sino también la cantidad de microorganismos, enzimas y sustancias estimuladoras en general que se añaden con este bioabono. Caballero et al., (2001) indica que existe una estrecha relación en cuanto a follaje y número de inflorescencia es decir entre mayor sea el área foliar mayor capacidad de entrenudos y por lo tanto mayor va a ser el numero de inflorescencia.

4.1.4. Altura de la Planta

En el anexo 4, se presentan datos de la altura de la planta a la floración; en el que se observan valores que varían desde 33 cm en el tratamiento de T (testigo absoluto) hasta 47 cm en el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2).

En la tabla 15, análisis de varianza para altura de planta, se puede observar alta significación encontrando diferencias estadísticas al 1 % para la fuente de variación: tratamientos, dosis H, testigo versus resto, no significativo en el resto de fuentes de variación. El coeficiente de variación es 5,52%.

TABLA 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	
Repeticiones	2	10,80	5,40	1,05	ns
Tratamientos	4	345,60	86,40	16,78	**
Dosis H	1	102,08	102,08	19,81	**
Dosis C	1	14,08	14,08	2,74	ns
HxC	1	24,08	24,08	4,68	ns
T vs Resto	1	205,35	205,35	39,87	**
Error	8	41,20	5,15		
Total	14	397,60			

C.V. (%) 5,62

ns No Significativo

** Significativo al 1 %

Aplicando la prueba de Tukey al 5 %, para factor dosis de H en la variable altura de planta (tabla 16) se reportó mayor altura en la dosis H2 (1Kg/m2), coincidiendo con Dumes (2013), en donde se observó que los mejores resultados, se lograron para los tratamientos, donde utilizó el Humus de Lombriz a 3 Kg. / m2 con resultados de una altura de 37.13cm, ya que éste actúa en la zona rizosférica de las plantas de frejol y en el follaje, lo que con su acción influye marcadamente sobre el crecimiento y el desarrollo de este cultivo, y en la obtención de plantas con mayor calidad.

TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN ALTURA DE LA PLANTA

Dosis H	Medias (cm)	Rangos de significación
H2	39,00	A
H1	47,00	B

En la tabla 17, se presenta la prueba de significación de Tukey al 5 %, para tratamientos en altura de la planta, se registran cuatro rangos de significación. En donde el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) reporta mayor altura en la planta, en cambio el tratamiento en el que se reporta menor altura es T (Testigo absoluto).

TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN ALTURA DE LA PLANTA

Tratamiento	Medias (cm)	Rangos de significación
H2C1	47,00	A
H2C2	42,00	B
H1C2	39,00	BC
H1C1	39,00	C
T	33,00	D

La variable altura de planta fue influenciada por el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) al ubicarse en el primer rango reportando 47 cm en la altura, seguido del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) reportando 42 cm de altura de planta. Lo cual coincide con Bashan et al. (2004), quién planteó, al referirse a los abonos orgánicos, que estos productos son bioestimulantes de procesos fisiológicos de las plantas tales como el crecimiento y desarrollo, en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Así mismo Canellas y Facanha (2004), indica que el uso del humus de lombriz en cultivos agrícolas, hace que las plantas tengan un elevado contenido de carbohidratos estructurales y materia orgánica que confiere una mejor estructura a nivel de porosidad del sustrato, a su vez sirve de sostén para la planta, lo que permite el intercambio de aire, facilita la absorción de agua favoreciendo la obtención de nutrientes y en consecuencia, el crecimiento del fréjol. En tanto referente a el uso de fréjol como planta

fitorremediadora Gunse Forcadell (1987) indica que elevadas concentraciones de cromo puede provocar reducción en el crecimiento y productividad de las plantas relacionado con alteraciones nutricionales, tanto de absorción como de translocación de diversos elementos esenciales.

4.1.5. Longitud de Raíz

En el anexo 5, se presentan datos de la longitud de raíz a la floración; en el que se observan valores que varían desde 7 cm en el tratamiento de T (testigo absoluto) hasta 23 cm en el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2).

En la tabla 18, análisis de varianza para longitud de raíz, se puede observar significación encontrando diferencias estadísticas al 1 % para la fuente de variación: tratamientos, dosis H y testigo versus resto, para las demás fuentes de variación no existe significación. El coeficiente de variación es 10,15%.

TABLA 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE RAIZ

F de V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medio	F calculado	
Repeticiones	2	15,60	7,80	2,56	ns
Tratamientos	4	363,40	90,60	29,70	**
Dosis H	1	126,75	126,75	123,7	**
Dosis C	1	4,08	4,08	1,34	ns
HxC	1	18,75	18,75	4,78	ns
T vs Resto	1	212,82	212,82	69,78	**
Error	8	24,40	03,05		
Total	14	402,40			

C.V. (%) 10,15

ns No Significativo

** Significativo al 1 %

Aplicando la prueba de Tukey al 5 %, para factor dosis de H en la variable longitud de raíz (tabla 19) se reportó mayor longitud en la dosis H2 (1Kg/m2), coincide con Portalforestal (2015), en donde indica la acción de compost tiene efectos sobre las plantas en crecimiento, ya que en una primera etapa aumentaría la tasa mitótica del tejido radicular para en una segunda favorecer en forma clara el desarrollo de raíces con lo cual las plantas

se encuentran mejor preparadas para resistir dentro de ciertos rangos, los efectos depresivos del crecimiento causado por un insuficiente contenido de humedad en el suelo.

TABLA 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DOSIS H EN LONGITUD DE RAIZ

Dosis H	Medias (cm)	Rangos de significación
H2	22,00	A
H1	16,00	B

En la tabla 20, se presenta la prueba de significación de Tukey al 5 %, para tratamientos en la evaluación de longitud de raíz, se registran cuatro rangos de significación. En donde los tratamientos: H2C1(Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) Y H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2)reportaron mayor longitud de raíz, en cambio el tratamiento en el que se reporto menor longitud de raíz fue T (Testigo absoluto).

TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LONGITUD DE RAIZ

Tratamiento	Medias (cm)	Rangos de significación
H2C1	23,00	A
H2C2	22,00	AB
H1C2	17,00	BC
H1C1	14,00	CD
T	10	D

La variable longitud de raíz fue influenciada por el tratamiento H2C1(Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) ubicándose en el primer rango reportando el 23 cm de longitud, seguido del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) al reportar el 22 cm de longitud de raíz. Según lo expuesto por Pupiro, L. et al. (2004) quien describe al humus rico en enzimas y fitohormonas que regulan y estimulan el crecimiento de cada uno de sus órganos, posee macro y microelementos en cantidades cinco veces superiores a de cualquier terreno fértil, mejora las propiedades físico químicos y biológicas del suelo, favorece la asimilación inmediata de los nutrientes minerales por las plantas, además de

permitir la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminución de la compactación del suelo.

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en el estudio de la aplicación de abonos orgánicos como alternativa de remediación, que permiten la disminución de concentración de cromo en la capa arable de los suelos contaminados por carnaza, aceptamos la hipótesis, por cuanto en la variable contenido de Cromo en el suelo después de la aplicación de humus y compost disminuyó en un 70,29 % de su contenido inicial, siendo el mejor tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2); a su vez los datos fisiológicos obtenidos de la planta de fréjol (*Phaseolus vulgaris)* tomados en las variables días a la emergencia, días a la floración. altura de la planta y longitud de raíz fue influenciado por el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

A. Se determinó que los niveles de cromo presentes en el suelo contaminado por carnaza es de 99,47 mg/Kg, superando así el límite permisible de 20 mg/Kg establecido en el país según el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

B. Con la aplicación del tratamiento H2C2 (Humus 1 Kg/m2; Compost 1 Kg/m2) para el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en suelos contaminados por carnaza, observamos que disminuyó un 70.29 %, reportando un valor final de 29,56 mg/Kg; en tanto que en el Testigo absoluto hubo una disminución de 17,05 %.

C. En lo referente datos fisiológicos del fréjol *(Pheseolus vulgaris)* obtuvimos que en días a la emergencia, tuvo mejor efecto el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2), al presentar 8 días a la emergencia.

D. En la variable días a la floración presentó un óptimo resultado el tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) al ser el más precoz al reportar el 71 días a la floración.

E. El tratamiento H2C1 (Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) presentó mayor altura de planta de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) al ubicarse en el primer rango con 48 cm en la altura.

F. Con la utilización del tratamiento H2C1(Humus 1 Kg/m2; Compost 0,5 Kg/m2) se obtuvo mayor longitud de raíz, ubicándose en el primer rango reportando 23cm de longitud.

5.2. RECOMENDACIONES

A. La utilización de abonos orgánicos (1 Kg/m 2 de humus y 1Kg/m2 de compost), para la extracción de cromo del suelo agrícola contaminado, representan una alternativa eficaz, aplicable para los agricultores de la zona y de bajo costo, contribuyendo a la recuperación de suelos productivos.

B. La práctica de utilización de carnaza para la producción de hortalizas debe ser eliminado por parte de los agricultores, puesto que conlleva a daños irremediables tanto al suelo, al productor como al consumidor final.

C. Realizar investigaciones en las cuales se lleve un seguimiento de otros métodos de biorremediación, en donde se permita determinar el porcentaje de disminución de cromo en el suelo, mismo que debe estar dentro de los rangos permisibles según el TULSMA que aplica en nuestro país.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: “Utilización de Humus y Compost para la extracción de cromo en la capa arable de los suelos agrícolas”.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La investigación se basó en el proyecto elaborado por Bonilla (2013), en su estudio realizado en Quito sobre los tratamientos de bioremediación de los suelos contaminados con plomo, utilizando el método de fitorremediación determinó que las plantas germinadas con abono, presenta mayores absorciones de metal a los 20 días de exposición para el amaranto, mientras que al transcurrir el tiempo la alfalfa y la acelga presentan mayores valores de absorción, por lo que se necesita realizar tres cultivos consecutivos de amaranto para obtener la absorción de metal producida por alfalfa y acelga.

Tomando como referencia a Muso (2012**)**, se profundiza que en el estudio en la determinación de la capacidad fitorremediadora de cadmio con camacho (*Xanthosoma undipes Koch)* Especie vegetal nativa en el área de influencia de Petroecuador en el distrito amazónico, en donde se concluye que las especies vegetales requirieron al menos 60 días para empezar a traslocar el metal pesado a los órganos de su parte aérea. Sin embargo no se asegura que pasado los 130 días de exposición al metal pesado las plantas llegaron al límite de tras locación del cadmio hacia la parte aérea.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La recuperación de suelos contaminados mediante métodos físicos o químicos es generalmente rápida pero cara, las técnicas biológicas, o biorremediación, promueven los procesos naturales y desarrollan técnicas para acelerar estos procesos en la recuperación de suelos, con un gasto financiero y tecnológico relativamente bajo.

La fitorremediación es una técnica que no es aplicada en el lugar, cuyo uso es la combinación de plantas, abonos orgánicos y prácticas agronómicas para eliminar contaminantes del medio ambiente y reducir su toxicidad, siendo hoy en día una técnica, aceptable por ser ecológica.

6.4. OBJETIVO

- Aplicar abono orgánico en dosis de 1Kg/m2 de humus y 1Kg/m2 de compost en diferentes cultivos, como una alternativa de remediación para disminuir la cantidad de cromo en los suelos agrícolas.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es factible económica y socialmente, pues se utiliza dos abonos orgánicos como son el compost y humus, muy reconocidos por sus beneficios, siendo la materia prima materiales de la misma zona y que son parte de los desechos domésticos o de la agricultura. El proyecto es factible ambientalmente, ya que se quiere controlar el uso de carnaza como abono en los suelos que ya están totalmente contaminados, así mismo trae beneficios tanto para la salud del agricultor, así como la del consumidor final.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La biorremediación de suelos contaminados puede realizarse con la ayuda de biolfiltros, biorreactores o por compostaje. También se adicionan nutrimentos para mejorar la tasa de biodegradación natural (bioestimulación) o se adicionan microorganismos más eficientes para la degradación (bioaumentación). (Lagrega, 1996).

Una de las técnicas biológicas que más atención ha recibido es la biorremediación que tiene como objetivo degradar, asimilar, metabolizar o desintoxicar metales pesados, compuestos orgánicos y compuestos radioactivos por medio de la acción combinada de plantas y microorganismos con capacidad fisiológica y bioquímica para absorber,

retener, degradar o transformar sustancias contaminantes a formas menos tóxicas (Harvey et al. 2002).

La biorremediación hace referencia al trabajo en conjunto con abonos orgánicos y microorganismos quienes se asocian con la raíz para hacer un mejor trabajo en lo q refiere a remediación. La fitorremediación es una tecnología alternativa, basada en el uso de planta in situ para disminuir la concentración o peligrosidad de ciertos productos contaminantes, como en nuestro caso el cromo, en donde las plantas realizan procesos bioquímicos de mineralización, degradación, volatilización y estabilización de los distintos tipos de químicos.

6.7. METODOLOGÍA

Preparación de Terreno

El terreno previamente preparado libre de malezas y desmenuzado, se aplica Humus de Lombriz 1 Kg/m2 y Compost 1 Kg/m2, lo incorporamos al suelo hasta que quede totalmente mezclado.

Una vez incorporado la materia orgánica se realizan los surcos que normalemente se utilizan en la zona que son de 0,5 m de ancho entre surco y surco y de 3 metros entre cantero y cantero.

Riego

El primer riego se aplica en los surcos antes de la siembra, el resto de los riegos se aplica periódicamente cada 15 días con el fin de mantener los surcos con la humedad suficiente para que no se reseque, endurezca el suelo y marchiten las plantas.

Siembra

Se puede utilizar cualquier especie forrajera o leguminosa para acelerar el proceso de extracción de cromo.

Deshierbe

Realizar a mano, las hierbas son arrancadas cuando aún no han alcanzado cierto desarrollo y su sistema radicular es pequeño, es decir, cuando aún no alcanzan más de 3 a 5 hojas, para que no exista lesiones posteriores.

Cosecha

La cosecha de las plantas se realiza cuando ha alcanzado el punto máximo de floración es decir a los 80 días después de la siembra, puesto que las plantas no son usadas con fines de comercialización o de consumo.

6.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de esta investigación estará a cargo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Se recomienda realizar la evaluación del proyecto para que los resultados sean confiables, y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país.

REFERENCIAS

Aguilar-Benítez, G., C.B. Peña-Valdivia, J.R. García-Nava, P. Ramírez-Vallejo, S.G. Benedicto-Valdés y J.D. Molina-Galán. 2012. Rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. Agrociencia, 46 (1), p. 37-50.

Álvarez, M., Rodríguez, C., Sierra, A., Vásquez, M. (1998). Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y Técnicas de estudio. Mexico. 65pp.

Araujo, I, Angulo N, Cardenas C, Méndez M, Morante M, Machado M. 2004. Biorremediación de suelos con consorcio bacteriano, compostaje y fertilización. Disponible:http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/boletin/article/view/32/32. (07.04.2016).

ArgenBio. (2007). " La biotecnología en nuestra vida cotidiana y un mundo que crece y cambia". (En línea) Disponible en: http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=427. (07.04.2016).

Bashan, Y.;Holguin, G. y De-Bashan, L.E. (2004).Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology 50: 521- 577.

Barnhart, J., 1997. Occurrence, uses, and properties of chromium. Regulatory Toxicology and Pharmacology 26, S3–S7.

Bonilla Valencia, S. (2013), " Estudio para tratamientos de biorremediación de suelos contaminados con plomo, utilizando el método de fitorremediación",(En línea) Disponible en http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4400/1/UPS-ST000985.pdf. (01.04.2014).

Buestán, M. (2012). (17 de Agosto 2012). La Contaminación incide en la Agricultura de Tungirahua. *El Comercio*. Recuperado de http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/contaminacion-incide-agricultura-tungurahua.html.

Caballero, R.; J. Gandarilla; Pérez, O.; Pacheco y M Sánchez.(2001). Efecto del humus de lombriz combinado con fertilizante mineral en el cultivo del Ají Chay. Centro Agrícola 4, año 21: 28-30.

Canellas Pasqualoto L, Facanha Rocha R. 2004. Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity. ED. Universidad Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias.

Castiblanco, O. 2004. Proyecto de capacitación en el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos en la localidad Rafael Uribe Uribe. Contrato UEL DAMA N° 18-12- 00-03. Bogotá D.C.

Castillo F., Roldan M., Blasco R., Huetas M., Caballero F., Moreno- Vivián C. & Luque- Romero. (2005). "Biotecnología ambiental". (En línea) Disponible en:http://books.google.com.ec/books. (06.04.2014).

Chávez Porras, A. (2010). "Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo". (En línea) Disponible enhttp://webapps.udem.edu.co/RevistaIngenierias/pdf. (02.04.2014).

Chilon, E. 2013. El compost altoandino como sustento de la fertilidad del suelo frente al cambio climatico. Disponible en: http://www.ibepa.org/docs/docscienciagro/Cienciagro_V2N4-2013_456-468_Chilon.pdf. (07.04.2016).

Cotopaxi Noticias. (2011). "Agua de Cutuchi y de curtiembres contaminan los sembríos en Ambato". Latacunga 2011. (En línea) Disponible en: http://www.noticiascotopaxi.com/seccion.axsp?sid=13&nid=2627. (06.12.2016).

Cueronet. (2013). "Técnica del cuero". (En línea) Disponible en: http://www.cueronet.com/tecnica/residuos.htm. (07.04.2016).

Cruz- Guzmán, M. (2007). " La contaminación de suelos y aguas su prevención con sustancias naturales". (En línea) Disponible en: http://books.google.com.ec/books. (06.04.2014).

Debouck D., Hidalro, R- (2000). Morfología de la planta común de fréjol (*Phaseolus vulgaris. L*). Cali- Colombia. 49pp.

Delgadillo- Lopez A., Gonzalez- Ramirez F., Villagomez. Ibarra J. & Acevedo Sandoval O.,(2011). "Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación". En línea) Disponible en: http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Otilio_Sando/1.pdf. (06.04.2014).

Dumes, J. (2013). " Evaluar las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (Phaseolusvulgaris l), con cuatro dosis de humus de lombriz." (En línea). Disponible: http://repositorio.uteq.edu.ec.

El Comercio. 2012. " La contaminación incide en la agricultura de Tungurahua. Disponible en http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/contaminacion-incide-agricultura-tungurahua.html. (06.12.2016).

El Heraldo. 2009. "Río Cutuchi: La contaminación continúa". Ambato Tungurahua. pag 25.

Fernandez F., Gepts P., López M. (2006). Etapas del Desarrollo del fréjol común (*Phaseolus vulgaris. L).* Cali- Colombia. 33pp.

Frers, C.(2014)." El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales". En línea) Disponible en: http://revistas.ucm.es/index.php. (06.04.2014).

Funes, F. 1997. Experiencias cubanas en Agroecología. Revista Agricultura Orgánica. 3 (2-3),: : 10-14.

Gunse Forcadell, B. 1987. Efecto del cromo sobre la nutrición y las relaciones hídricas de Phaseolus vulgaris L. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 209pp.

Gutiérrez- Gines J., Hernández A. & Pastorj. (2011). "Estudio del c omportamiento de Lolium Perenne l. en suelos del centro de España contaminados por metales pesados. (En línea) Disponible en: http://digital.csic.es/bitstream.pdf. (07.04.2014).

Handa, B. K., 1998. “Occurence and distribution of chromium in natural waters of India”. In:Nriagu, J.O., Nieboer, E. (Eds.), Chromium in Natural and Human Environments, (Wiley Interscience, New York), 189-215.

Harvey P., Campanela B., Castro P., Harms H., Lichtfouse E., Schäffner A., Smrcek S., y Werck D. (2002). Phytoremediation of polyaromatic hydrocarbons, anilines and phenols. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 9, 29-47

Infoagro. (s/f). "Cultivo de alfalfa" ". (En línea) Disponible en: http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm. (07.04.2014).

James, B.R. and Bartlett, R.J . 1994. Plant- soil interactions of chromium. Journal of Environmental Quality, vol 13, 67- 70

Jiménez T., Martínez M ., Castañeda D & Tapia A. (2009). " Efecto de pasto (*Fréjol)* inoculado con *Azospirillum sp*. en la remediación de suelo contaminado con diesel" (En línea) Disponible en http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC /TAC -22.pdf. (01.04.2014).

Joner E.J. y C. Leyval. 2003. Phytoremediation of organic pollutants using mycorrhizal plants: a new aspect of rhizosphere interactions. Agronomie, 23, p. 495–502

Kabata Pendias A., Pendias H., 2000. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. Inc. Boca Ratón. FL 365.

Labrador J, González J, Porcuna J, Reyes L. 2006.Regulación y criterios para el uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas en agricultura urbana. Rev. SEAE Zaragoza. 23-30 p.

Lagrega M. (1996). Gestión de residuos tóxicos tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Mc Graw Hill, México, 182 pp.

Loayza, J. 2006. Remoción de iones metálicos por precipitación química. Disponible en http://quimica.unmsm.edu.pe/pdf/ing: (06.04.2015).

Lombricultura Pachamama. 2003. Formas y doificaciones recomendadas para la aplicación de humus de lombriz. Disponible en: http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/dosificaciones%20recomendadas%20para%20la%20aplicacion%20del%20humus.pdf. (12.12.2016)

López, A. 1994. El biocompostaje de los residuos agroindustriales y el mejoramiento de la agricultura. Biocenosis, 11 (1), p. 21-25.

Martin, C.W. 2000. Heavy Metals Trends in Floodplain Sediments and Valley Fill. Catena 39, 53-68.

Martínez-Prado, Pérez-López, M, Pinto-Espinoza , J, Gurrola-Nevárez B , Osorio-Rodríguez, A.(2011). Biorremediación de Suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. Disponible en http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v27n3/v27n3a9.pdf (06.04.2015).

Mentaberry, A. 2011. "Fitorremediación". Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQM_fitorremediacion_argentina_2 5620.pdf.(Fecha de consulta: 04/02/2015).

Meza Cascante, L. (2014). “El paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento”. (En línea) Disponible en: http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesV4n22003/meza/pag1.ht ml (Fecha de consulta: 06.04.2014).

Moreta, M (2012). 6 de marzo del 2012."213 Locales afectan al río Ambato". *El Comercio.*

Muso Cachumba, J. (2012). "Determinación de la capacidad fitorremediadora de cadmio del Camacho(Xanthosoma undipes Koch) especie vegetal nativa en el área de influencia de EP Petroecuador en el distrito amazonico".(En línea) Disponible en http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6255/1/T-ESPE- 040215.pdf. (01.04.2014).

Ortega-Ortiz H., Benavides- Mendoza A., Arteaga A.& Zermeño Gonzalez A.(2010). " Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados". (En línea) Disponible en: http://abenmen.com/a/Nutricion_Vegetal-4.pdf. (06.04.2014).

Peña-Méndez, E. M., D. Fetsch, J. Havel. 2004. Aggregation of humic acids in aqueous solution vapor pressure osmometric, conductivity, spectrophotometric study. Anal. Chim. Acta.

Perea J, García A, Acero R, Peña F, Gómez G. 2000. Efecto de un suplemento con Humus sobre el crecimiento y digestibilidad y eficiencia nutricional en el Caracol. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Campus Rabanales. España. 74-83.

Pérez Lathrop, A. 2011. Humus de lombriz como materia prima en la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas. recuperado el 1 de Diciembre del 2015 de http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112321.

Pupiro, L., Vilches, E., Núñez, E., Gómez, J., Báez, M., León, P. 2004. Efectos del humus de lombriz en el rendimiento y las principales plagas en el cultivo de frijol *(Phaseolus vulgaris).* Cultivos tropicales. La Habana- Cuba.

Randy, H., Adams Schroeder1 , V., Domínguez Rodríguez., García Hernández,L. 1999. Potencial de la biorremediacion de suelo y agua impactados por petroleo en el tropico mexicano Bioremediation Potential of Oil Impacted Soil and Water in the Mexican. Disponible en :https://chapingo.mx/terra/contenido/17/2/art159-174.pdf. (16-12-2016).

Rosa, C., Sierra, M., Radetski, C. 2009. Use of plant test in the evaluation of textile effluent toxicity. Ecotoxicology Environmental Research 2 : 56-61.

Sauri-Riancho, N., Castillo-Borges, E. 2000. Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes. Disponible en http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/utilizacion.pdf. (12.12.2016).

Sellers, K. 1999. Fundamentals of hazardous waste site remediation. Lewis Publishers. 326 pp.

SIDENOR. 2015. Plan de de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Izamba. recuperado el 1 de Diciembre del 2016. (En línea) Disponible en ://app.sni.gob.ec/sniink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadpl.

Sierra Villagrana, R. (2006). "Fitorremediación de un suelo contaminado por actividad industrial". (En línea) Disponible en: http://es.scribd.com/doc/59371770/Fitorremediacion-PDF. (07.04.2016).

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. 2002. Decreto Ejecutivo Nº 3.399 del 28 de noviembre del 2002, publicado en el Registro Oficial No. 725 de 16 de diciembre de 2002

Universidad Nacional Mayor De San Marcos (2006). " Boletín electrónico informativo sobre productos y residuos químicos". (En línea) Disponible en: http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%20loayza/. (10.04.2014).

Van Deuren, J., Z. Wang, Z. y J. Ledbetter 1997. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide. 3ª Ed. Technology Innovation Office, EPA. http://www.epa.gov/tio/remed.htm. (10.04.2017).

Volke-Sepúlveda, T., J. A. Velasco Trejo. 2002. Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Editorial INE-SEMARNAT. pp. 37-38.

Water Traetment Solutions (2013). "Lenntech" (En línea) Disponible en: http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cr.htm. (19.02.2015)

Zhang, Q, Davis, L. C., y Erick, L. E. 2000. Heavy Metal. In: Hazardous Substance Res. 2 (4).

ANEXOS

ANEXO 1. Contenido de Cromo en el Suelo

Tratamientos	Repeticiones			TOTAL	Promedio
	I	II	III		(mg/Kg)
H1C1	49,86	50,2	48,90	148,96	49,65
H1C2	46,03	44,4	43,50	133,93	44,64
H2C1	30,91	30,8	30,10	91,81	30,60
H2C2	30,85	28,5	29,32	88,67	29,56
T	88,46	80,58	78,50	247,54	82,51

ANEXO 2. Días a la Emergencia

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		(Días)
H1C1	11	12	12	35	12
H1C2	11	9	12	32	11
H2C1	8	9	6	23	8
H2C2	8	9	9	26	9
T	14	15	12	41	14

ANEXO 3. Días a la Floración

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		(Días)
H1C1	82	83	83	248	83
H1C2	80	78	79	237	79
H2C1	71	72	70	213	71
H2C2	75	77	76	228	76
T	89	92	90	271	90

ANEXO 4. Altura de Planta

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio (cm)
	I	II	III		
H1C1	37	41	39	117	39
H1C2	40	42	37	119	40
H2C1	45	50	48	143	48
H2C2	44	44	40	128	43
T	33	31	35	99	33

ANEXO 5. Longitud de Raíz

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio (cm)
	I	II	III		
H1C1	14	16	12	42	14
H1C2	15	20	18	53	18
H2C1	23	25	21	69	23
H2C2	21	23	21	65	22
T	8	9	12	29	10

ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS.

ESTADO INICIAL DE LA PARCELA. (Suelo con carnaza**)**

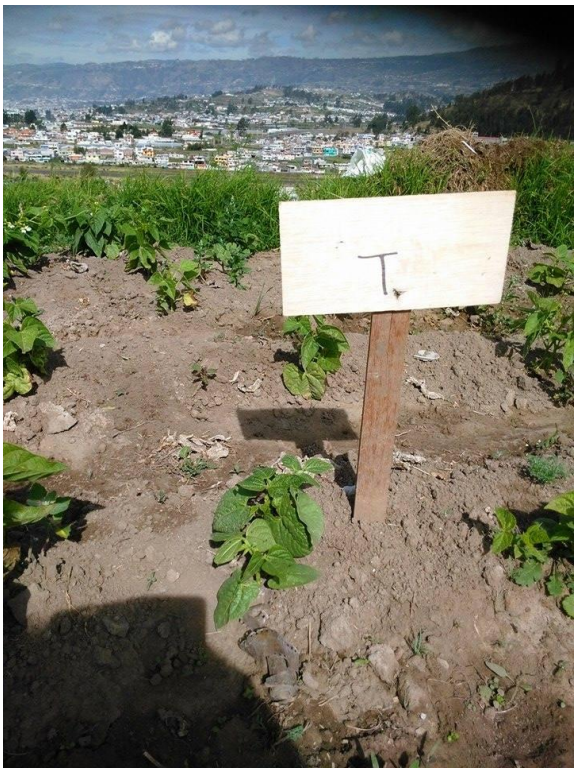
APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE HUMUS Y COMPOST EN LAS PARCELAS

SURCADO Y FORMACION DE PARCELAS

DIVISION DE PARCELAS Y SIEMBRA

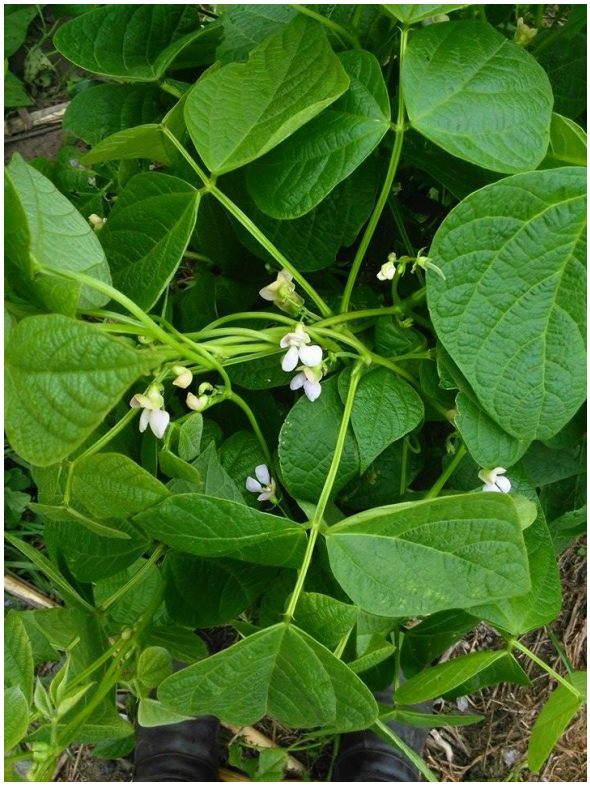
PARCELAS ESTABLECIDAS

LABORES CULTURALES

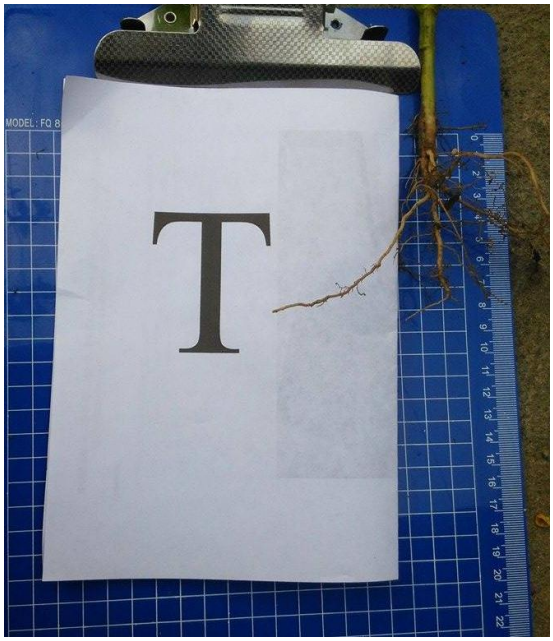


INICIO DE FLORACION

ETAPA DE FLORACIÓN



LONGITUD DE RAIZ



ALTURA DE PLANTA

ANEXO 7. CRITERIO DE CALIDAD DEL SUELO.

Norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. TULAS

Sustancia	Unidades (Concentración en Peso Seco)	Suelo
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1

ANEXO 8. ANALISIS DE SUELO ANTES DE LOS TRATAMIENTOS

INFORME DE ENSAYO No: 1351
ST: 077– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn. Laura Quinapanta
Dirección: Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato-Tungurahua

FECHA: 15 de Septiembre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/09/03 - 16:02
FECHA DE MUESTREO: 2015/08/22 - 14:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/09/03 - 2015/09/15
TIPO DE MUESTRA: Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 174-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Terreno La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO		INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	6,56		±0,4	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjeldhal	%	0,247		-	-
*Fósforo Asimilable	PEE/LABCESTTA/86 Olsem/ Espectrofotometría	mg/Kg	68,98		-	-
*Potasio (Asimilable)	EPA SW-846 / 7610	meq/100g	2,24		-	-
Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	4,60		±5%	-
*Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	99,47		-	-
*Textura	PEE/LABCESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	Franco Arenoso		-	-
			Arena	64,72		
			Arcilla	5,08		
			Limo	30,20		

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

ANEXO 9. TRATAMIENTO H1C1

I. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 224-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	1
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorcion Atómica	mg/Kg	49,86	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 10. TRATAMIENTO H1C2

I. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 225-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	2
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	46,03	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 11. TRATAMIENTO H2C1

I. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 226-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	3
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	30,91	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 12. TRATAMIENTO H2C2

I. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 227-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	4
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	30,85	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 13. TRATAMIENTO TESTIGO ABOLUTO

I. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 228-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	5
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	88,46	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 14. TRATAMIENTO H1C1

II. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 224-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	1
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorcion Atómica	mg/Kg	50,2	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 15. TRATAMIENTO H1C2

II. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 225-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	2
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	44,4	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 16. TRATAMIENTO H2C1

II. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 226-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	3
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	30,8	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 17. TRATAMIENTO H2C2

II. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 227-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	4
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	28,5	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 18. TRATAMIENTO TESTIGO ABOLUTO

II. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 228-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	5
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	80,58	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 19. TRATAMIENTO H1C1

III. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No: 1542
ST: 089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn. Laura Quinapanta
Dirección: Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua

FECHA: 28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO: 2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA: Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 224-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 1
PUNTO DE MUESTREO: Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorcion Atómica	mg/Kg	48,90	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 20. TRATAMIENTO H1C2

III. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No: 1542
ST: 089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn. Laura Quinapanta
Dirección: Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua

FECHA: 28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO: 2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA: Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 225-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 2
PUNTO DE MUESTREO: Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	43,50	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:

ANEXO 21. TRATAMIENTO H2C1

III. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 226-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	3
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	30,10	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 22. TRATAMIENTO H2C2

III. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 227-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	4
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	29,32	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

ANEXO 23. TRATAMIENTO TESTIGO ABOLUTO

III. REPETICIÓN

INFORME DE ENSAYO No:	1542
ST:	089– 015 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Atn.	Laura Quinapanta
Dirección:	Izamba, Barrio La Merced, República Dominicana y Ahiti Ambato - Tungurahua
FECHA:	28 de Octubre del 2015
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2015/10/19 - 11:30
FECHA DE MUESTREO:	2015/10/18 - 18:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2015/10/19 - 2015/10/28
TIPO DE MUESTRA:	Suelo agrícola
CÓDIGO LABCESTTA:	LAB-S 228-15
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	5
PUNTO DE MUESTREO:	Terreno Barrio La Merced
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Laura Quinapanta
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Cromo Total	Absorción Atómica	mg/Kg	78,50	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.