

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación de la Capacidad de Absorción de Plomo, Zinc y Hierro del
Rye Grass para la Recuperación de un Suelo Disturbado en Huariaca –
Pasco 2020**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Fiorela CORNELIO MELGAREJO

Asesor: Mg. Anderson Marcelo Manrique

Cerro de Pasco - Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**Determinación de la Capacidad de Absorción de Plomo, Zinc y Hierro del
Rye Grass para la Recuperación de un Suelo Disturbado en Huariaca –
Pasco 2020**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Dr. David Johny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico con mucho cariño a Dios, en primer lugar, quien me dio la oportunidad de venir a este hermoso mundo de lo cual estoy muy agradecida. A mis adorados padres y mi hermano que en todo momento me apoyaron con el consejo oportuno hasta culminar mi carrera profesional: Edwin Cornelio Espinoza un padre digno de todo ejemplo, muy comprensivo; a Gudelia Melgarejo Illescas mi madre cariñosa y empeñosa por haber siempre confiado en mí; y a mi hermano Brayham Cornelio Melgarejo por apoyarme a seguir adelante.

Quisiera nombrar a todos los que me apoyaron mientras duró mi permanencia como estudiante en claustros universitarios: a mis profesores, por lo que siempre recordaré a mi alma mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y mi linda escuela profesional de Ingeniería ambiental.

Gracias a todos por todo el apoyo brindado para que yo me formara como persona profesional de lo cual toda mi vida viviré agradecida. Muchísimas gracias.

RECONOCIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia en general por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y la realización de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente investigación es motivada por la preocupación constante de la ingeniería ambiental de buscar alternativas a fin de poder recuperar suelos con contaminantes metálicos que deterioran su calidad. Esto se presenta mayormente en lugares donde hay mucha actividad antropogénica y actividad natural en períodos de lluvias.

El propósito de este trabajo es hacer un seguimiento del suelo de una pequeña zona de Chagamarca – Huariaca a unos pocos metros de la carretera que va a Huánuco. Es un suelo que debido a las escorrentías de las partes altas y por lixiviaciones tienden a acumular ciertos contaminantes como los metales pesados Zn, Pb, Fe y otros.

La investigación se lleva a cabo empleando una gramínea llamada Rye Grass empleando un suelo de 4 m² de superficie, suficiente dimensión para llevar a cabo el estudio.

Cada muestra se tomó de 4 puntos según el método de la cuadrícula con un muestreador de tubo, para luego homogenizar estas muestras en una sola mediante el cuarteo y así ser conducidas al laboratorio para los análisis correspondientes cada 15 días.

Los análisis determinaron que el Rye Grass tiene más preferencia por el elemento metálico Zn Luego el Fe y finalmente el Pb. Se recomienda, por tanto, el uso de este vegetal para la extracción de suelos contaminados con Zn y Fe.

PALABRAS CLAVES: Descontaminación de suelos, empleo del Rye Grass como fitorremediador de suelos.

ABSTRACT

This research is motivated by the constant concern of environmental engineering to search for alternatives in order to be able to recover soils with metallic pollutants that deteriorate their quality. This occurs mostly in places where there is a lot of anthropogenic activity and natural activity in rainy periods.

The purpose of this work is to monitor the soil of a small area of Chagamarca - Huariaca a few meters from the highway that goes to Huánuco. It is a soil that, due to runoff from the upper parts and due to leaching, tends to accumulate certain pollutants such as heavy metals Zn, Pb, Fe and others.

The research is carried out using a grass called Rye Grass using a soil with a surface area of 4 m², sufficient dimension to carry out the study.

Each sample was taken from 4 points according to the grid method with a tube sampler, to then homogenize these samples into one by quartering and thus be taken to the laboratory for the corresponding analyzes every 15 days.

The analyzes determined that Rye Grass has more preference for the metallic element Zn, then Fe and finally Pb. Therefore, the use of this plant is recommended for the extraction of soils contaminated with Zn and Fe.

KEY WORDS: Soil decontamination, use of Rye Grass as soil phytoremediator.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de metales pesados en la actividad antropogénica es muy difundida, generándose el problema de contaminar los suelos y otros recursos naturales. Una alternativa lo aporta las técnicas de biorremediación (fitorremediación) según lo cual los niveles de contaminación deben reducirse o desaparecer. Estas técnicas de remediación proporcionan muchas ventajas, especialmente no utilizan ningún tipo de reactivos químicos, ni dañan a la estructura del suelo.

La industria minero-metalúrgica es la primera que genera el problema ambiental de contaminación de los suelos ya sea por sus relaves o por sus descargas líquidas. Sin embargo, existen plantas que absorben metales pesados que estén mejorado el suelo y podrían servir como pasturas muy útiles para la alimentación de ganados. De esta forma las poblaciones pueden verse favorecidas ya que podrán consumir carne fresca y saludable.

El objetivo primordial del presente proyecto de investigación es evaluar la capacidad de absorción de 03 elementos de metales pesados Pb, Zn y Fe o sea cuánto de cada elemento del rey Grass asimila y aloja en sus raíces, tallos y hojas cada cierto tiempo mientras la pastura va desarrollándose en tamaño.

Con análisis quincenales del suelo y, por tres meses y medio consecutivos, pruebas realizadas en el laboratorio de la UNAS, se logra determinar cuál de los 3 metales es mejor para ser absorbida por esta especie de vegetación y ser tomados en cuenta para la aplicación de la biorremediación en forma masiva. La remoción de los elementos en mención será cuantificada por la Espectrofotometría de Absorción Atómica, el cual es un método instrumental de análisis físico-químico, capaz de detectar y cuantificar aproximadamente 60 elementos del Sistema Periódico de los elementos aceptado por el organismo internacional de la Química: IUPAC.

Queda entendido entonces que los metales pesados constituyen un grupo de contaminantes antropogénicos sujetos a mayores investigaciones y mucha preocupación por los que tienen que ver en forma directa los problemas ambientales,

Todo esto, sumando a su acumulación progresiva suponen una amenaza para la salud humana. Ante este problema, las legislaciones de los países a nivel mundial prácticamente obligan a restaurar los suelos mediante técnicas de remediación que puedan reducir los contaminantes de un área determinada. La tecnología existente, la fitorremediación, o utilización de plantas, y en especial la fitoextracción o fitoabsorción, se presenta como una gran alternativa con unos bajos costos y poca destrucción y alteración del medio. Sin embargo, la fitorremediación, se encuentra aún en fase de pruebas experimentales y grandes limitaciones.

INDICE

| | |
|----------------|--|
| DEDICATORIA | |
| RECONOCIMIENTO | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUCCIÓN | |
| INDICE | |
| INDICE FIGURAS | |

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|---|---|
| 1.1 Identificación y Determinación del Problema contaminación | 1 |
| 1.2 Delimitación de la investigación | 2 |
| 1.2.1. Delimitación espacial..... | 3 |
| 1.2.2. Delimitación temporal..... | 3 |
| 1.2.3. Delimitación social..... | 3 |
| 1.3 Formulación del Problema | 3 |
| 1.3.1. Problema general | 3 |
| 1.3.2. Problemas específicos | 3 |
| 1.4 Objetivos de la investigación | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general | 4 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.5 Justificación de la investigación | 4 |
| 1.6 Limitaciones de la investigación | 5 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1. Antecedentes del estudio..... | 7 |
| 2.1.1. Antecedentes nacionales | 7 |
| 2.1.2. Antecedentes Internacionales..... | 10 |
| 2.2. Bases teóricas - científicas | 11 |
| 2.2.1. El Rye grass (<i>Lolium perenne</i>)..... | 11 |
| 2.2.2. Mecanismos de absorción de plantas | 13 |
| 2.2.3. La Fitorremediación de suelos..... | 14 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 15 |
| 2.4. Formulación de las hipótesis | 17 |
| 2.4.1. Hipótesis general | 17 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas..... | 17 |
| 2.5. Identificación de variables | 17 |
| 2.6. Definición operacional de las variables | 18 |

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

| | |
|--|----|
| 3.1. Tipo de investigación | 19 |
| 3.2. Método de investigación | 19 |
| 3.3. Diseño de la investigación | 19 |
| 3.4. Población y muestra | 20 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 20 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 20 |

| | |
|---|----|
| 3.7. Tratamiento estadístico analítico de los resultados obtenidos..... | 20 |
| 3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación | 21 |
| 3.9. Orientación ética..... | 21 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|--|----|
| 4.1. Descripción del trabajo de campo | 22 |
| 4.1.1. Zona de ejecución..... | 22 |
| 4.1.2. Metales pesados seleccionados para la investigación | 23 |
| 4.1.3. Área del terreno y puntos de muestreo..... | 25 |
| 4.1.4. Profundidad del muestreo..... | 26 |
| 4.1.5. Cantidad de muestras..... | 26 |
| 4.1.6. Técnica de muestreo | 26 |
| 4.1.7. Condiciones climáticas de Huariaca | 27 |
| 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados | 27 |
| 4.2.1. Fechas, días y horas de los análisis..... | 27 |
| 4.2.2. Resultados de los análisis | 28 |
| 4.2.3. Variación de contenido de zinc en el suelo..... | 28 |
| 4.2.4. Resultados de extracción..... | 30 |
| 4.3. Prueba de Hipótesis..... | 31 |
| 4.4. Discusión de resultados..... | 32 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

CONSULTAS WEB

ANEXOS

INDICE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig 1. Pastizal de Rye Grass..... | 2 |
| Fig 2. Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María..... | 5 |
| Fig 3. Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional agraria de la Selva de Tingo María | 6 |
| Fig 4. El Lolium perenne o Rye Grass..... | 11 |
| Fig 5. Partes del Lolium perenne o Rye Grass..... | 12 |
| Fig 6. Hojas verdes y macizas del Rye Grass cultivadas correctamente..... | 13 |
| Fig 7. Preparación del suelo por la tesista | 13 |
| Fig 8. Localidad de Huariaca, Pasco..... | 22 |
| Fig 9. Mapa de la región Pasco con sus 3 provincias..... | 23 |
| Fig 10. Plaza de Armas de Huariaca..... | 23 |
| Fig 11. Zona disturbada de Chagamarca en Huariaca | 26 |
| Fig 12. Puntos de muestreo según la técnica de cuadrícula | 27 |

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y Determinación del Problema contaminación

En la lucha contra la cada vez mayor contaminación ambiental, se hace necesario emplear técnicas que garanticen la descontaminación de aguas y suelos como es la biorremediación a través del uso de variedades de plantas que se encargan de absorber los metales pesados dañinos para los seres humanos y animales (fitorremediación).

Uno de los problemas que implica gran preocupación en el mundo científico ambiental es buscar especies de vegetación que ofrezcan amplias propiedades de absorción de estos metales pesados. Una de estas plantas es la ***Lolium perenne***, con nombre común “**Rye grass**”, especie vegetal muy abundante en climas templados del Perú que podría ser empleado como alternativa eficiente para descontaminar los suelos especialmente en zonas andinas con estos tipos de climas especialmente de empresas mineras. El uso de esta vegetación no se recomienda en lugares con temperaturas muy frías.

La plantación de **Rye Grass** posee las siguientes características:

- a) Es adaptable a todo tipo de suelos menos los arenosos, prefiere los fértiles y húmedos.
- b) Requiere riego especialmente en verano, esto no es problema en zonas de donde se asegura la humedad requerida.
- c) No requiere sombra, ideal para sembrar a campo abierto.
- d) Se recomienda una densidad de siembra de 3 a 15 kg/100 m²
- e) El ganado bobino y ovino prefiere este pastizal por su frescura.



Fig 1. Pastizal de Rye Grass

1.2 Delimitación de la investigación

La fitorremediación es una técnica agrícola empleada en la descontaminación de suelos por metales pesados preferentemente. Consiste en emplear variedades de plantas que viven en zonas húmedas y que poseen la propiedad de absorber elementos metálicos en forma de especies iónicas cuya presencia contaminan las aguas de los ríos y lagunas y ser muy tóxicos para la salud humana y animales.

Las principales delimitaciones de investigación están dadas por:

1.2.1. Delimitación espacial

El lugar elegido es Huariaca (Pasco) un lugar propicio para el desarrollo de esta variedad de planta, a 500 m del paradero principal. Para escoger este lugar se tuvo presente la humedad de terreno y la seguridad de no ser malograda la plantación por el ingreso de animales ni personas.

1.2.2. Delimitación temporal.

La investigación se desarrolla desde octubre de 2020 hasta enero del 2021.

1.2.3. Delimitación social

Sobre esta delimitación se contempla descontaminar el suelo y proporcionar a la comunidad la posibilidad de contar con bovinos y ovinos libres de la contaminación de metales pesados como plomo, zinc y Fe. De esta manera, la comunidad se verá beneficiada al contar con carne libre de estos metales.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad de absorción sobre los metales pesados Plomo, Zinc y Hierro que posee la Lolium perenne o Rye Grass a las condiciones ambientales de Huariaca - Pasco con fines de remediación de un suelo?

1.3.2. Problemas específicos

a) ¿La planta Lolium perenne o Rye Grass a tendrá mayor capacidad de absorción sobre uno de los metales investigados?

b) ¿La planta Lolium perenne o Rye Grass a se podrá recomendar en la fitorremediación de los contenidos metálicos en los suelos?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar experimentalmente la capacidad de absorción de la Lolium perenne o Rye Grass a las condiciones ambientales de Huariaca sobre los tres metales pesados investigados.

1.4.2. Objetivos específicos

c) Determinar el orden de absorción que presenta la planta Lolium perenne o Rye Grass sobre uno de los metales investigados.

d) Determinar si la planta Lolium perenne o Rye Grass es recomendable en la fitorremediación de los contenidos metálicos en los suelos contaminados con los metales pesados en estudio.

1.5 Justificación de la investigación

El presente estudio nos permitirá determinar las características y propiedades fitorremediantes de la Lolium perenne o Rye Grass mediante la absorción metálica para así contar con datos técnicos de recuperación de suelos contaminados por estos metales pesados en estudio.

Este trabajo de investigación se afianza en la poca información sobre la capacidad de absorción de esta especie vegetal para retener especies metálicas contaminantes. La investigación se desarrolla con el asesoramiento de profesionales conocedores de la materia (ambientales, biólogos y químicos) y los análisis se realizarán en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).



Fig 2. Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María

1.6 Limitaciones de la investigación

El estudio para llevarse a cabo presenta las siguientes limitaciones:

- Falta de equipos de análisis de laboratorio en la Universidad Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco por lo que se tiene que recurrir a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).
- El factor económico es importante y decisivo en trabajos de investigación experimental debido al elevado costo que demandan los análisis químicos en laboratorios particulares y de ahí recurrir a otra universidad nacional.



Fig 3. Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional agraria de la Selva de Tingo María

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes nacionales

Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico. Tesis, Bach. Blanca Miriam Bedoya Escobar, Tacna, 2013

En este estudio la autora sometió a evaluación del efecto fitorremediador del junco *Schoenoplectus californicus* sobre un agua contaminada con arsénico para lo cual se prepararon 4 grupos experimentales de concentraciones diferentes 0.05, 0.1, 0.5 y 1.0 ppm de arsénico durante 14 días, determinando que la acción fitorremediación es más activa a partir del 4to día de tratamiento, demostrándose que el junco *Schoenoplectus californicus* es apropiado en la remediación de recursos hídricos contaminados con este tóxico arsénico.

Fitoextracción de metales pesados en suelo contaminado con *Zea mays* L. En la estación experimental el Mantaro - Junín” en el año 2016, Johana Vanessa Falcón Estrella, Huancayo, 2017.

Estudio realizado en la Estación Experimental “El Mantaro - Junín” Universidad Nacional del Centro del Perú. En este trabajo de investigación se empleó la planta *Zea mays* L para descontaminar suelos que contiene metales pesados: antimonio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, fierro, manganeso, plomo, y cinc; empleando un equipo de análisis por Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICPMS). Esta actividad investigativa se llevó a cabo en 3 terrenos (lotes) de 125 m² cada uno.

Al terminar la investigación se determinó que el suelo que motivó la investigación tenía valores apreciables de contaminantes metálicos manganeso y zinc en los lotes experimentales A y B y cobre, manganeso y zinc en el lote C.

Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura, Jean Zapata-Valladolid, Piura, 2016.

Contempla la determinación de metales pesados en una zona del distrito de Canchaque – Piura donde operaba la mina Tumalina hasta el año 1996 dejando pasivos contaminados

La técnica empleada en este estudio es la digestión vía húmeda con ácido nítrico y ácido perclórico en una relación volumen/volumen de 4:1.

Como resultados finales obtenidos fueron altas concentraciones de cobre, manganeso y zinc mientras que los metales plomo y cadmio no alcanzaron los límites de detección, descartándose su presencia.

Eficacia de la Fitoextracción para la remediación de suelos contaminados en Villa de Pasco, Carmen Gilda Avelino Carhuaricra, Callao, 2013.

Trabajo de investigación llevado a cabo con el objeto de determinar la capacidad de biorremediación 03 especies de vegetales: *Sonchus oleraceus*, *Lepidium bipinnatifidum* y *Bidens triplinervia* para la absorción de metales pesados como arsénico, cadmio, plomo y zinc.

Los resultados obtenidos fueron: el *Sonchus oleraceus* es más eficaz en la absorción de As, el *Lepidium bipinnatifidum* es para Cd, el *Plantago orbignyana*, en el caso de Pb y el *Bidens triplinervia* en Zn. Todos los análisis se llevaron a cabo con el equipo ICP - OES

Los resultados obtenidos demuestran que los suelos de Villa de Pasco son aptos para la agricultura y la ganadería.

Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo, Luciana Chávez Rodríguez, Lima – Perú, 2014.

La autora lleva a cabo esta investigación en los pasivos mineros del lago Junín con 37 muestras de plantas *Calamagrostis* y *Nicotiana* y *Vetiveria zizanooides*.

Los resultados determinaron que la Nicotiana tiene un mejor potencial de fitorremediación y que se pueden realizar otros estudios en la fitorremediación de suelos con contaminación polimetálica empleando estas mismas plantas.

Ecología aplicada, contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera, Soraya Puga, Manuel Sosa, Toutcha Lebgue, Cesar Quintana y Alfredo Campos, Lima, 2006.

Un trabajo en donde el autor explica el efecto contaminante de la industria minera sobre el suelo de San Francisco del Oro, Chihen un área de desechos mineros en una longitud de 3 km. Se extrajeron 30 muestras de suelo a diferentes profundidades.

El As denotó mayor su presencia cerca a la fuente hídrica la presa De Jales; el Plomo con mayor distancia a la fuente; el Cinc con mayor distancia aun y el Cadmio con mucha mayor la distancia a la fuente. Todos los metales pesados sobrepasan los valores máximos permisibles por pertenecer a pasivos mineros.

Remoción de Cadmio en suelos mediante lavado vertical con dos extractantes, Cecilia Gabriela Silva Sampe, Tingo María- Perú.

La extracción de Cd se ve plasmado en esta investigación para la cual fueron necesarios construir un equipo vertical y emplear 2 extractantes donde se determinaron niveles de pH adecuado, la determinación de cuál es el extractante de mayor eficiencia respecto a este metal pesad para su remoción de un suelo contaminado.

Los extractantes empleados durante los ensayos fueron ácido acético y, jugo de carambola; empleando para ello 2 litros de extractante por kg de suelo lo que determinó muy buenos resultados cuando se emplearon valores de pH = 2

en ambos extractantes y el extractor más eficiente fue el ácido acético con 66.9 % de rendimiento.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Evaluación de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno en Rye Grass perenne (*Lolium perenne*), Luis René Alcoser Cabascango, Quito, diciembre 2016.

Trabajo de investigación que determina la producción de Rye Gras en Quito Ecuador para alimentar animales herbívoros empleando una tecnología que ayude a obtener la máxima calidad de Rye Grass a fin de contar con un alimento barato y nutritivo, dependiendo esto de la calidad de un suelo.

El principal nutriente para una buena producción de este forraje es el nitrógeno es por ello que se empleó un fertilizante rico en este elemento como es la urea.

Los costos de producción para el cultivo de Rye Grass para diferentes dosis de nitrógeno, tuvieron una relación inversa obteniéndose el valor más bajo con 1,69 Tn MS/Ha y su costo de producción fue de 839,22 de dólares /Tn de material seco.

Fitorremediación de un Suelo Contaminado con Plomo por Actividad Industrial, Tesis, Rubén Sierra Villagrana, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2006

Con este estudio, el autor demuestra que, bajo las condiciones climáticas de Buenavista, México el Rye Grass se comporta muy bien en la absorción de plomo en un suelo salino-sódico contaminado a altas concentraciones por este metal por actividades industriales.

Selección de plantas y enmiendas para la recuperación de suelos de mina contaminados con arsénico y metales pesados, Tesis, Rebeca Manzano Gutiérrez, Madrid 2013.

Los pasivos mineros siempre han sido un problema de contaminación y esto es lo que trata este estudio en Madrid, España. Este estudio enfoca suelos mineros con contaminación seria de Arsénico.

Los resultados obtenidos determinaron que especies vegetales del lugar (autóctonos) no presentaban capacidad de absorción considerable, pero si la planta *C. scoparius*.

También se determinó que, la combinación de sulfato ferroso, FeSO_4 con otras sustancias, como Carbonato Cálcico y residuos de la industria papelera es la más recomendable para la estabilización asistida de suelos contaminados con residuos de arsénico.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. El Rye grass (*Lolium perenne*)

Esta planta es de crecimiento rápido con una buena producción de macollos, suele medir de 25 a 40 centímetros de altura, de tallos cilíndricos y muchas hojas de un color verde oscuro.



Fig 4. El Lolium perenne o Rye Grass



Fig 5. Partes del Lolium perenne o Rye Grass

Se pueden conseguir fácilmente rendimientos de 60 a 70 toneladas Rye Grass verde por hectárea lo que equivale a 12 a 14 toneladas de material seco, el valor nutricional para animales de este forraje se calcula entre 15 a 18 % de proteína vegetal, 70 a 80 % digestible y 3,0 megacalorías de energía metabolizable.

- Terreno, siembra del Rye Grass

Para la siembra de Rye grass se emplea: un paso de desvaradora, y doble paso de rastra en cruz. Se recomienda sembrar este pastizal del 15 de octubre al 15 de noviembre en forma escalonada a fin de permitir llevar a cabo cortes de acuerdo a los requerimientos de forraje. En lo referente a los nutrientes, también se recomienda que en la siembra se apliquen 140 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fosforo/hectárea, lo empleando 304 kilogramos de urea y 87 kilogramos de superfosfato triple de calcio.



Fig 6. Hojas verdes y macizas del Rye Grass cultivadas correctamente



Fig 7. Preparación del suelo por la tesista

2.2.2. Mecanismos de absorción de plantas

Las plantas acuáticas emplean dos mecanismos para separar metales y otros contaminantes (incluyendo radioisótopos) de aguas polucionadas:

a) **Adsorción iónica.** - Cuando los iones metálicos se unen o adsorben a la pared celular de las raíces.

b) **Absorción iónica.** - Proceso lento, cuando según el metabolismo de la planta es absorbido por la planta a través de su raíz.

2.2.3. La Fitorremediación de suelos

Es una técnica de biorremediación que consiste en el empleo de plantas para recuperar suelos disturbados de componentes químicos como los metales pesados. Se aprovecha de la capacidad que tienen algunas especies vegetales de adsorber y absorber, altas concentraciones de contaminantes como metales pesados. Esta técnica, ofrece múltiples ventajas frente a los otros tipos de biorremediación de suelos, pero sobre todo es muy recomendable porque es apropiado para descontaminar superficies grandes como las praderas

Existen aproximadamente 400 especies de plantas con grandes capacidades para absorber selectivamente sustancias tóxicas minerales; como Los álamos los que absorben selectivamente níquel, cadmio y zinc. También la pequeña planta *Arabidopsis thaliana* de gran utilidad para los biólogos es capaz de absorber cobre y zinc. Hay otras, muy conocidas que se han probado con éxito como son el girasol, la alfalfa, la mostaza, el tomate, la calabaza, el esparto, el sauce y el bambú.

Los factores que influyen directamente en la movilidad iónica de los metales pesados en el suelo son: el pH, el potencial redox, el contenido iónico de la solución del suelo, presencia de material inorgánico como carbonatos, materia orgánica, textura; forma de deposición y condiciones medioambientales:

Los metales pesados en el suelo pueden seguir el siguiente camino con la humedad: Quedar retenidos, en la fase acuosa del suelo, adsorbidos sobre agentes inorgánicos, junto con la materia orgánica y/o precipitados en forma de sólidos puros; los que son absorbidos por las plantas luego a las cadenas alimenticias; también pasan a la atmósfera por volatilización y pueden ir a las aguas superficiales o subterráneas.

La toxicidad de los metales pesados depende principalmente de su concentración, su movilidad iónica y capacidad reactiva con otros componentes del ecosistema.

2.3. Definición de términos básicos

- a) **Agua.** - Del latín aqua, es una sustancia química cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Tiene una definición física, es un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor).
- b) **Agua contaminada.** – Es la contiene sustancias que hacen daño a la salud de los humanos, animales y plantas.
- c) **Adsorción.** _ Proceso en el cual los iones y moléculas presentes en una fase tienden a condensarse y concentrarse en la superficie de otra fase.
- d) **Atmósfera.** - Es una capa gaseosa de aproximadamente 10 000 km de espesor que rodea la litosfera e hidrosfera. Está compuesta de gases y de partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad terrestre. En ella se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta
- e) **Fitorremediación.** - Es la utilización de plantas y sus microorganismos asociados para el tratamiento in situ de suelos contaminados. de los elementos contaminados en el sitio de afectación. También se puede definir como el uso combinado de plantas, enmiendas del suelo (abonos, etc.) y prácticas agronómicas (cultivo del suelo) para eliminar contaminantes del medio ambiente o reducir su toxicidad.
- f) **Hierro.** – Es un metal de transición, el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante, y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta, en su núcleo, concentra la mayor masa de hierro nativo, equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético.

- g) **Horizontes.** - Capas del suelo denominadas como A, B, C, siendo la superficial el A y el más profundo el C.
- h) **Lixiviado Líquido.** - que percola a través de los residuos, formado por el agua proveniente de precipitaciones, pluviales o escorrentías. El lixiviado puede provenir además de la humedad de los residuos, por reacción o descomposición de los mismos y que arrastra sólidos disueltos o en suspensión y contaminantes que se encuentran en los mismos residuos.
- i) **Lluvia.** - La lluvia es un fenómeno natural atmosférico de tipo hidrometeorológico que se inicia con la condensación del vapor de agua que forma gotas de agua, las cuales pasan a formar las nubes. El calor atmosférico origina el ascenso de las nubes y su enfriamiento, con lo cual crece el tamaño de las gotas de agua y su mayor peso las hace precipitarse hacia la superficie terrestre, dando origen así a la lluvia.
- j) **Metales pesados.** - Metales de número atómico elevado, como cadmio, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.
- k) **Plántulas.** - Embrión de una planta que se desarrolla a partir de la germinación de la semilla.
- l) **Plomo.** - Es un metal pesado muy tóxico en el agua.
- m) **Raíz Pivotante.** - Es el sistema radical que presenta un raíz primaria o principal más desarrollada que las raíces secundarias. Es la Raíz robusta que crece habitualmente en línea recta hacia abajo a partir de la base de la planta.
- n) **Suelo.** - medios porosos formados en la superficie terrestre mediante el proceso de meteorización durante largos períodos, aportados por los fenómenos biológicos, geológicos e hidrológicos. Los suelos se consideran como sistemas biogeoquímicos multicomponentes y abiertos, están sometidos a los flujos de masa y energía con la atmósfera, la biosfera y la hidrósfera, su composición es altamente variable y también cambia con el tiempo, T.

- o) **Toxicidad.** - Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a ser cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:
 - p) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
 - q) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
 - r) Que presente un riesgo cuando un organismo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.
 - s) **Zinc.** - El zinc es un oligoelemento importante y necesario para las personas que necesitan para mantenerse saludables. Entre los oligoelementos, este elemento se encuentra en segundo lugar solo después del hierro por su concentración en el organismo.

2.4. Formulación de las hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La planta *Lolium perenne* o *Rye Grass* tiene una gran capacidad de absorción metálica en condiciones climatológicas de Huariaca- Pasco

2.4.2. Hipótesis específicas

a) La *Lolium perenne* o *Rye Grass* posee mayor capacidad de absorción sobre uno de los metales a investigar.

b) La *Lolium perenne* o *Rye Grass* posee menor capacidad de absorción sobre uno de los metales a investigar.

c) La *Lolium perenne* o *Rye Grass* se recomienda en la fitorremediación de los contenidos metálicos en suelos disturbados.

2.5. Identificación de variables

- a) **Variable dependiente:** Capacidad de absorción metálica del Rye grass.
- b) **Variable independiente:** Concentración de metales en el suelo.

c) **Causa - efecto:** La capacidad de absorción del Rye grass depende directamente de la concentración metálica del suelo.

2.6. Definición operacional de las variables

La medición de las variables de investigación se emplea equipos y materiales apropiados para monitoreos esporádicos y planificados del suelo investigado. Las unidades de los parámetros serán: mg de metal/mg de muestra (ppm)

a) Equipos para emplear: Absorción Atómica (Equipo de UNAS-Tingo María).

Las variables serán las que proporcionen el laboratorio de la UNAS que cuenten con las lámparas de cátodo hueco de su equipo de absorción atómica para Pb, Zn y Fe.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

La investigación empleada es del tipo cuasi experimental la que conlleva a hacer una evaluación de la capacidad de absorción de la *Lolium perenne* o *Rye Grass* con tres diferentes metales plomo, zinc y hierro.

3.2. Método de investigación

Para el desarrollo del estudio, se emplea el método exploratorio, descriptivo y explicativo, en el cual los datos son obtenidos en forma directa mediante análisis de laboratorio por el investigador y así poder describir el avance de la de la absorción metálica de la *Lolium perenne* o *Rye Grass* en el suelo experimental.

3.3. Diseño de la investigación

Es no experimental, transversal descriptivo porque se hará un análisis de las muestras, cuyos resultados determinarán la capacidad de absorción de la planta *Rye Grass* sobre un suelo contaminado.

X o Y

Donde:

X (trabajo de investigación)

o (la conexión para el trabajo de investigación)

Y (evaluación de los resultados)

3.4. Población y muestra

- a) **La población:** La población es el suelo de la localidad de Huariaca.
- b) **La muestra:** Es una cantidad seleccionada de *suelo* para el estudio.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- a) **Trabajo documentado:** está referido a la revisión de libros, revistas, etc.
- b) Informaciones obtenidas a través de la navegación del Internet.
- c) **La observación:** observa los hechos investigados a través de los resultados reportados: Se tomaron lecturas de temperatura, PH, en el punto de monitoreo elegido y se recolectaron muestras de suelo en sobres de etiquetados de acuerdo con la norma y llevados al laboratorio para su evaluación.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La herramienta empleada en el procesamiento de datos es el MS Excel 2020. La cuantificación de los resultados obtenidos se procesa en tablas para después llevar a gráficas y sean más entendibles.

- a) Se hace un ordenamiento y codifican los datos obtenidos
- b) Se emplea una tabulación estadística
- c) Se hace un análisis e interpretación de los resultados

3.7. Tratamiento estadístico analítico de los resultados obtenidos.

Con los resultados obtenidos, estos se llevarán a gráficos a fin de determinar la cantidad de material metálico que absorbe la planta cada 4 semanas y, empleando líneas de tendencia. Al concluir la investigación, se determinará cuál es la especie química metálica de mayor absorción que presenta la ***Lolium perenne o Rye Grass***.

La regresión lineal que presente la Rye Grass permitirá determinar la relación de absorción en ppm vs tiempo Y luego recomendar la aplicación correspondiente de esta vegetación para mejorar los suelos disturbados.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

a) **Selección.** Se seleccionaron el Laboratorio de suelos de la Universidad Agraria de la Selva de Tingo María por poseer un equipo de absorción Atómica para los análisis de los metales pesados de todas las muestras secas.

b) **Validez.** La validación de los datos y resultados obtenidos están garantizados por la calidad de los equipos empleados por muchos años en entidades analíticas de reconocida reputación como son la UNAS y la DIRESA PASCO.

c) **Confiabilidad.** Los resultados de las muestras gozan de alta confiabilidad ya que para los análisis fisicoquímicos y microbiológico se emplean equipos homologados por el gobierno peruano y certificados por INACAL (Instituto Nacional de la Calidad).

3.9. Orientación ética

Los resultados obtenidos en esta investigación se llevaron a cabo de manera muy objetiva, y con gran responsabilidad cuidando rigurosamente las normas establecidas, garantizamos por tanto los resultados sean confiables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Zona de ejecución

El estudio de investigación se llevó a cabo en la localidad de Huariaca



Fig 8. Localidad de Huariaca, Pasco.

La localidad de Huariaca cuenta con una población de 8 259 habitantes (Censo: 2017), está ubicada al Noroeste de la capital de región Cerro de Pasco con una extensión territorial de 133,07 km², a una altura de 2 941 m.s.n.m y a 56

km de Cerro de Pasco. Para llegar a Huariaca se tiene que recorrer 342 de carretera asfaltada.

Coordenadas de ubicación de Huariaca: 76°1' 15'' O y 10°26'21'' S

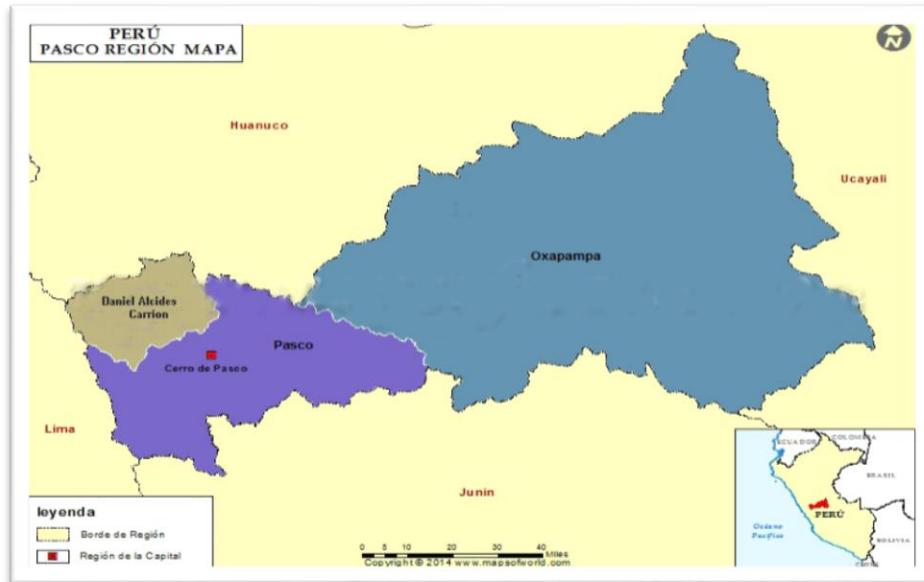


Fig 9. Mapa de la región Pasco con sus 3 provincias



Fig 10. Plaza de Armas de Huariaca

4.1.2. Metales pesados seleccionados para la investigación

Los metales pesados cuya extracción por parte de la fitorremediación del suelo, considerados en el estudio son: Pb, Zn y Fe.

Estos elementos metálicos son absorbidos por el Grass cuya capacidad de absorción se mide con el equipo de Absorción Atómica.

a) El Plomo

Es altamente contaminante que suele alojarse en el torrente sanguíneo de una persona causándole muchas enfermedades y está considerado por diferentes entidades de la salud humana como la EPA que determinó que la concentración máxima permisible para agua potable debe ser cero incluso después de varios años por ser bioacumulable. El plomo, como cualquier otro elemento metálico contenido en el Grass es directamente consumido por los animales, de tal manera que pueden llegar a las personas al comprar carne en los mercados. El ECA nacional, para el plomo, es de 1,5 ug/m² de suelo (Anexo 3) o 70 mg de Pb/ kg de suelo (Anexo 5).

b) El Zinc

El zinc es un elemento nutritivo y considerado como un antioxidante poderoso que previene la vejez prematura como que se recomienda en el Documento Técnico de la International Zinc Nutritión Consultative Group (1') pero su consumo excesivo, podría ser nocivo para la salud humana (2'), por ejemplo, náuseas, vómitos, cólicos, diarreas, bajo colesterol bueno HDL y otros trastornos digestivos.

El LMP recomendado de zinc para un adulto es de 40 mg por día (Anexo 5).

c) El hierro

El hierro también es tolerado por una persona porque es considerado como un nutriente saludable, pero en moderadas concentraciones ya que muy bajas puede presentar cuadros de anemia y, en altas concentraciones una enfermedad conocida como "hemocromatosis" que puede presentar

complicaciones de salud como el cáncer, disfunción hepática, enfermedades al corazón y envejecimiento prematuro (3').

Se presenta en los suelos en forma de óxidos, hidróxidos y oxihidróxidos debido a la presencia de oxígeno edáfico que mantiene la estabilidad de estas sustancias y fácilmente pasan a las plantas. Los óxidos son los más comunes presentes en los suelos y de ellos el de mayor oxidación la hematita (Fe_2O_3).

- Óxido ferroso-férrico hidratado, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Oxido-hidróxido ferroso, FeOOH
- Hematita, Óxido ferroso-férrico Fe_2O_3

4.1.3. Área del terreno y puntos de muestreo

Un muestreo de suelo consiste en recoger muestras altamente representativas o sea que tengan las mismas propiedades físicas y químicas de un terreno agrícola o de pastoreo; para ello se debe tener cuidado con la profundidad del muestreo, así como el área y la cantidad para ser conducido al laboratorio.

El área del terreno de investigación se seleccionó de 2 m x 2 m (4 metros cuadrados) y se eligió el muestreo por cuadrícula (Anexo 4) de los muchos recomendados por profesionales experimentados en la materia [1] por ser un área pequeña.



Fig 11. Zona disturbada de Chagamarca en Huariaca

4.1.4. Profundidad del muestreo

La recomendación es de 0 a 30 cm de profundidad para recoger las muestras; sin embargo, dado a que el terreno elegido es pequeño y el Grass no posee raíces profundas, es suficiente muestrear a 15 cm de la superficie. Se colocaron 2 mechones por golpe en el suelo, a 10 cm de distancia entre mechón y mechón y con una profundidad de 15 cm.

4.1.5. Cantidad de muestras

Se recomienda enviar al laboratorio muestras secas al sol de $\frac{1}{2}$ kg c/u envasadas prolijamente en bolsas de plástico [10].

4.1.6. Técnica de muestreo

La técnica de muestro empleada es la de “cuadrícula”, la que es muy común en terrenos pequeños. Monitoreando 4 muestras cada vez [10]. Se tiene listas las muestras después de un cuarteo para tener la representatividad real del terreno.

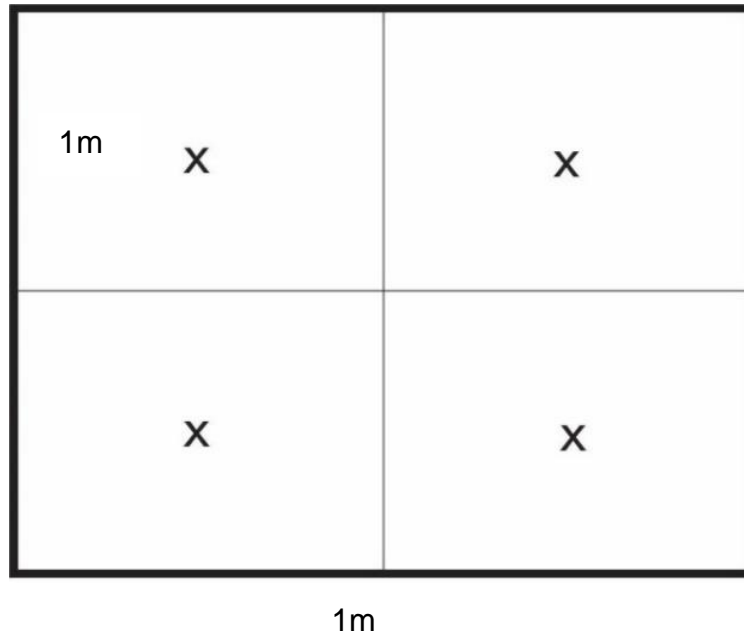


Fig 12. Puntos de muestreo según la técnica de cuadrícula

4.1.7. Condiciones climáticas de Huariaca

Información promedio recogida durante los 10 últimos años (4') presentada por el portal web "cuando visitar.pe" nos dice que Huariaca en los meses de octubre, noviembre e inicios de diciembre, posee una temperatura de 22 °C en el día y 16 a 17 °C en las noches, una actividad pluvial de 1 mm, con una inactividad de lluvias en los 2 meses y un índice UV de 5 a 6.

Entonces, con estas condiciones climatológicas el Rye Grass se ve favorecido en su desarrollo: poca lluvia, temperatura moderada y baja radiación ultravioleta.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Las muestras son llevadas al Laboratorio de la UNAS un día antes de sus análisis (sábados).

4.2.1. Fechas, días y horas de los análisis

- 4 de octubre 2020 (domingo)
- 18 de octubre 2020 (domingo)
- 31 de octubre 2020 (domingo)

- 15 de noviembre 2020 (domingo)
- 29 de noviembre 2020 (domingo)
- 13 de diciembre 2020 (domingo)
- 27 de diciembre 2020 (domingo)
- 10 de enero 2021 (domingo)

Horas de muestreo: 10 a.m.

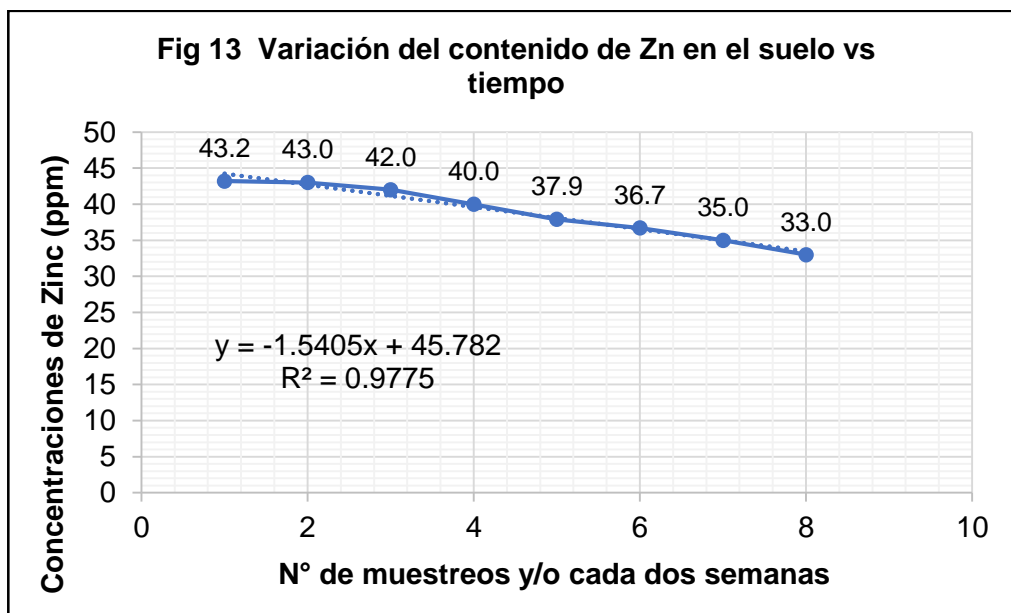
Horas de análisis: 3 p.m.

4.2.2. Resultados de los análisis

- Tipo de análisis:** fisicoquímicos de metales pesados, Pb, Zn y Fe.
- Tipos de muestras:** suelo químicamente disturbado.
- Equipo de análisis empleado:** Espectrofotómetro de Absorción Atómica SpectrAA.

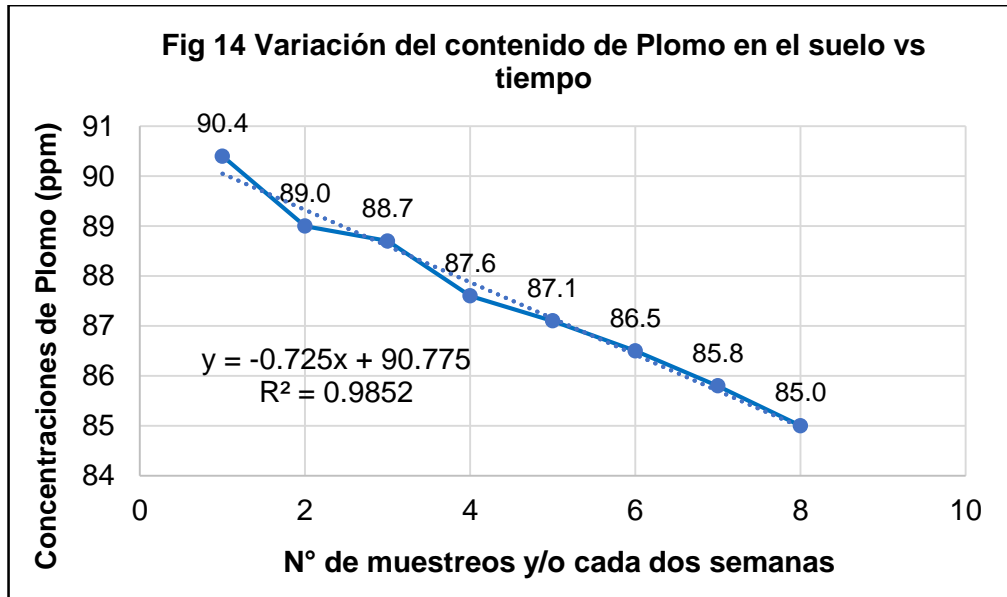
4.2.3. Variación de contenido de zinc en el suelo

En los 03 meses el Rye Grass presentó una extracción de zinc como lo muestra la Fig , presentando una linealidad de $R^2 = 0.9775$ según la ecuación $y = -1.5405x + 45.782$

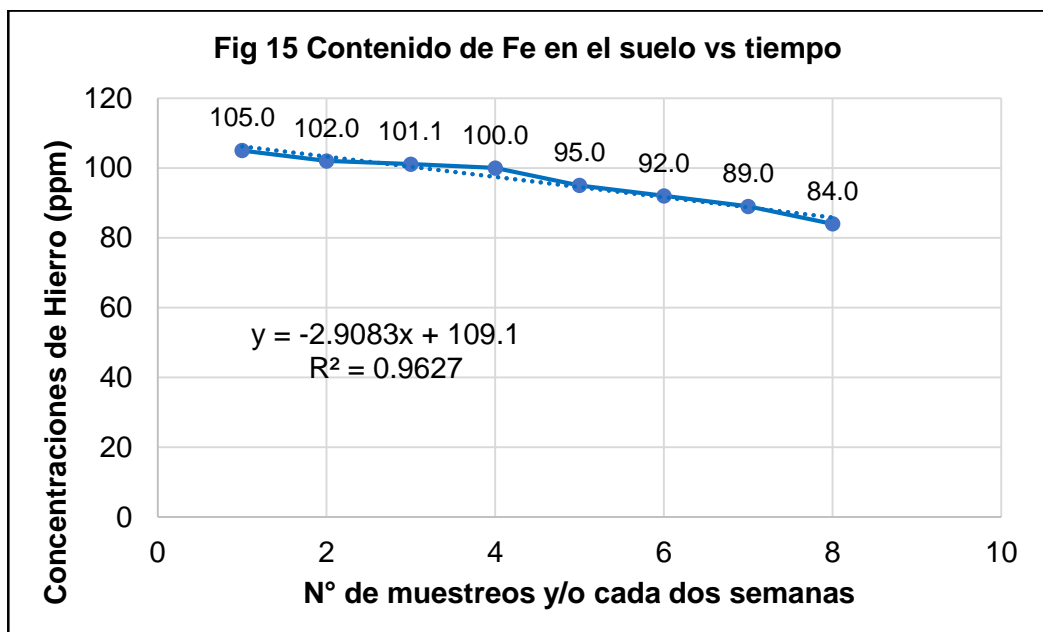


Lo que indica que para extraer todo el 100% de zinc del suelo ($Zn = 0$ ppm), será necesario mucho tiempo. En los 3 meses y medio (octubre,

noviembre, diciembre y mediados de enero) el pasto absorbió $43.2 - 33.0 = 10.2$ ppm



En lo referente al plomo, la línea de tendencia muestra una variación lineal con $R^2 = 0.9852$ para la ecuación lineal $y = -0.725x + 90.775$, lo que indica que para absorber todo el plomo serán necesarios muchos días, puesto que en el tiempo del estudio sólo se absorbieron $90.4 - 85.0 = 5.4$ ppm de este metal pesado



El Fe presenta una variación de contenido en el suelo con las fechas indicadas. La linealidad está dada por la ecuación $y = -2.9083x + 109.1$ y un índice de correlación lineal igual a 0.9627 aceptable cercano a la recta ideal con $R^2 = 1$. La recta en mención nos informa que para una extracción del 100 % de Fe, al igual que el plomo y el zinc, se requieren muchos días; puesto que en el tiempo de la investigación sólo se pudieron extraer $105 - 84 = 21$ ppm de este elemento.

4.2.4. Resultados de extracción

Las condiciones de acidez y materia orgánica del suelo prácticamente se mantuvieron constantes como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1 Acidez y materia orgánica del suelo

| Fecha | pH | M.O., % |
|-----------------|-----|---------|
| 4/10/2020 | 7.4 | 3.0 |
| 18/10/2020 | 7.4 | 3.0 |
| 31/10/2020 | 7.3 | 3.1 |
| 15/11/2020 | 7.0 | 2.98 |
| 29/11/2020 | 7.3 | 3.0 |
| 13/12/2020 | 7.4 | 2.79 |
| 27/12/2020 | 7.2 | 2.74 |
| 10/01/2021 | 7.1 | 3.3 |
| Promedio | 7.3 | 3.0 |

Elaborada por la tesista

Los porcentajes de los análisis se dan en valores negativos debido a que cada vez disminuye la cantidad de metal pesado con la extracción por el Rye Grass.

Los promedios indican que el zinc es el elemento que es más extraído con un promedio de 3.8 %, le sigue el hierro con un 3.1 % de extracción y, finalmente el plomo con 0.9 %. Lo que indica que el Rye Grass preferentemente extrae el Zinc y el Hierro (Tabla 2).

| Tabla 2. Extracción de metal pesado en el tiempo de la investigación | | | | | | |
|---|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| Fecha | Zinc, ppm | % Zn extraído | Plomo, ppm | % Pb extraído | Hierro, ppm | % Fe extraído |
| 4/10/20 | 43.2 | --- | 90.4 | --- | 105.0 | --- |
| 18/10/20 | 43.0 | -0.5 | 89.0 | -1.5 | 102.0 | -2.9 |
| 31/10/20 | 42.0 | -2.3 | 88.7 | -0.3 | 101.1 | -0.9 |
| 15/11/20 | 40.0 | -4.8 | 87.6 | -1.2 | 100.0 | -1.1 |
| 29/11/20 | 37.9 | -5.3 | 87.1 | -0.6 | 95.0 | -5.0 |
| <i>Tabla elaborada por la tesista</i> | | | | | | |
| Ejemplo: Para el Zn en la fecha 18-10-20 | | | | | | |
| % Zn extraído = $(43.0 - 43.2) \times 100/43.2 = 0.46$ | | | | | | |
| Prom. | | | | | | |
| Extraído en cada análisis | | -3.8 | | -0.9 | | -3.1 |

4.3. Prueba de Hipótesis

Después de realizar el presente estudio en el que se somete al suelo en una extracción de Zn, Pb y Fe; y, teniendo en cuenta la hipótesis “La planta *Lolium perenne* o *Rye Grass* tiene una gran capacidad de absorción metálica en condiciones climatológicas de Huariaca-Pasco”. Teniendo en cuenta los análisis Físico- Químicos, y los resultados del tratamiento de datos, se concluye que la hipótesis formulada es técnicamente válida.

4.4. Discusión de resultados

El Rye Grass es una gramínea que se desarrolla con facilidad en la localidad de Huariaca (Pasco) ya que presenta todas las condiciones climatológicas favorables para su crecimiento. El presente estudio, demuestra que esta vegetación sirve para descontaminar un suelo con contenido de los metales pesados: Zn, Pb y Fe; demostrándose que, hay una ligera preferencia hacia el Zn luego al Fe y finalmente el plomo.

De los 43.2 ppm de Zn al inicio de la investigación se realizaron 7 análisis posteriores según las fechas dadas en la Tabla 2, y, al final se obtuvieron 33.0 ppm, lo que dio como resultado $43.2 - 33 = 10.2$ ppm de Zn extraído equivalente al 23.6 % de Zn extraído durante la investigación. De igual manera se obtuvieron 5.4 ppm de Pb extraído de 90.4 ppm que hubo al inicio, equivalente al 5.9 % extraído total y finalmente de 105 ppm que hubo al inicio, se obtuvieron 21 ppm de Fe equivalente a 20 % total.

CONCLUSIONES

Las condiciones climatológicas de Huariaca se presentan favorables para el desarrollo de la gramínea Rye Grass, estas son: En los meses mientras duró la investigación: octubre, noviembre, diciembre de 2020 y la primera semana de diciembre del 2021.

- Temperatura promedio: 22 °C día y 16-17 °C noche
- Radiación UV: 5 a 6.

Los reportes del Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María permitieron hacer un tratamiento de datos a fin de determinar el orden de extracción de los elementos metálicos los que tomando como referencia los análisis

iniciales de las muestras resultaron:

- Zinc 23.6 % de extracción
- Plomo 5.9 % de extracción
- Hierro 20.0 % de extracción

A las condiciones de acidez y materia orgánica del suelo:

- pH promedio 7.3
- M.O. promedio: ... 3.1 %

Los resultados demuestran que el Rye Grass tiene más preferencia por el Zn, luego el Fe y finalmente el Pb.

Se concluye que el Rye Grass se recomienda para la extracción de zinc y Fe y remediar un suelo siempre que las condiciones climáticas, pH y materia orgánica sean similares a los de Huariaca.

RECOMENDACIONES

En lugares con las condiciones climáticas como la de Huariaca el empleo del Rye Grass sería una gran alternativa para remediar la contaminación química de suelos disturbados como los tratados en el presente estudio de investigación.

Es muy recomendable el empleo del Rye Grass por ser una gramínea muy dócil en su manejo y fácil desarrollo. Incluso a la semana de su plantación se observa un rápido crecimiento.

Logrado el desarrollo, se puede observar un mejoramiento del campo paisajístico, pero el Rye Grass cultivado en suelos disturbados no es recomendable como pastura de animales o ganados de consumo humano mientras no se hagan pruebas de toxicidad en los laboratorios especializados.

Para remediar un suelo con características diferentes a las de Huariaca, se deberán hacer las pruebas de laboratorio ya que las plantas presentan diferentes comportamientos en otras condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2014, “Guía para muestreo de suelos”, Vice Ministerio de Gestión Ambiental Dirección General de Calidad Ambiental, Lima.

MORENO, E. 2010. Recuperación de suelos mineros contaminados con arsénico mediante fitotecnologías. Tesis Doctoral UAM, Madrid

NAVARRO, S; NAVARRO, G. 2003. Química Agrícola. Ed. Mundi-Prensa. 2 ed. Madrid, s.e., 432.

NAVARRO-AVIÑÓN J.P., AGUILAR ALONSO I., LÓPEZ-MOYA J.R. 2007. Asociación Española de Ecología Terrestre. Ecosistemas 16 (2): 10-25.

NEHNEVAJOVA, E., HERZIG, R., FEDERER, G., Y ERISMANN, K.H. 2005. Cultivares de girasol para la Fitoextracción de metales. Int. J. Phytoremed., 7, 337-349

OROZCO, A; VALVERDE, M; TRÉLLES, R; CHÁVEZ, C; BENAVIDES, R. 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. Terra Latino Americana 34(2395-8030): 441-456.

PEREA-VELEZ Y.S., CARRILLO-GONZALEZ R., SOLIS-DOMINGUEZ F.A., GONZALEZ- CHAVEZ M.C.A. 2015. Fitorremediación de un residuo de mina asistida con enmiendas y bacterias promotoras de crecimiento. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal 6:31-49.

PORTA, J; LÓPEZ, M; ROQUERO, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 960 p.

QUIROGA, A; BONO, A. 2012. Manual de fertilidad y evaluación del suelo. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Argentina, s.e., 156.

DOMINGO ALBERTO SOSA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Manejo de suelos “Técnicas de Toma y Remisión de muestras de suelos” Argentina.

Wild, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi-Prensa. Madrid, España.

TESIS RELACIONADAS

Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico. Tesis Presentada por: Bach. Blanca Miriam Bedoya Escobar. Para optar el Título Profesional de: químico farmacéutico, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica, Tacna 2013.

Fitoextracción de metales pesados en suelo contaminado con *Zea mays* L. En la estación experimental el Mantaro - Junin” en el año 2016. Tesis presentada por: Johana Vanessa Falcón Estrella para optar el grado académico de: Magister scientiae en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional del Centro del Perú, Escuela de Posgrado, Huancayo, 2017.

Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura, Tesis presentada por Jean Zapata-Valladolid para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas, PIURA 2016.

Eficacia de la Fitoextracción para la remediación de suelos contaminados en Villa de Pasco, Tesis presentada para optar el grado académico de maestro en Investigación y docencia universitaria con mención en investigación científica y tecnológica por: Carmen Gilda Avelino Carhuaricra, Universidad Nacional del Callao, escuela de posgrado, sección de posgrado de la facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Investigación y Docencia Universitaria, Bellavista – Callao, 2013.

Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo, Tesis presentada por: Luciana Chávez Rodríguez, para optar el título de ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias, Lima – Perú, 2014.

Ecología aplicada, contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera, Soraya Puga, Manuel Sosa, Toutcha Lebgue, Cesar Quintana y

Alfredo Campos, Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, 2006.

Evaluación de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno en Rye Grass perenne (*Lolium perenne*). Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas carrera de ingeniería agronómica, Trabajo de Grado previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Luis René Alcoser Cabascango, Quito, diciembre 2016.

Fitorremediación de un Suelo Contaminado con Plomo por Actividad Industrial, Tesis, Obtención del Título de: Ingeniero Agrícola y Ambiental, Rubén Sierra Villagrana, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” división de ingeniería departamento de ciencias del Suelo, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2006

Selección de plantas y enmiendas para la recuperación de suelos de mina contaminados con arsénico y metales pesados, Tesis Doctoral, Rebeca Manzano Gutiérrez, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Química Agrícola, Madrid 2013.

CONSULTAS WEB

1. <https://ucdavis.pure.elsevier.com/en/publications/international-zinc-nutrition-consultative-group-izincg-technical-/fingerprints/>
2. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-DatosEnEspanol/>
3. https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2019-02-28/salud-hierro-sangre-cuerpo-mente-envejecimiento_1851038/
4. <https://www.cuandovisitar.pe/peru/huariaca-3009857/>
5. <http://www.belt.es>
6. Breve presentación sobre biorremediación, en castellano:
<http://universidaddesantiago.cl/ima/bioremed.htm>
7. <http://www.eco2site.com/informes/biorremediacion.asp>
8. <http://www.inti.gov.ar/cequipe/dicaria.pdf>
9. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95921743005.pdf>
10. <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar>
11. <https://www.doccity.com/es/estructura-de-la-elodea/4160238/>

ANEXOS

Anexo 1

Cantidad de Zn recomendado

| Etapa de la vida | Límite máximo recomendado/día |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Bebés hasta los 6 meses de edad | 4 mg |
| Bebés de 7 a 12 meses de edad | 5 mg |
| Niños de 1 a 3 años de edad | 7 mg |
| Niños de 4 a 8 años de edad | 12 mg |
| Niños de 9 a 13 años de edad | 23 mg |
| Adolescentes de 14 a 18 años de edad | 34 mg |
| Adultos | 40 mg |

Anexo 2

Uso del suelo en países

| País | Unidad | Uso del suelo | | | |
|-------------------------------|----------|--------------------------------------|--|--|--|
| | | Agrícola | Residencial/ Parques | Comercial | Industrial / Extractivo |
| Perú ^(a) | mg/kg PS | 70 | 140 | 1200 | 1,200 |
| Canadá ^(b) | mg/kg PS | 70 ⁽⁶⁾ /70 ⁽⁷⁾ | 140 ⁽⁶⁾ /140 ⁽⁷⁾ | 260 ⁽⁶⁾ /260 ⁽⁷⁾ | 600 ⁽⁶⁾ /600 ⁽⁷⁾ |
| Alemania ^(c) | mg/kg PS | 1200 ⁽¹⁾ | 200 ⁽²⁾ /400 ⁽³⁾ /1,000 ⁽⁴⁾ | 2,000 ⁽⁵⁾ | 2,000 ⁽⁵⁾ |
| US EPA ^(d) | mg/kg PS | No tiene valores | 400 | 800 | 800 |
| EPA California ^(e) | mg/kg PS | No tiene valores | 150 (año 2005) 80 (año 2009) | 3,500 (año 2005) 320 (año 2009) | 3,500 (año 2005) 320 (año 2009) |

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/inta>

Anexo 3

Profundidad de muestreo de suelos (INTA)

| USOS DEL SUELO | PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS) |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Suelo Agrícola. | 0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm |
| Suelo Residencial/Parques | 0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3) |
| Suelo Comercial/Industrial/Extractivo | 0 – 10 cm (2) |

Anexo 4

Tipo de Extracción de la muestra



Fuente: (<https://www.argentina.gob.ar/inta>)

Anexo 5.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo

Decreto Supremo N° 011 – 2017 – MINAM

| ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO | | | | |
|---|------------------------------|--|--|--|
| Parámetros en mg/kg PS ²⁾ | Usos del Suelo ¹⁾ | | | Métodos de ensayo ^{1), 2)} |
| | Suelo Agrícola ³⁾ | Suelo Residencial/ Parques ⁴⁾ | Suelo Comercial ⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁶⁾ | |
| ORGÁNICOS | | | | |
| Hidrocarburos aromáticos volátiles | | | | |
| Benceno | 0,03 | 0,03 | 0,03 | EPA 8260 ⁷⁾ EPA 8021 |
| Tolueno | 0,37 | 0,37 | 0,37 | EPA 8260 EPA 8021 |
| Etilbenceno | 0,062 | 0,062 | 0,062 | EPA 8260 EPA 8021 |
| Xilenos ⁸⁾ | 11 | 11 | 11 | EPA 8260 EPA 8021 |
| Hidrocarburos poliaromáticos | | | | |
| Naftaleno | 0,1 | 0,6 | 22 | EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270 |
| Benzo(a) pireno | 0,1 | 0,7 | 0,7 | EPA 8270 |
| Hidrocarburos de Petróleo | | | | |
| Fracción de hidrocarburos F1 ⁹⁾ (C6-C10) | 200 | 200 | 500 | EPA 8015 |
| Fracción de hidrocarburos F2 ⁹⁾ (>C10-C28) | 1200 | 1200 | 6000 | EPA 8015 |
| Fracción de hidrocarburos F3 ⁹⁾ (>C28-C40) | 3000 | 3000 | 6000 | EPA 8015 |
| Compuestos Organoclorados | | | | |
| Bifenilos policlorados - PCB ¹⁰⁾ | 0,5 | 1,3 | 33 | EPA 8062 EPA 8270 |
| Tetracloroetileno | 0,1 | 0,2 | 0,5 | EPA 8260 |
| Tricloroetileno | 0,01 | 0,01 | 0,01 | EPA 8260 |
| INORGÁNICOS | | | | |
| Arsénico | 50 | 50 | 140 | EPA 3050 EPA 3051 |
| Bario total ¹¹⁾ | 750 | 500 | 2 000 | EPA 3050 EPA 3051 |
| Cadmio | 1,4 | 10 | 22 | EPA 3050 EPA 3051 |
| Cromo total | ** | 400 | 1 000 | EPA 3050 EPA 3051 |
| Cromo VI | 0,4 | 0,4 | 1,4 | EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ¹²⁾ |
| Mercurio | 6,6 | 6,6 | 24 | EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8 |
| Plomo | 70 | 140 | 800 | EPA 3050 EPA 3051 |
| Cianuro Libre | 0,9 | 0,9 | 8 | EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F ó ASTM D7237 y ó ISO 17690:2015 |


Anexo 6

Etiqueta de muestreo para llevar al Laboratorio


| | |
|------------------------|-------|
| N° de Muestra: | _____ |
| Nombre propietario | _____ |
| Ubicación del Muestreo | _____ |
| Fecha de Muestreo | _____ |

Anexo 7

Primer análisis de suelo





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PÁSCO, PÁSCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|---------|------|-----|------|---|---|------------|-------------------------|------|-------|------------|---|-------|-------|-------|-------|------|---|---|---|-------|----|----|---|----|----|---|------------|-----------|---------|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | CICe | % | % | % | | | | | | | | | | |
| | | Arena | Arcilla | Limo | | | | | | | | | 1:1 | % | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | | | | | mg/kg | Ca | Mg | K | Na | Al | H | Bas. Camb. | Ac. Camb. | Sat. Al |
| | | % | % | % | | | | | disponible | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | SO448 | - | - | - | 7.4 | 3.0 | - | - | - | 43.2 | 90.4 | 102.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
4 DE OCTUBRE 2020

Anexo 08



Segundo análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|----------------|------|-----|---|---|-------------------------|------|------|-----------------------|-----|---|-------------|-------------|-------------|------|---|---|---|-------------|-------------|----|----|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | Zn disponible | Pb | Fe | CAMBIABLES Cmol(+)/kg | | | | | | CICe | % | % | % | | | | |
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | | | | | Textura | 1:1 | % | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca | Mg |
| 1 | SO468 | - | - | - | Franco arenoso | 7.4 | 3.0 | - | - | - | 43.0 | 89.0 | 102.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
18 DE OCTUBRE 2020

Anexo 09



Tercer Análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|----------------|------|-----|---|---|-------------------------|------|------|-----------------------|-----|---|-------------|-------------|-------------|------|---|---|---|-------------|-------------|----|----|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | Zn disponible | Pb | Fe | CAMBIABLES Cmol(+)/kg | | | | | | CICe | % | % | % | | | | |
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | | | | | Textura | 1:1 | % | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca | Mg |
| 1 | SO469 | - | - | - | Franco arenoso | 7.3 | 3.1 | - | - | - | 42.0 | 88.7 | 101.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
31 DE OCTUBRE 2020

Anexo 10



Cuarto análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANALISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----|------|---|---|--------------|-------------------------|-------------|-------|----|----|-------------|-------------|----|----|---|----|------------|---|---|---|----|---|------|---------------|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANALISIS MECANICO | | | pH | M.O. | N | P | K disponible | | | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | Cmol(+)/kg | % | % | % | | | | |
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca | Mg | K | Na | | | | | Al | H | CiCe | Bas. Camb. |
| 1 | SO497 | - | - | - | 7.0 | 2.96 | - | - | - | 40.0 | 87.6 | 100.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
15 DE NOVIEMBRE 2020

Anexo 11

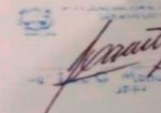
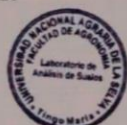
Quinto análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANALISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----|------|---|---|--------------|-------------------------|-------------|------|----|----|-------------|-------------|----|----|---|----|------------|---|---|---|----|---|------|---------------|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANALISIS MECANICO | | | pH | M.O. | N | P | K disponible | | | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | Cmol(+)/kg | % | % | % | | | | |
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca | Mg | K | Na | | | | | Al | H | CiCe | Bas. Camb. |
| 1 | SO530 | - | - | - | 7.3 | 3.0 | - | - | - | 37.9 | 87.1 | 95.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
29 DE NOVIEMBRE 2020

Anexo 12

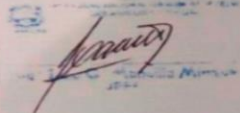

Sexto análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|---------|------|----------------|------|------|---|---|-------------------------|------|------|------------|-----|---|-------------|-------------|-------------|------|---|---|---|-------------|-------------|----|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | CICe | % | % | % | | | |
| | | Arena | Arcilla | Limo | | | | | | | | | Textura | 1:1 | % | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca |
| 1 | SO560 | - | - | - | Franco arenoso | 7.4 | 2.79 | - | - | - | 36.7 | 86.5 | 92.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
13 DE DICIEMBRE 2020

Anexo 13



Séptimo análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|---------|------|----------------|------|------|---|---|-------------------------|-----|------|------------|-----|---|-------------|-------------|-------------|------|---|---|---|-------------|-------------|----|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | CICe | % | % | % | | | |
| | | Arena | Arcilla | Limo | | | | | | | | | Textura | 1:1 | % | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca |
| 1 | SO561 | - | - | - | Franco arenoso | 7.2 | 2.74 | - | - | - | 3.5 | 85.8 | 89.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
27 DE DICIEMBRE 2020

Anexo 14



Octavo análisis del suelo


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS DE SUELOS

| SOLICITANTE: FIORELLA CORNELIO MELGAREJO | | | | | | | | | | HUARIACA - PASCO, PASCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----|------|---|---|--------------|-------------------------|-------------|------|----|----|-------------|-------------|----|----|---|----|---|---|---|----|---|------|---------------|--------------|------------|---|
| N° | DAT CODIGO DEL LAB. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | pH | M.O. | N | P | K disponible | | | Zn | Pb | Fe | CAMBIABLES | | | | | | % | % | % | | | | | | | |
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | mg/kg MS | | | | mg/kg MS | mg/kg MS | Ca | Mg | K | Na | | | | Al | H | ClCe | Bas. Camb. | Ac. Camb. | Sat. Al | |
| 1 | S0581 | - | - | - | 7.1 | 3.3 | - | - | - | 33.0 | 85.0 | 84.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

MUESTREO POR EL SOLICITANTE
10 DE ENERO 2021

Anexo 15

Materiales y equipos empleados



Anexo 16

Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de la Selva de Tingo María



PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 01

Semilla de Rye grass



Foto 02

Empiezan a crecer las plántulas de Rye grass



Foto 03

El crecimiento del Rye Grass es más notorio



Foto 04

Tesista observando el desarrollo del Rye grass



Foto 05

Tesista y el desarrollo del Rye Grass al finalizar el proyecto

