

“AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**INFLUENCIA DE LA PUTACCA Y TOTORA PARA LA
FITOESTABILIZACIÓN EN LOS DEPOSITOS DE RELAVES
MINEROS EN LA COMPAÑÍA MINERA TAMBO DEL CONDOR S.R.L
- AYACUCHO - 2017**

**LINEA DE INVESTIGACION
MEDIO AMBIENTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ASTO GONZALES, Jeny Maribel

ASESOR:

MSc. ACHARTE LUME, Luz Marina

LIRCAY – HUANCABELICA

2018

ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

EN LA CIUDAD DE LIRCAY, EN EL PARANINFO DE LA FIMCA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA, A LOS 13 DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2018 A HORAS 4.00 P.M. SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR, CONFORMADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

PRESIDENTE: Amadeo Enriquez Donaire
 SECRETARIO: Cesar Salvador Guzman Ibanez
 VOCAL: Jorge Washington Rodriguez Deza

RATIFICADOS LOS MIEMBROS DE JURADO CON RESOLUCION N° 309-2018-FIMCA-VU4 PARA SUSTENTAR LA TESIS TITULADO: "INFLUENCIA DE LA PUTOSCA PARA LA FITOESTABILIZACION EN LOS DEPOSITOS DE RELAVES MINEROS EN LA COMPAÑIA MINERA TAMBO DEL CONDOR S.R.L. AYACUCHO 2017"

CUYO AUTORES ES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

BACHILLER (S): ASTO GONZALES JENY MARIBEL

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA.

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR EL AUDITORIO POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE INVITAR A PASAR NUEVAMENTE AL AUDITORIO A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO APROBADO POR MAYORIA CULMINANDO ALAS 5.30 P.M.

DE LA TARDE, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

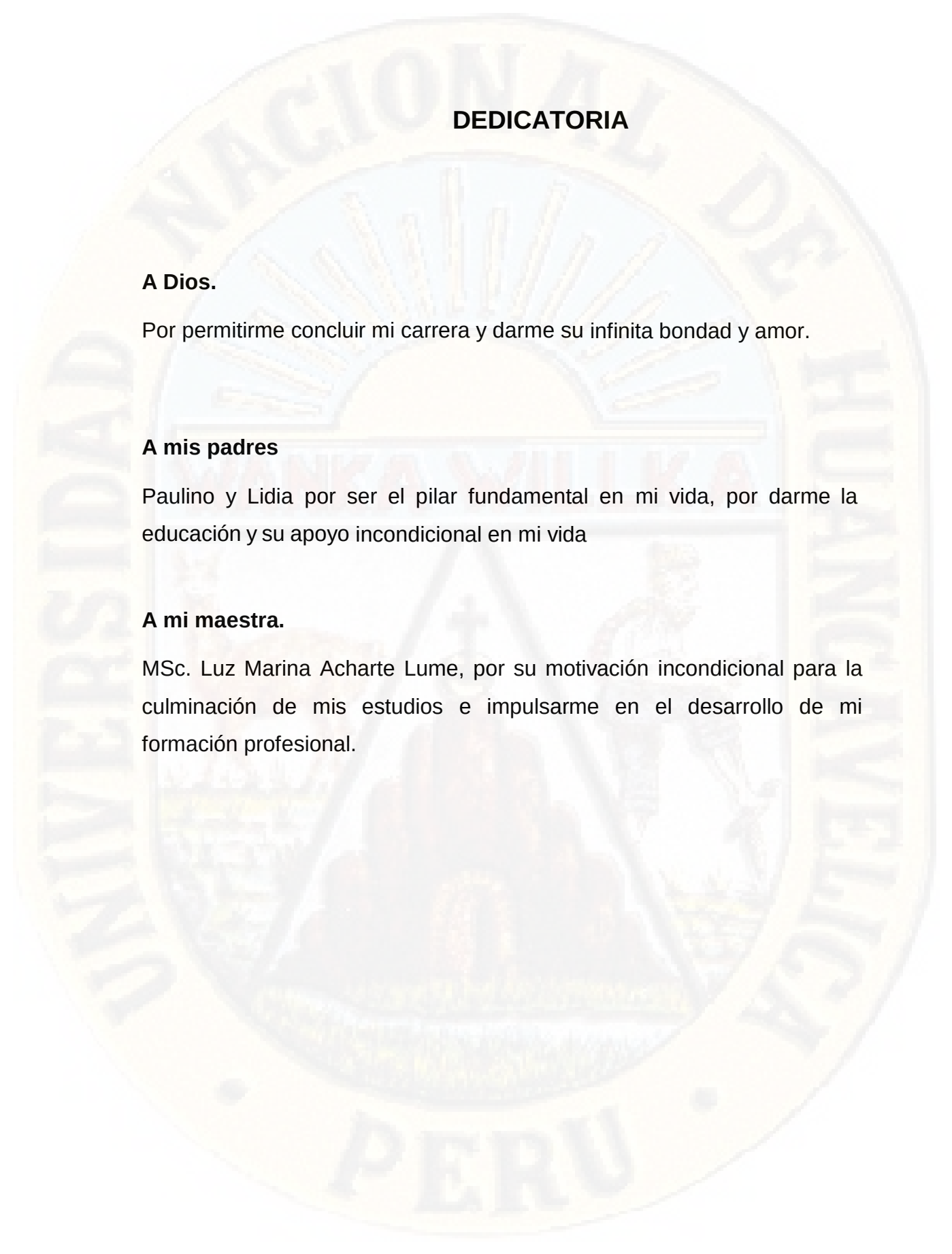
BACHILLER: ASTO GONZALES JENY MARIBEL

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	<u>APROBADO POR MAYORIA.</u>
SECRETARIO	
VOCAL	
ACCESITARIO	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

[Firma] Presidente Dr. ENRIQUEZ DONAIRE Amadeo
[Firma] Secretario MSc. GUZMAN IBANEZ Cesar Salvador
[Firma] Vocal MSc. RODRIGUEZ DEZA Jorge Washington

[Firma]
 Sustentante
Asto Gonzales Jeny Maribel



DEDICATORIA

A Dios.

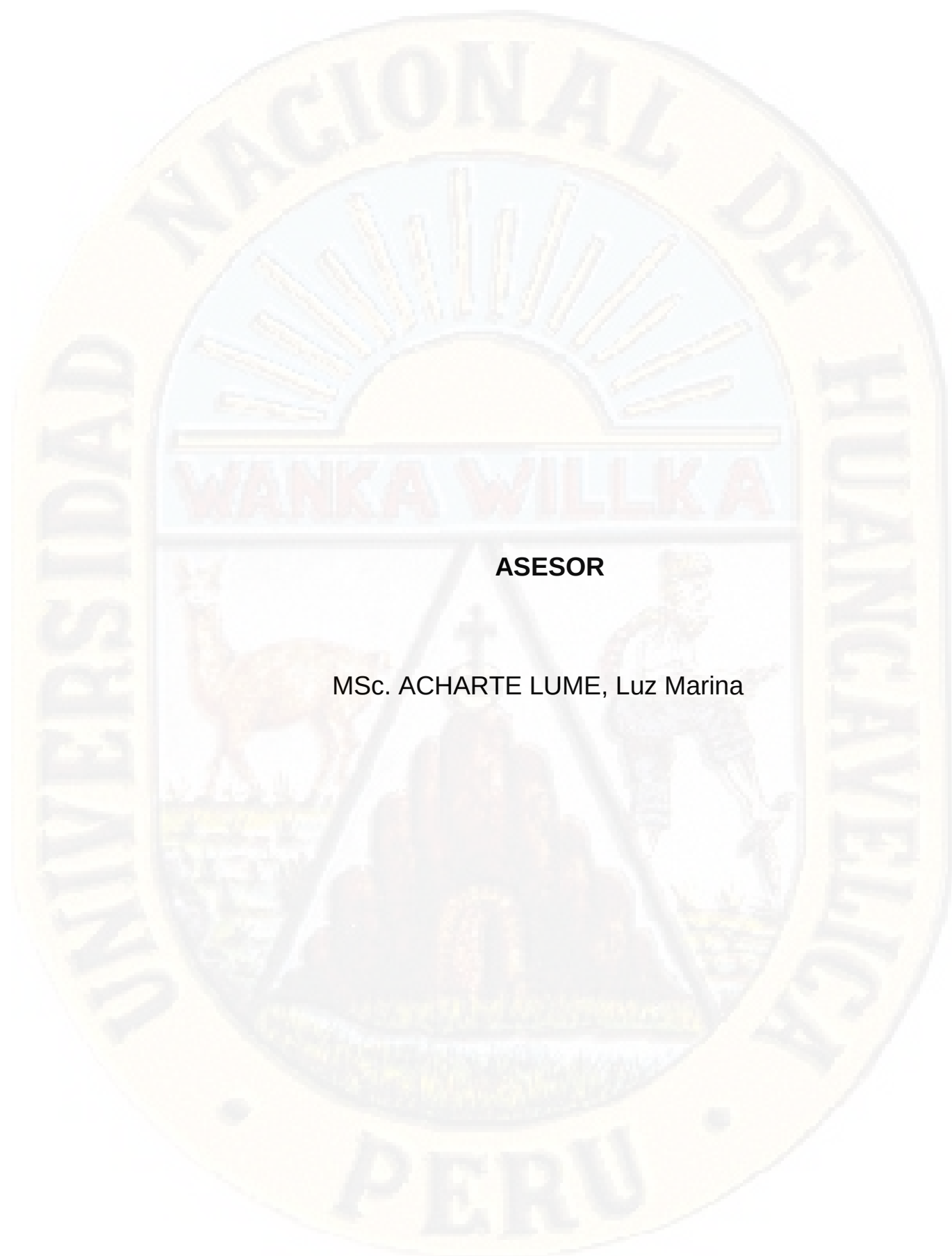
Por permitirme concluir mi carrera y darme su infinita bondad y amor.

A mis padres

Paulino y Lidia por ser el pilar fundamental en mi vida, por darme la educación y su apoyo incondicional en mi vida

A mi maestra.

MSc. Luz Marina Acharte Lume, por su motivación incondicional para la culminación de mis estudios e impulsarme en el desarrollo de mi formación profesional.



ASESOR

MSc. ACHARTE LUME, Luz Marina

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me dio la vida, sabiduría y fortaleza para alcanzar este triunfo y llenarme de bendiciones en todo el tiempo con su infinito amor.

A mi familia por el cariño, comprensión, tolerancia y la confianza en cada etapa que comprendió a lo largo de mi carrera.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas Civil Ambiental a mi alma mater Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, por haberme abierto las puertas de un pilar científico y a mis maestros por darme los conocimientos y apoyo para seguir día a día.

RESUMEN

La presente investigación denominada “INFLUENCIA DE LA PUTACCA Y TOTORA PARA LA FITOESTABILIZACION EN LOS DEPOSITOS DE RELAVES MINEROS EN LA COMPAÑÍA MINERA TAMBO DE CONDOR S.R.L.- AYACUCHO”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros ya que los relaves mineros son un problema latente para el ambiente y para ello existen técnicas como la fitoestabilización que mediante la utilización de especies nativas vegetales como la putacca (Familia Apiaceae) y totora (Scirpus Californicus) capaces de resistir y sobrevivir en suelos con altas concentraciones de metales pesados con el fin de estabilizar los parámetros físicos y químicos de las sustancias ricos en metales pesados como el plomo en estudio.

La investigación es aplicada de nivel experimental con diseño descriptivo correlacional ya que se trabajó con 2 especies nativas como la putacca (Familia Apiaceae) la totora (Scirpus Californicus), que han sido experimentadas en muestras de depósitos de relaves mineros recirculados con bombas para la oxigenación de dichas plantas.

Se utilizó el método de espectroscopia de absorción atómica para determinar la concentración de plomo (Pb) en los depósitos de relaves.

Dando como resultados de los análisis, la planta de especie nativa putacca (Familia Apiaceae) influyo significativamente ($P < 0.05$) en la concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros, la cual mediante sus raíces absorbió en tres tiempos: tiempo inicial (T_0 : 0.0043 mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T_1 : 0.0301 mg/L) y en el tiempo final (T_2 : 0.127 mg/L).

La planta de especie totora (*Scirpus Californicus*), influyo significativamente en la concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros, la cual mediante sus raíces absorbió elevadas concentraciones de plomo en tres tiempos: tiempo inicial (T0: 0.0044 mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T1: 0.1907 mg/L) y en el tiempo final (T2: 0.2816 mg/L).

Las plantas putacca y totora favorecen significativamente ($P < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor

Palabras claves: Fitoestabilización, depósitos de relaves mineros, plomo

ABSTRACT

The present investigation called "INFLUENCE OF THE PUTACCA AND TOTORA FOR THE PHYTOSTABILIZATION IN THE DEPOSITS OF MINING RELAYS IN THE MINING COMPANY TAMBO DE CONDOR SRL- AYACUCHO", had as objective to determine the influence of the putacca and totora for the phytostabilization in the deposits of mining tailings since mining tailings are a latent problem for the environment and for this there are techniques such as phytostabilization that by using native plant species such as putacca (Family Apiaceae) and totora (*Scirpus Californicus*) able to resist and survive in soils with high concentrations of heavy metals in order to stabilize the physical and chemical parameters of substances rich in heavy metals such as lead under study.

The research is applied at the experimental level with correlational descriptive design since it was worked with 2 native species such as the putacca (Family Apiaceae) the totora (*Scirpus Californicus*), which have been experimented in samples of deposits of recirculated mine tailings with pumps for oxygenation of said plants.

The atomic absorption spectroscopy method was used to determine the concentration of lead (Pb) in the tailings deposits.

As a result of the analysis, the plant of the native species Putacca (Family Apiaceae) significantly influenced ($P < 0.05$) in the concentration of lead in the deposits of mine tailings, which through its roots absorbed in three times: initial time (T0): 0.0043 mg / L), average time after 1 month (T1: 0.0301 mg / L) and in the final time (T2: 0.127 mg /L).

The totora plant (*Scirpus Californicus*), significantly influenced the concentration of lead in the tailings deposits, which through its roots absorbed high concentrations of lead in three times: initial time (T0:

0.0044 mg / L), time medium after 1 month (T1: 0.1907 mg / L) and in the final time (T2: 0.2816 mg / L).

Putacca and totora plants favor significantly ($P < 0.05$) according to Tukey's means test for phytostabilization in the mine tailings deposits of the Tambo del Cóndor Mining Company

Keywords: Phytostabilization, mining tailings deposits, lead.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACION	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DEDICATORIA	III
ASESOR	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII
INDICE	X
INDICE DE TABLA	XII
INDICE DE FIGURA	XIII
INTRODUCCION	15
CAPÍTULO I	16
PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.4. JUSTIFICACIÓN	18
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES	20
2.2. BASES TEÓRICAS.	25
2.3. HIPÓTESIS	40

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:	40
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	41
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	42
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	44
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.6. POBLACIÓN, MUESTRA	45
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	62
CAPÍTULO IV	63
RESULTADOS	63
4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE DATOS	63
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	76
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	82
ANEXO	86
MATRIZ DE CONSISTENCIA	81

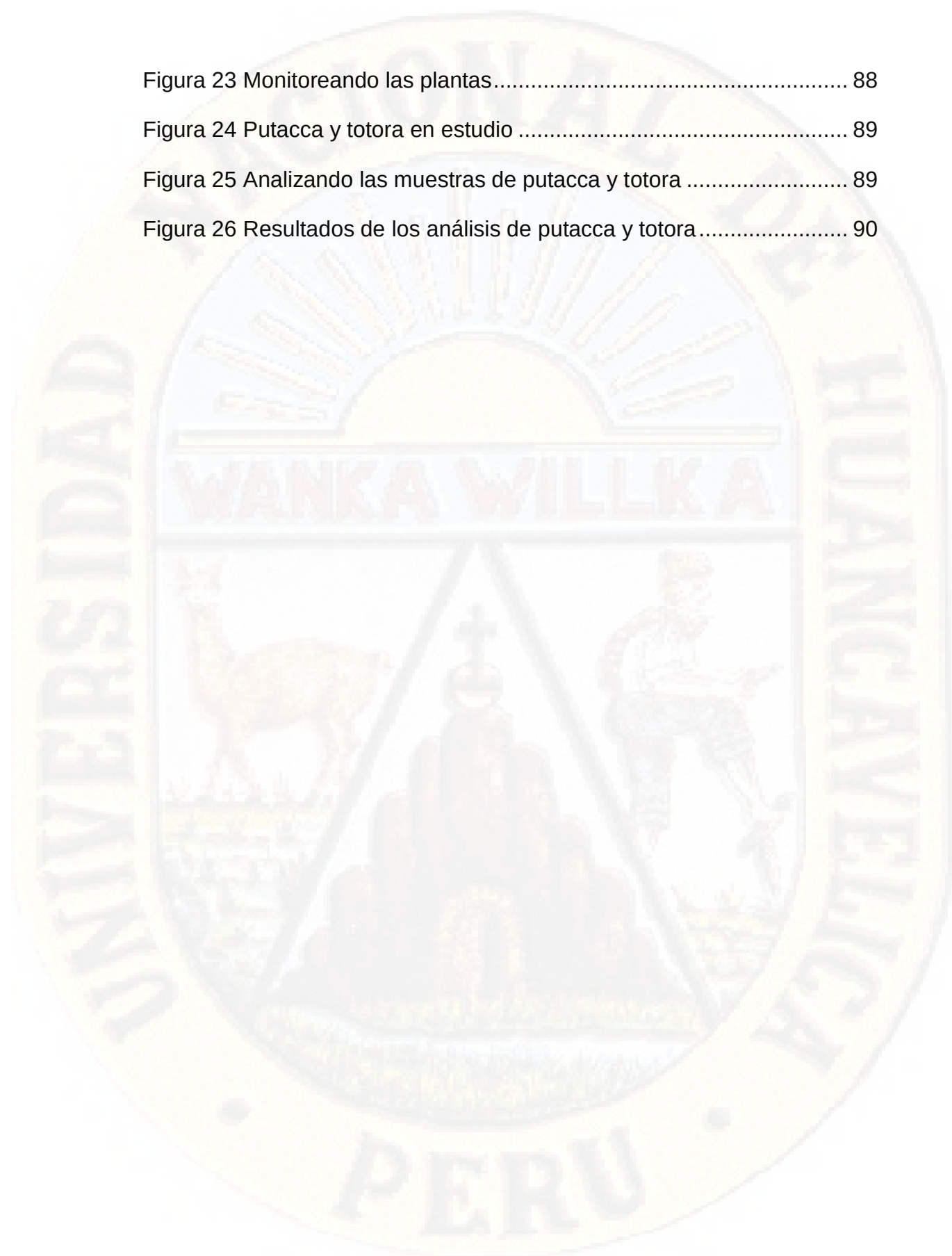
INDICE DE TABLA

Tabla 1 Clasificación de la totora.....	36
Tabla 2 Concentración característica del plomo.....	53
Tabla 3 Resultados de Materia seca de la putacca y totora.....	59
Tabla 4 Determinación de minerales de la putacca y totora.....	60
Tabla 5 Resultados de concentración de plomo en la especie nativa totora	63
Tabla 6 Resultados de concentración de plomo en la especie nativa putacca...	64
Tabla 7 Resultados de lectura de concentración de plomo en relave	65
Tabla 8 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en plantas de acuerdo a al tiempo y especie de plantas.	66
Tabla 9 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).....	67
Tabla 10 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en relave de acuerdo a al tiempo y especie de plantas.	69
Tabla 11 Medias de concentración de plomo en relave, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).....	70
Tabla 12 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en plantas de acuerdo a al tiempo y especie de plantas	77
Tabla 13 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).....	78
Tabla 14 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).....	79

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Planta Putacca.....	32
Figura 2 Planta Totora	35
Figura 3 Unidad Minera Tambo del Cóndor.....	42
Figura 4 Balanza analítica.....	46
Figura 5 Campana extractora	46
Figura 6 Bloque digestor	46
Figura 7 Purificador de agua.....	47
Figura 8 Espectrofotómetro de absorción atómica.....	47
Figura 9 Molino	48
Figura 10 Horno mufla	48
Figura 11 Estufa de convección forzada.....	48
Figura 12 Muestras de relaves	49
Figura 13 Planta putacca	50
Figura 14 Planta totora	50
Figura 15 Tomado 50 ml muestra de relave	51
Figura 16 Proceso de digestión	51
Figura 17 Análisis por espectroscopia de absorción atómica	56
Figura 18 Muestra de totora homogenizada	57
Figura 19 forraje seco entre 1mm a 2 mm de diámetro	58
Figura 20 Muestra del forraje molido	58
Figura 21 Estimación de la ecuación lineal para una asociación entre concentración de Plomo en Relave y el tiempo.	71
Figura 22 Muestra al campo	88

Figura 23 Monitoreando las plantas.....	88
Figura 24 Putacca y totora en estudio	89
Figura 25 Analizando las muestras de putacca y totora	89
Figura 26 Resultados de los análisis de putacca y totora.....	90



INTRODUCCION

La minería, es una de las actividades económicas del país que más ha crecido durante la última década y es también una de las que ha ocasionado más contaminación histórica del medio ambiente, ya sea en forma directa o indirecta. Según CASTRO (2013), menciona que los relaves mineros son un problema latente para el ambiente y la sociedad.

Según DONOSO (2015), explica si no se considera un manejo posterior a su abandono, pueden ser fuente de diversos inconvenientes de salud para las comunidades aledañas, ya que pueden incidir negativamente en la flora, fauna y cursos de aguas disponibles del lugar donde están insertos. Esto se debe a que aumentan su incidencia negativa por actividad eólica, lo que provoca inhalación directa de los contaminantes; eventos climáticos lluviosos, que contaminan el agua de riego con la posterior ingesta de alimentos contaminados; movimientos telúricos, que infiltran contaminantes a napas subterráneas, entre otros eventos naturales.

La fitorremediación es una técnica que utiliza a las plantas para reducir, in situ las concentraciones de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos, entre ellos los metales pesados considerados como tóxicos para los organismos vivos. (CASTRO, 2013). El uso de las plantas para conseguir disminuir de algún modo el riesgo de movilización y transferencia de los contaminantes. Son conceptos íntimamente unidos ya que la presencia de plantas en un suelo lo estabiliza haciéndolo menos susceptible a la erosión y dispersión eólica, pero muchas de ellas también acumulan en raíz elementos contaminantes de forma que dificultan su movilidad y transferencia. MORENO (2010).

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Bajo este enfoque los depósitos de relaves mineros son un problema latente la que concentra desechos tóxicos que contiene metales pesados como el arsénico, cadmio, plata, zinc, plomo y químicos propios del procesamiento minero que acumulan durante el proceso de refinación y fundición, la que causa daños a la salud y al ambiente.

Al respecto Villanueva (2007), define que la fitorremediación proviene del griego de Phyto que significa “planta” y remedium que significa “recuperar el equilibrio” es un conjunto de tecnologías que reducen in situ o ex situ la concentración de metales pesados de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados que aprovecha la capacidad de algunas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como metales pesados, elementos radiactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.

Dentro de sus métodos esta la fitoestabilización que utiliza especies vegetales nativas capaces de resistir y sobrevivir en suelos con altos niveles de metales, con el fin de estabilizar física y químicamente sustratos ricos en metales como es el caso de los depósitos de relaves mineros. A diferencia de métodos de estabilización como la cementación y la vitrificación, no produce alteraciones importantes en el paisaje, conserva el ecosistema y permite convertir las áreas tratadas en parques recreacionales o en zonas de cultivo de determinadas especies arbóreas

con valor económico principalmente, también reduce los riesgos ambientales y de salud humana.

Adicionalmente para llevar a cabo un proceso de fitoestabilización se debe seleccionar las plantas adecuadas como la totora que gracias a sus estudios verificaron su capacidad de descontaminar las aguas que tienen sus raíces, las que absorben los metales pesados y la putacca, que es una planta medicinal y a la vez tiene una raíz resistente a altas concentraciones. Conforme las plantas van creciendo, cambian y estabilizan el suelo, va reducir la movilidad de los contaminantes evitando así su migración a otros medios como el agua o el aire.

De lo anterior, y dada la carencia de una explicación técnica y científica de la fitoestabilización que es una tecnología aplicada a depósitos de relaves mineros, y alternativas que constituyen las plantas como la totora y la putacca que implican sistemas directos o indirectos de evaluación, medición, monitoreo, control, interacción, comportamiento de ellas que se desarrolla en lugares con alta concentración de metales pesados como son los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L - Ayacucho – 2017.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L - Ayacucho -2017?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los resultados de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017?

- ¿En qué medida favorece la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L - Ayacucho -2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los resultados de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017.
- Determinar en qué medida favorece la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017.

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica bajo las siguientes premisas:

Uno de los retos a los que nos enfrentamos como profesionales es de encontrar formas de recuperar el ambiente, flora, fauna y la salud humana a fin de proponer soluciones de remediación de las nuevas zonas de uso minero.

Según SILVA (2012), la fitoestabilización o tratamiento con plantas, aparece como una solución de remediación de suelos contaminados por metales pesados. Si bien es cierto, estas tecnologías biológicas tienen como principal desventaja el tiempo que puede tardar su puesta en marcha y la visualización de sus resultados, no implican una alteración

del medio local; son métodos de 2 tratamiento in-situ, amigables con el ambiente y poco costosos.

Actualmente en otros países se vienen planeando y estudiando diversos métodos ambientales de los cuales muchos de fueron realizados con plantas metaloficas que juegan un rol importante en el ecosistema, dando resultados positivos en el tratamiento de los depósitos de relaves mineros.

Los resultados de esta investigación contribuirán a que los campos contaminados con metales pesados puedan ser recuperados, ya que la fitoestabilizacion es una alternativa ante esta problemática ambiental y se basa en el uso de especies nativas que acumulan elevadas concentraciones de metales en sus raíces y tejidos para absorber y metabolizar contaminantes presentes en el suelo, aire y agua. Ya que el Ministerio de Energía y Minas obliga al titular minero la recuperación del suelo después de la explotación minera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A Nivel Internacional:

MORENO JIMÉNEZ, (2010). TRABAJO EN RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS MINEROS CONTAMINADOS CON ARSÉNICO MEDIANTE FITOTECNOLOGIAS. (Tesis Doctoral: Ciencias), Departamento de Química Agrícola, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de plantas autóctonas mediterráneas frente al arsénico, la transferencia este elemento desde los suelos mineros a las plantas y evaluar su utilidad para la fitorrecuperación de suelos contaminados con As.

Utilizo dos métodos analíticos: i) Biodisponibilidad de metales y arsénico en un suelo ácido contaminado: uso de altramuz para validar los métodos de extracción; ii) Métodos de digestión para extraer arsénico de muestras de suelo y planta.

Llegaron a las siguientes conclusiones: i) Los métodos RHIZO y Wenzel $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ son los métodos de extracción química más recomendados para evaluar la disponibilidad de As, Cu y Zn en suelos ácidos multicontaminados usando el altramuz como especie modelo. El método RHIZO tiene algunos problemas asociados que le hacen metodológicamente más problemático, debido a que crecen rápidamente microorganismos en el extracto y que el tiempo de extracción es mayor. Por ello, en adelante se

utilizará la extracción con sulfato amónico de forma rutinaria para evaluar la fracción disponible en suelos para las plantas. ii) El método de extracción de arsénico en muestras vegetales y de suelo mediante una digestión con nítrico y peróxido de hidrógeno usando autoclave es válido y comparable a aquellos resultados obtenidos mediante agua regia en microondas. En adelante será el método que utilizaremos para la digestión de muestras vegetales y elemento total en suelos.

2.1.2. A Nivel Nacional:

CHOQUE YUCRA, (2010). CUANTIFICACIÓN DE LA REMOCIÓN DE PB Y CD MEDIANTE LA LENTEJA DE AGUA LEMNAGI BBAYAZO LLAZOLLA FULICULOIDESDE LAS AGUAS DE LA BAHÍA INTERIOR DE PUNO. (Tesis maestría: Tecnologías de Protección ambiental) Escuela de Post Grado, Universidad Nacional Del Altiplano- Puno, Puno, Perú.

Con el objetivo de Utilizar plantas acuáticas como, lenteja de agua (*Lemna spp.*) y azolla (*Azolla fuliculoides*), para la cuantificación y remoción de metales pesados de agua de la bahía interior Puno. Uso el método Complexometría EDTA. 0.01 M., por titulación con el reactivo de Ethylendiaminotetraacetico ácido disodium (ETDA) ha demostrado ser eficiente en la remoción metales de Cadmio (Cd), plomo (Pb). Se pesaron 10 gramos de planta semihúmeda de ambas especies acuáticas y se introdujeron a los contenedores de polietileno de capacidad de 1 litro de agua de la bahía (contaminada), se colocaron respectivamente las especies acuáticas adaptándolas a condiciones ambientales

del laboratorio, con el objetivo de determinar la capacidad de remoción y biosorción de metales de cadmio Cd (11) y plomo Pb (11), bajo controles de tratamiento T1, 5 días, T2, 10 días, T3, 15 días T4, 20 días, T5, 25 días, T6, 30 días y un tratamiento cero se efectuó los análisis físico químicos de la muestra en blanco y los resultados obtenidos de análisis de agua realizados en el Laboratorio de "Calidad Ambiental" de UNA-PUNO, se puede apreciar en el análisis físico químico de las aguas de procedencia de la lenteja y azolla de Lugar de Paucarcolla y la bahía interior del lago antes de sembrar las plantas acuáticas es como sigue:

- Las muestras de lenteja de agua (*Lemna gibba* L.) y helecho de agua (*Azolla filiculoides* Lam.), fueron recolectadas del manantial lugar paccha del distrito de Paucarcolla (Provincia y Región de Puno - Perú), en el que los factores físico - químicos se presentan en el cuadro 3.1. El helecho de agua, pertenece a un género que tiene un amplio intervalo altitudinal de distribución, que va desde el nivel del mar hasta los 5000 m de altitud (Lumpkin y Plucknett, 1980), en general prefiere condiciones frías y semisombreadas y se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo, reportándose para nuestra región la especie *Azolla filiculoides* Lam.
- Los estudios de bioabsorción de especies acuáticas y la capacidad de remoción y biosorción de Cd (11) y Pb (11) sobre las aguas contaminadas. El pH resulta en este caso también fue una de las principales variables que influyen en el proceso de biosorción, alcanzándose el valor máximo de biosorción a pH's próximos a 4,5 y 6,5 para el

Plomo y el Cadmio, respectivamente. Los valores promedios del pH 6,65, coincidieron con lo reportado por Espinoza y Gutiérrez (2006) que variaron entre 6,6 a 8, 7, y con lo reportado por Lumpkin y Plucknett (1980), quienes encontraron que el intervalo óptimo para el desarrollo del helecho de grupo porcentaje (*Azolla filiculoides* Lam.) se situó entre 4,5 a 8,0. Igualmente, este intervalo incluyó los valores reportados por Quintero y Ferrara- Cerrato (1988) que variaron entre 5,0 y 5,5 para el crecimiento de *A. caroliniana*. Por otro lado, Jamnicka et al., (2004).

De donde se extrae la siguiente conclusión: A través de esta investigación se presentó y se demostró los beneficios de la biorremediación como método de limpieza de aguas contaminados y que es una alternativa viable, aunque aún está en proceso de desarrollo. Además, se demostró que la lenteja de agua y *Azolla filiculoides* tiene la capacidad de remover los metales pesados cadmio y plomo si las condiciones adecuadas se encuentran presentes.

CHÁVEZ RODRÍGUEZ, I. (2104). FITOREMEDIACION CON ESPECIES NATIVAS EN SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO. (Tesis Pregrado: Ingeniero Ambiental) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

En este estudios su objetivo fue recolectaron 37 muestras vegetales de 12 sitios localizados en la ciudad de La Oroya y lago Junín (departamentos de Cerro de Pasco y Junín - Perú), lugares con pasivos mineros, seleccionando 2 especies pertenecientes a los géneros *Calamagrostis* y *Nicotiana* para su cultivo bajo 3 niveles de plomo 700 ppm, 1000 y 1200 ppm, debido a su elevada

concentración de plomo encontrada en campo (3180 ppm radicular y 143 ppm aérea, y 1883 ppm en flores y 2136 ppm en Tallos respectivamente). Junto a estas fue cultivado Vetiver (*Vetiveria zizanoides*) a fin de comparar su potencial fitorremediador con el de las especies nativas mencionadas en invernadero bajo un diseño factorial con nivel de significancia de 0.01% durante 60 días en la Universidad Agraria - Lima.

Cabe resaltar que se planteó una metodología en un primer momento realizar una caracterización botánica de las especies recogidas en campo, pero los requerimientos para dicho proceso incluían obtener las plantas en un estado fenológico en floración. Esto, para el periodo de trabajo fue difícil de obtener en campo por factores externos, por esta razón, la caracterización botánica se realizó siguiendo algunos métodos como la comparación de los registros fotográficos con material disponible en herbarios en línea como el herbario neo tropical de especímenes o la red de información ambiental del suroeste, contrastado con información bibliográfica de la flora altoandina encontrado en fuentes impresas como tesis. Así mismo, se utilizaron nombres comunes de las plantas para poder encontrar su clasificación taxonómica.

Del estudio se concluyó que la *Nicotiana* tiene un mejor potencial de fitorremediación por su desarrollo de biomasa aérea, la elevada concentración de biomasa (276.7 ppm en zona radicular, y 96.5ppm en zona aérea), extracción del metal (0.3 mg de Pb), capacidad de natural de translocar el metal hacia las partes aéreas e inmovilización del metal en la raíz (Factor de Translocación: 0.39) y a su mejor adaptación a otras condiciones climáticas. Se pudo corroborar también la hipótesis de que las plantas nativas son las más adecuadas para fitorremediar espacios naturales. Estos

resultados podrían mejorarse con condiciones climáticas más favorables para las especies nativas, así como un mayor tiempo de evaluación. Podría incluirse también algunos otros metales pesados en la evaluación a fin de determinar si estas plantas pueden usarse para fitorremediar suelos con contaminación polimetálica.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Influencia:

Según el diccionario Wikipedia, menciona que influencia es la calidad que otorga capacidad para ejercer determinado control sobre el poder por alguien o algo. La influencia de la sociedad puede contribuir al desarrollo de la inteligencia, la afectividad, el asertividad, el comportamiento y, en sentido general, la formación de la personalidad. Cuando una persona ha vivido en sociedad y, por razones extremas, se encuentra privada de las relaciones con los demás, teniendo que vivir totalmente aislado, de inmediato comienza a organizar su vida siguiendo los patrones que la sociedad en la que vivía le enseñó.

2.2.2. Fitoestabilizacion

Explica que la fitoestabilizacion es utilizada en los suelos donde la gran cantidad de contaminantes hace imposible realizar el proceso de fitoextracción, y se basa en el uso de plantas tolerantes a los metales para inmovilizarlos a través de su absorción y acumulación en las raíces o precipitación en la rizosfera, reduciendo así su movilidad y su biodisponibilidad para otras plantas o microorganismos. (Donoso, 2015)

2.2.3. Fitoestabilización de relaves mineros

La fitoestabilización constituye una técnica efectiva para estabilización de los depósitos de relaves mineros abandonados y post-operativos. Esta tecnología se define como el uso de especies vegetales nativas y endémicas tolerantes a metales (metalófitas) y de acondicionadores de sustratos adecuados para estabilizar física y química y biológicamente suelos contaminados con metales y desechos mineros masivos que aún contienen metales, como los relaves. (Chamorro, 2008)

Los objetivos de un programa de fitoestabilización de relaves son según (Ginocchio, et al., 2010)

- Inmovilizar o reducir la biodisponibilidad de los metales presentes (estabilización química). Los metales son complejados, precipitados, absorbidos y/o adsorbidos por la raíz de las plantas, los microorganismos asociados a las raíces de las plantas (rizósfera) y por los acondicionadores de sustratos incorporados, donde son acumulados en formas inocuas, evitando así los efectos tóxicos sobre otros seres vivos y el lavado de elementos tóxicos a las napas freáticas.
- Prevenir la dispersión eólica e hídrica del material hacia las zonas aledañas al disminuir eficientemente el potencial de erosión de los relaves (estabilización física).
- Asegurar la auto sustentabilidad del ecosistema recreado artificialmente al restituir la actividad de la microbiota encargada del ciclado de la materia orgánica muerta (estabilización biológica) y al mitigar los factores físicos (ej., compactación y mal drenaje) y nutricionales (ej., ausencia de nitrógeno y de materia orgánica), limitantes de los relaves. Esto permite asegurar el adecuado establecimiento y desarrollo de las plantas introducidas tanto en el corto como en el largo plazo.

2.2.4. Depósitos de relaves mineros

Se trata de gigantescos depósitos de desechos tóxicos que contienen arsénico, plomo, mercurio, sales de cianuro y químicos propios del procesamiento minero que se acumulan en millones de toneladas. Las consecuencias sobre la vida humana y el medioambiente que estos confinamientos de material contaminante producen son incalculables. A esto se suma que en nuestro país no existe una regulación estricta en relación al acopio de desechos de la industria extractiva. (Chamorro, 2008)

2.2.5. Relaves Mineros:

Menciona que toda planta de concentración de minerales, produce o genera un volumen de relaves que es por lo general, en dos terceras partes superior al volumen original de mineral extraído de las galerías mineras o de las superficies, por lo que para el tratamiento de este relave y su posterior disposición se debe contar con un área suficientemente grande para su almacenamiento. Estos relaves que son en definitiva sólidos finos con escaso contenido de mineral valioso, se desechan mezclados con agua con una determinada densidad de pulpa. (Villanueva, 2007)

Dentro de los principales problemas que generan los relaves están:

- Sólidos en suspensión y metales disueltos
- Reactivos que provienen de planta concentradora.
- Generación de aguas ácidas y lixiviación de metales a largo plazo.
- Requerimiento de grandes áreas de superficie para su almacenamiento.

2.2.6. Plomo

- Los efectos del plomo en el ambiente

En la exposición de los seres humanos al plomo pueden dar lugar a una amplia gama de efectos biológicos dependiendo el nivel y duración de la exposición. Los diferentes efectos ocurren sobre una amplia gama de dosis, con el feto que se convierte e infante que es más sensible que el adulto. Los altos niveles de la exposición pueden dar lugar a efectos bioquímicos. Tóxicos en los seres humanos que alternadamente causan problemas en la síntesis de la hemoglobina, de efectos sobre los riñones, del aparato gastrointestinal, del sistema reproductivo, y daños agudos o crónicos al sistema nervioso. (Yucra, 2010).

El envenenamiento con cloro el cual es tan severo como demuestran las enfermedades que puede producir, es muy raro ahora de hecho. En las concentraciones intermedias, sin embargo, hay evidencia persuasiva que conducen a tener efectos pequeños, sutiles, subclínicos, particularmente en progresos neuro psicologicos en niños. Algunos estudios sugieren que pueda haber una pérdida de hasta 2 puntos del índice de inteligencia para una subida del nivel de plomo en la sangre a partir del 1 O a 201-Jg/dl en niños jóvenes. El producto de plomo diario del promedio para los adultos en el Reino Unido se estima en 1.61-Jg del aire, de 201-Jg del agua potable y de 281-Jg del alimento. (Yucra, 2010)

Aunque la mayoría de la gente recibe la cantidad más grande de plomo en el alimento, en poblaciones específicas otras fuentes pueden ser más importantes, por ejemplo, el agua en

áreas con instalación de tubos de plomo y el agua completamente solvente, ventila cerca del punto de las emisiones fuente, del suelo, del polvo, de las escamas de la pintura en viejas casas o de la tierra contaminada. El plomo en el aire contribuye al plomo niveles en alimento con la deposición el polvo y lluvia que contiene el metal, en las cosechas y el suelo.

- **En qué forma está el plomo emitido**

El plomo en el ambiente se presenta de fuentes naturales y antropogénicas. La exposición puede ocurrir a través del agua potable, del alimento, del aire, del suelo y del polvo de la vieja pintura que contiene plomo.

La población adulta no fumadora tiene como principal fuente de exposición es el aumento y agua. El alimento, el aire, el agua y polvo/tierra son los caminos potenciales principales de la exposición los infantes y los niños jóvenes. Para los infantes hasta 4 o 5 meses de la edad, el aire, las fórmulas de la leche y el agua son las fuentes significativas. El plomo está entre los metales no ferrosos reciclados y su producción secundaria por lo tanto ha crecido constantemente a pesar de precios del plomo que declinaban.

Sus características físicas y químicas se aplican en las industrias de la fabricación, de la construcción y del producto químico. Se forma y es fácilmente maleable y dúctil. Hay ocho amplias categorías del uso: baterías, añadidos de la gasolina (permitidos no más de largo en el EU), productos rodados y sacados, aleaciones, pigmentos y compuestos, cable que forra, tiro y munición. (Rodríguez, 2014).

El plomo es un elemento especialmente importante debido a su amplia utilización de una gran variedad de procesos industriales y su toxicidad aguda y crónica. Su resistencia a la corrosión atmosférica y a la acción de los ácidos, especialmente al sulfúrico, hace que el plomo sea muy útil en la edificación, en las instalaciones de fábricas de productos químicos y en tuberías y envolturas de cables. J. francisco Badillo Germen.

Las concentraciones de plomo en el medio de han elevado conforme ha aumentado su uso. Ese aumento ha sido notorio sobre todo a partir de 1750, y es paralelo al desarrollo de la revolución Industrial. A finales de la Segunda Guerra Mundial, la contaminación ambiental por plomo se elevó aún más, entre otras causas, por la introducción de compuestos orgánicos de plomo como aditivos para la gasolina.

- **Propiedades Físicos v químicos**

Se encuentra en el grupo IV A de la Tabla Periódica junto con el carbono, silicio, germano y estaño. Sus estados de oxidación son 0, +2, +4. Su número de valencia 4, sobre todo en compuestos orgánicos.

- **Fuentes naturales**

El plomo es un elemento relativamente abundante que se encuentra en aire, agua, suelo, planta y animales. Sus fuentes naturales son la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emanaciones volcánicas. Desde el punto de vista comercial, los minerales más importantes son la galena (sulfuro de plomo, Pbs.), la

galena es la principal fuente de producción de plomo y se encuentra generalmente asociada con diversos minerales de zinc y, en pequeñas cantidades, con cobre, cadmio, hierro, etc. (Yucra, 2010).

- **Fuentes antropogénicos**

En la actualidad, se utiliza principalmente en la producción de acumuladores y baterías, pigmentos, insecticidas, explosivos, reactivos químicos soldadura, aditivos antidetonantes para gasolina, alfarería decorativa vidriada en baja metálica y en barro, cubiertas para proteger de los rayos X, tuberías, etc.

- **Efectos en el hombre**

En el hombre, la intoxicación depende del tipo de compuestos de plomo. La intoxicación crónica se presenta generalmente por la absorción de óxidos, carbonatos y otros compuestos soluciones en agua a través del tracto digestivo. La intoxicación aguda es menos frecuente y suele resultar de la inhalación de partículas de óxidos de plomo. La intoxicación por plomo orgánico generalmente se debe a la inhalación de tetraetilo de plomo, el cual es altamente volátil y liposoluble en agua. (Yucra, 2010).

2.2.7. Planta putacca

2.2.7.1. Familia apiaceae

Es una familia de plantas fanerógamas, compuesta por varias hierbas y algunos arbustos, tradicionalmente llamadas umbelíferas, debido a que este fue el nombre

original de la familia y aún se mantienen vigentes por prioridad.

Presentan un tallo a menudo estirado; con la médula blanda o fistulosa. Hojas alternas, casi siempre con una vaina abrazadora grande, enteras, partidas, graminoides o más frecuentemente recortadas, o, hendidas, muy a menudo divididas, suelen tener resinas y alcaloides, las de terrenos secos con mayor abundancia de gomorresinas y las de terrenos húmedos de alcaloides.

Flores generalmente hermafroditas más o menos actinomorfas; cáliz con 5 sépalos pequeños o nulos; corola con 5 pétalos, frecuentemente lobulados; androceo con 5 estambres; gineceo ínfero bicarpelar con 2 estilos (carácter definitorio de familia), con la base ensanchada formando un estilopodio, los cuales a su vez forman un disco; cada carpelo con dos partes, comisura y dorso, este último puede estar ornamentado.



Figura 1 Planta Putacca

2.2.7.2. Nombre común

Aceas, aceda, acedera, acedera comestible, acedera común, acedera con hoja de romaza, acedera de lagarto, acedera de prado, acedera de sapo, acedera de secano, acederas, acederas coyundas, acedera silvestre, acederilla, acedilla, acedra de pico de pájaro, acelga, aceras, acerilla, acerón, acerones, acetabla, achitabla, acicera, acidera, acitabla, adera, agrietas, agriguella, agrilla, agrillas, agrillo, alazán, almorraza, alcalamines, ancera, arcera, arcerón, atrancón, azadera, azaderas, azedera, benjamins, calamines, carbaza, fontana, hierba salada, oreja de buey, piallo, piayo, respigo, romaza, romaza medicinal, tallo, tallos, tarja, táñaro, tárgaros, tárrago, vinagrera, vinagreras, vinagretas.

Rumex acetosa es una planta del género Rumex, nativa de Europa y cultivada en algunas zonas por sus hojas comestibles. Tiene una gran variedad de nombres comunes, entre ellos y me parece muy buena porque si, acedera común y vinagrera.

Es nativa de Europa, aunque puede aparecer en cualquier tipo de suelo, crece en terrenos ricos en hierro, en terrenos húmedos de bosques y en zonas umbrías cercanas a cursos de agua.

2.2.7.3. Características

- El tallo de esta planta es erecto, simple y estriado que puede llegar a crecer hasta un metro de altura, suele tener un color rojizo en la base. Las raíces son resistentes a la absorción de metales pesados que crecen profundamente en los

suelos húmedos. Las hojas son lanceoladas, carnosas, comestibles, con sabor agrio, las inferiores están sujetas por un delgado peciolo que se va reduciendo en las más altas hasta desaparecer en las superiores. Las flores son dioicas y aparecen en la parte superior del tallo formando ramilletes de flores de color verde-rojizo que al madurar se vuelven de color púrpura. La cepa es poco tuberosa de la que salen abundantes raíces delgadas. La planta tiene dos sexos: macho y hembra. Las semillas maduras son brillantes y de color marrón.

Se cría en los prados y lugares herbosos, en las vegas y las orillas de los ríos.

2.2.7.4. Cultivo

Es una planta fácil de cultivar, en los huertos suele recolectarse en los meses de primavera.

2.2.7.5. Empleo

Su empleo en ensaladas tiene un sabor muy peculiar, se emplea como condimento en la preparación de diversos platos. También se toma cocida; la sopa de acedera es un clásico en varios países europeos.

La acedera se considera aperitiva y diurética, en la antigüedad se le atribuyó la cualidad de purificar la sangre. Debido a su alto contenido en Vitamina C se considera antiescorbútica. En las picaduras de insectos parece calmar el dolor de las picaduras de avispas y abejas mediante frotamiento de la zona afectada con unas hojas majadas.

2.2.7.6. Propiedades

La acidez de la acedera se debe al bioxalato de potasa (5 a 9 %) el cual es también responsable de sus virtudes

medicinales. Contiene además vitamina C (80 mg/100 g], quercitrina y vitexina y derivados antraquinónicos como la emodina y taninos.

2.2.7.7. Taxonomía

Rumex acetosa fue descrita por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum*

2.2.7.8. Etimología

Rumex: nombre genérico que deriva del latín *rūmex*, *rumīcis*, ya recogido en Plinio el Viejo para designar el género en su época (*quodappellant, nostri vero rumicem, alii lapathum canterinum* que nosotros (los latinos) llamamos *rumex*, y otros *lapathum canterinum*) (XX, 85). *Acetosa*: epíteto latino que significa "con hojas ácidas".

2.2.8. Totorá

La totora es una planta que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas, huachiques y balsares de la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud.



Figura 2 Planta Totorá

Los ecosistemas conformados por los totorales se caracterizan por albergar una importante diversidad de vida silvestre, donde se aprecian aves residentes y migratorias, peces de agua dulce,

numerosos anfibios como sapos y ranas, y gran cantidad de plantas acuáticas como el jacinto de agua, repollo de agua y el lirio flotante, entre otros.

Aunque no existen datos precisos al respecto, se estima que la totora se encuentra en una situación incierta, debido a la sobreexplotación sin reposición de sus estoques, hecho que viene ocurriendo desde hace siglos en los cada vez más impactados humedales del Perú. Esto también se debe, entre otros factores, al crecimiento urbano desordenado que invade los humedales y al uso indiscriminado del agua y su contaminación.

Reino:	Plantae
Filo:	Angiospermae
Clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Cyperales
Familia:	Cyperaceae
Género:	Scirpus
Especie:	S. Californicus

Tabla 1 Clasificación de la totora

2.2.8.1. Morfología

- **Tamaño:** La totora es una hierba acuática perenne, de escaso porte y fasciculada, que puede llegar a medir hasta 4 m de altura, de los cuales al menos la mitad está sumergida bajo el agua y la otra parte se halla por encima de la superficie.
- **Tallo:** Posee un tallo erecto, liso, flexible, liviano, rollizo, triangular, similar al césped y sin tuberosidades en la base.
- **Hojas:** Las hojas de la totora forman una vaina que rodea al tallo en la base. Están distribuidas en dos sectores: las hojas de la parte inferior de la planta presentan vainas foliares carentes de láminas, mientras que las superiores las desarrollan ocasionalmente.

- **Inflorescencia:** La parte alta de la planta presenta una inflorescencia ramificada que por un lado es arqueada, debido al desarrollo de brácteas rígidas, y por otro es erecta en la prolongación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, ovoides u oblongas. Presenta una cubierta floral espiralada, decidua, ovada, redonda en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta.

2.9. Resistencia.

Tiene resistencia a los elementos tóxicos como la capacidad general de soportar un exceso de elementos tóxicos presentes en el medio (Levitt, 1980).

El concepto tolerancia (aunque muchas veces se utiliza también para describir resistencia) sería la capacidad de sobrevivir de una planta en un suelo que es tóxico para otras plantas, y que se manifiesta por la interacción genotipo- ambiente (Hall, 2002). Ersnt y col. (2008) han establecido otra clasificación basada en la tolerancia/sensibilidad de una planta a los elementos traza: plantas hipotolerantes, sensibles o hipersensibles son aquellos fenotipos modificados genéticamente que son extremadamente vulnerables a uno o varios metales/-oides tolerante basal sería el equivalente a resistencia, es decir, la resistencia genética de una especie (suelen denominárseles también poblaciones no metálicas o con tolerancia constitutiva); hipertolerantes son aquellas poblaciones con una baja sensibilidad a uno o varios elementos debido a mecanismos adaptativos (denominadas también poblaciones metalófilas y adaptadas).

Todo ello pone de manifiesto la complejidad de los mecanismos que regulan las estrategias de las plantas para combatir la toxicidad de los elementos traza.

En el caso del arsénico, las plantas controlan sus efectos tóxicos utilizando varias estrategias que implican numerosos mecanismos biológicos, todos ellos se conocen con el nombre de mecanismos de detoxificación. Hasta la fecha no se conocen suficientemente los mecanismos celulares que permiten detectar la presencia de As ni las señales que se inducen después de su detección para poner en marcha los mecanismos de detoxificación, además de aquellas señales celulares que indican los daños producidos. (Moreno, 2010)

2.2.10. Contaminación ambiental

Los metales son aquellos elementos químicos que presentan ciertas propiedades comunes, a saber: conductividad y brillo. Los metales se encuentran en forma aislada como tales o combinados formando minerales. (Yucra, 2010).

Los minerales constituyen parte de la corteza terrestre, formando depósitos superficiales o profundos en donde, se encuentra concentración, o bien, se encuentran disueltos en el agua de los ríos, lagos, y océanos.

En ciertos medios del ecosistema, la concentración de algunos metales se puede elevar tanto que llega a constituir una contaminación, la cual puede ser de origen natural, de acuerdo a un ciclo biogeoquímicos, o bien puede ser una contaminación causado por una actividad humana, entonces considerado antropogénica.

La contaminación natural por metales se produce a partir de las actividades volcánicas, los procesos de erosión, los escapes de

depósitos profundos y superficiales, etc. Nos referimos a algunos de los metales más ubicuos y a aquellos que en concentraciones elevadas tienen efectos tóxicos. Con las características anteriores tenemos el aluminio (Al), el arsénico (As), el Cadmio (Cd), el Cromo (Cr), el mercurio (Hg), el manganeso (Mn) y el plomo (Pb).

2.2.10.1. Metales pesados:

Explica que un metal pesado cuyo peso específico es mayor a 5 g cm^{-3} ó cuyo número atómico es superior a 20. Dentro de estos metales existen los esenciales y no esenciales para los seres vivos, por lo general se consideran elementos esenciales (porque son necesarios para algunos organismos vivos como plantas y animales para que completen su ciclo de vida) al hierro (Fe), manganeso (Mn), cobalto (Co), bromo (Br), cromo (Cr), zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo), y como benéficos al níquel (Ni) y aluminio (Al); los que no tienen ninguna función biológica es el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y arsénico (As). (VILLANUEVA, 2007)

Cuando estos metales pesados y/o As se presentan de manera excesiva pueden causar un daño al ambiente, en el caso del suelo inhibe la actividad enzimática microbiana y reduce la diversidad de flora y fauna, originando infertilidad e incremento en los procesos erosivos, y en los seres humanos la transferencia se da por medio de los alimentos, agua, aire o en la piel (absorción dérmica de contaminantes del suelo y el agua).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general:

La putacca y totora influyen significativamente para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho -2017.

2.3.2. Hipótesis específicas:

- La putacca y totora generan resultados en la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho- 2017.
- La putacca y totora favorecen significativamente en la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L -Ayacucho -2017.

2.4. Definición de términos:

- **Cierre De Mina:** según **Martínez (2007)**. Es un instrumento de Gestión Ambiental conformado por acciones técnicas y legales efectuadas por los titulares de actividades mineras.
- **Cultivos de tierra:** según **Rivera (2012)**. La mezcla y arado de suelos con hidrocarburos y pesticidas para aumentar su oxigenación, estimula la flora microbiana que acelera, con la ayuda de la cosecha elegida, la degradación de componentes tóxicos para el medio ambiente.
- **Depósitos De Metales Pesados:** Según **Volke (2005)**. La ganga es material sin valor (estéril).
- **Fitoestabilización:** según **Ortega – Ortiz**. Es utilizada en los suelos donde la gran cantidad de contaminantes hace imposible realizar el proceso de fitoextracción, y se basa en el uso de plantas tolerantes a los metales para inmovilizarlos.

- **Plantas:** según **LOPEZ (2014)**. Son seres vivos que producen su propio alimento, mediante el proceso de la fotosíntesis.

2.5. Identificación de variables

Variable Independiente (X): Fitoestabilización (putacca y totora)

Variable Dependiente (Y): concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros.

2.6. Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE X: fitoestabilización (putacca y totora)	Según Mendez y Maier (2008) permite inmovilizar contaminantes en el suelo a través de su absorción y acumulación en las raíces o bien, por precipitación en la zona de la rizosfera. Este	1. Putacca	4 plantas	Ficha de observación
		2. Totora	4 plantas	Ficha de observación
DEPENDIENTE Y: concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros	Según Bernal (2003) Son depósitos de desechos tóxicos subatómicos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de tierra,	Concentración de plomo	metales	Espectrofotómetro De absorción atómica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

La empresa minera TAMBO DEL CONDOR SRL. Se sitúa en la sierra sur del país, en el paraje de Santa Cruz de Hospicio, distrito de Paras, provincia de Cangallo y departamento de Ayacucho, a una altitud promedio de 4580 m.s.n.m. Su acceso es partiendo de Lima - Chíncha - San Clemente (Ica) - Licapa por Vía asfaltada con 454km y por último Licapa- Tambo del Cóndor por 14km de Vía afirmada, el primer tramo es conocido como Vía los Libertadores.

Tambo del Cóndor es una Empresa de Pequeña Minería, su capacidad de producción es de 50 TMPD, procesa minerales polimetálicos de Pb- Ag y Zn.

F



C

Unidad Minera Tambo del Cóndor

3.2. Tipo de investigación

Según Oseda, Dulio (2008:117), “El tipo de estudio de la presente investigación es aplicada porque, persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar”.

3.3. Nivel de investigación

Experimental: se realiza la experimentación en las unidades experimentales, en una área y tiempo determinado en el cual se manipula la variable independiente y se mide el efecto de esta variable dependientes, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio experimental (Hernández *et al.*, 2014).

En este nivel se aplica un nuevo tratamiento para mejorar y corregir la situación problemática, que ha dado origen al estudio de investigación (Alfaro, 2012).

Es una investigación que se manipula cuidadosamente las variables, para determinar sus influencias. Responde a las preguntas, ¿cómo? y ¿por qué? Es decir, se realiza la investigación sobre la base de la causa y efecto, con la finalidad de determinar su influencia.

Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández *et al.*, 2010).

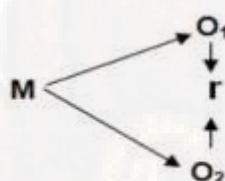
3.4. Método de investigación

En la presente investigación; Se utilizó el Método Científico como método general. En la actualidad según Cataldo, (1992:26): “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”.

A decir de Kerlinger, F., y otros (2002:124) “el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica”. Además, el mismo Kerlinger enfatiza “La aplicación del método científico al estudio de problemas pedagógicos da como resultado a la investigación científica”.

3.5. Diseño de la investigación

En la investigación se utilizó el diseño descriptivo correlacional



Donde:

M = Muestra

O₁ = Observación de la V.1.

O₂ = Observación de la V.2.

r = Correlación entre dichas variables.

3.6. Población, Muestra

- ❖ **Población:** Según Oseda, Dulio (2008:120) “La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares”.

En el caso de nuestra investigación, la población estará conformada por los depósitos de relaves mineros de la Unidad Minera Tambo del Cóndor.

- ❖ **Muestra:** El mismo Oseda, Dulio (2008:122) menciona que “la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta”, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población”.

Por lo tanto, la muestra estará conformada por el primer depósito de relave minero.

- ❖ **Muestreo:** El muestreo será no probabilística de tipo intencionado (Daniel, 2004).

3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

3.7.1. Técnicas

La espectroscopia de absorción atómica es una técnica analítica para la determinación cuantitativa o cualitativa de un elemento en una muestra. Está basada en la absorción de radiación de energía por átomos libres.

3.7.2. Instrumentos

- Balanza analítica



Figura 4 Balanza analítica

- Campana extractora



Figura 5 Campana extractora

- Bloque digestor



Figura 6 Bloque digestor

- Purificador de agua



Figura 7 Purificador de agua

- Espectrofotómetro de absorción atómica



Figura 8 Espectrofotómetro de absorción atómica

- Molino



Figura 9 Molino

- Horno mufla



Figura 10 Horno mufla

- Estufa de convección forzada



Figura 11 Estufa de convección forzada

3.8. Procedimiento de recolección de datos

3.8.1. Obtención de muestras de relaves a nivel del campo

Los puntos de muestreo del relave fue cada 3 metros alrededor de la poza, la recolección de la muestra fue en un envase de polietileno de capacidad de 1 litro, debidamente limpio y rotulado, en el cual se evaluó el pH y temperatura, se realizó el proceso de estabilización con 50% de Ácido nítrico (HNO_3 1:1), para luego llevarlo al laboratorio de química para su respectivo análisis.



Figura 12 Muestras de relaves

3.8.2. Obtención de muestras de plantas a nivel del campo

- Se fue al Anexo de Pampas Constancia donde la putacca es sembrada y cuidada por los pobladores, la cual se tomó 5 plantas con un peso de 2 kilos en estado verde.



Figura 13 Planta putacca

- La totora se obtuvo de la laguna de Yanacocha, se toma 5 kilos de totora en estado verde



Figura 14 Planta totora

3.8.3. Obtención de muestras de relave a nivel de laboratorio

3.8.3.1. Determinación por espectroscopia de absorción atómica

- Proceso de digestión

El proceso de digestión de las muestras de relaves se realizó en un equipo digestor de bloques de Marca Digi PREP SM SCP SCIENCE, de acuerdo con los siguientes pasos:

Paso 1: Tomar 50 mL de muestra de relave previamente agitada

Paso 2: Trasvasar al tubo de 50 mL,



Figura 15 Tomado 50 ml muestra de relave

Paso 3: Adicionar 2 mL de ácido nítrico (HNO_3 1:1) y 1 mL ácido clorhídrico (HCl 1:1)

Paso 4: Colocar al digestor de bloques a una temperatura de 85°C durante 3 horas.



Figura 16 Proceso de digestión

Paso 5: Retirar y enfriar hasta temperatura ambiente y enrasar con agua ultra pura hasta 50 mL

Paso 6: Tapar los envases y agitar quedando listo para el análisis.

- Proceso de análisis por espectroscopia de absorción atómica

B. Preparación la curva de estándares:

Para preparar la solución madre se utiliza la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}C_1 \times V_1 &= C_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml} \\V_1 &= 5 \text{ ml}\end{aligned}$$

Dónde:

C1= Concentración inicial del estándar de 1000 mg/ m³

C2 = Concentración final, se parte a partir de 100 mg/m³

V1 = Volumen inicial en mL

V2= Volumen final en mL(a partir en una fiola de 50 ml)

Se toma 5 ml de estándar de los elementos en una fiola de 50 ml y luego se afora hasta 50 ml con agua ultra pura, agitar.

A partir de la solución madre se parte a la preparación de los estándares:

$$\begin{aligned}C_1 \times V_1 &= C_2 \times V_2 \\100 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml} \\V_1 &= 5 \text{ ml}\end{aligned}$$

Dónde:

C1= Concentración inicial del estandar de 100 mg/ m³

C2 = Concentración final en mg/m³ (ver en el equipo la concentración característica mg/l)

V1 = Volumen inicial en mL

V2= Volumen final en mL(a partir en una fiola de 50 ml)

A partir de la solución madre se toma un determinado volumen para una concentración que nos da en el equipo y se agrega 2 ml

de HNO₃ Y 1ml HCL y agitar para hacer su lectura respectiva en el equipo de espectrofotómetro de absorción atómica por flama.

Se prepara 5ppm para ver la absorbancia del cobre en el equipo, en una fiola de 100 ml se coge 500 ul del estándar de Cu original y se le agrega 4 ml de HNO₃ Y 2ml HCL y agitar, leer en el equipo para ver la absorbancia de cobre.

Preparar el blanco de la curva de calibración, en una fiola de 50 ml se coge agua ultra pura se agrega 2 ml de HNO₃ Y 1ml HCL, se afora con agua hasta 50 ml, agitar.

ELEMENTO	TIPO DE LLAMA	QUEMADOR mm	LONGITUD DE ONDA nm	CONCENTRACION CARACTERISTICA mg/L	GRAFICO
Pb	Aire- C ₂ H ₂	50	217.0	0.07	

Tabla 2 Concentración característica del plomo

B. Lectura en el Espectrofotómetro de absorción atómica.

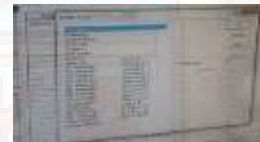
- Enchufar el transformador
- Subir las cuchillas de carga no estabilizada, entrada del transformador, entrada de UPC, PVSS, BYPASS, carga 1, (ICE 3500) y carga 2 (CPU), del tablero de control.
- Luego presionar el botón ON de la CPU hasta que emita un sonido breve.
- Prender el equipo de absorción atómica (en el lado derecho) POWER SWITCH
- Prender el CPU



- Verificar la presión de gases
Presión de aire 30 PSI
Presión de acetileno 9 PSI
Presión de N₂O 40 PSI
- Manejo de Software Solar
- Activar con doble click el software "SOLAR" del CPU

C. Para crear el método

NOTA: Se crea el método de cobre para ver la absorbancia que sea mayor que 0.05



Podemos mostrar METODO, crear método.

- Ir a NUEVO. Seleccionar el elemento químico.
- Ir a SECUENCIA, en acción debe ir "calibración" de debajo poner el N° de muestras, para ello CLICK para insertar acción luego poner el número de muestras.
- Ir a ESPECTÓMETRO. Ver el tiempo de medida = 2s.
Verificar en el "libro de cocina" la longitud de onda
- Ir a LLAMA. Ver el tiempo de toma nebuluz =2s
- Ir a CALIBRACIÓN. Alimentar el cuadro de estándares.
- Por último, ir a GENERAL y click en GUARDAR y poner SI.

D. Pasos para cargar el método y análisis de los datos

Ir a LIBRERÍA buscar método CARGAR y ACEPTAR

- Ir a LAMPARA y activar los elementos que se va a trabajar, luego verificar en el equipo que esta prendido la lámpara del elemento.
- Activar la lámpara de deuterio “I”
- Poner la posición Carrusel del elemento 5 y ver en el equipo su posición del elemento.
- Ir a CONFIGURACIÓN ÓPTICA. Ver que el equipo busca la posición de la lámpara y también busca la longitud de onda, después que termina de operar, los iconos se activan.
- Activar los botones de encendido del compresor de aire, extractor de gases y óxido nitroso.



NOTA: siempre activar el compresor de aire y el extractor de gases.

- Encender la LLAMA del equipo en el botón naranja. Verificar en la pantalla del monitor del equipo que nos indique que la llama está encendida ese botón será de color verde “encendido”. Indicar el combustible para cada elemento.
- Ir a AUTOCERO, esperar que se activan los íconos.
- Verificar la ABSORVANCIA con 5PPM Cu, $A \geq 0.5$
- Ir a ANALIZAR
- Poner el nombre del análisis
- Aspirar agua o aire
- Aspirar blanco
- Aspirar estándar 1
- Aspirar estándar 2
- Aspirar estándar 3



Figura 17

Análisis por espectroscopia de absorción atómica

Después de todo esto analizar las muestras y seguir la secuencia hasta llegar a última muestra y poner PARAR.

NOTA: Anote la lectura tanto de absorbancia y concentración obtenida por el Equipo.

3.8.4. Obtención de muestras de plantas a nivel de laboratorio

3.8.4.1. Determinación de materia seca (%).

Para determinar la materia seca se siguió el protocolo para determinar humedad pues se sigue la relación siguiente:

$$100 - MS = \text{humedad.}$$

El protocolo consta de los siguientes procedimientos.

- Homogenizar la muestra



Figura 18 Muestra de totora homogenizada

- El forraje fresco se guarda en bolsa de papel el cual debidamente rotulado se somete a una temperatura de 65 °C durante 48 horas, a esta etapa se le denomina pre deshidratación y el peso resultante de este procedimiento se denominas MSA (materia seca al ambiente).



Muestras en proceso de deshidratación

- Seguidamente se muele el forraje seco entre 1mm a 2 mm de diámetro.



Figura 19 forraje seco entre 1mm a 2 mm de diámetro

- Luego se toma una muestra del forraje molido, haciendo uso de la balanza analítica se pesa 2 g. a 2.0250 g. en un crisol y se lleva a la estufa para dejarlo por 16 horas a 105 °C.



Figura 20 Muestra del forraje molido

- Se registra el peso final y se aplica la siguiente formula:

$$MS = (MSE \times MSA) / 100$$

Dónde:

MS: Materia Seca

MSE: Materia Seca a la Estufa

MSA: Materia Seca al Ambiente

N°	MUESTRA	MSE	MSA	MS
1	PUTACCA SIN TRATAMIENTO	33.72	35.4697	11.960
2	PUTACCA CON	21.88	36.306	7.944
3	TOTORA SIN TRATAMIENTO	44. 0	35.8822	16.075
4	TOTORA CON TRATAMIENTO	20.18	36.7915	7.425

Tabla 3 Resultados de Materia seca de la putacca y totora

3.4.8.2. Determinación de minerales (%).

Para determinar la ceniza de las muestras se empleó el método de incineración, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se pesó 2 g de muestra en un crisol de porcelana.

CRISOL N° 39: TOTORA SIN TRATAMIENTO



CRISOL N° 36: TOTORA CON TRATAMIENTO



**CRISOL N° 41: PUTACCA SIN
TRATAMIENTO**

**CRISOL N° 21: PUTACCA CON
TRATAMIENTO**



- Se colocó en la mufla durante 5 horas a 600 °C.
- Una vez frio el crisol se pesa y se aplica la siguiente formula:

$$\text{CENIZA} = (W \text{ ceniza} \times 100) / \text{MSA}$$

Dónde:

$$\text{CENIZA} = (W \text{ ceniza} \times 100) / \text{MSA}$$

W ceniza = peso de crisol + ceniza (g) – W de crisol

MSA = peso de muestra

N°	MUESTRA	W CENIZA + CRISOL	PESO DEL CRISOL	MSA	% CENIZA
1	PUTACCA SIN TRATAMIENTO	35.8800	35.4697	4.0415	8.790
2	PUTACCA CON TRATAMIENTO	36.6688	36.306	4.0149	9.043
3	TOTORA SIN TRATAMIENTO	36.2254	35.8822	4.0442	8.869
4	TOTORA CON TRATAMIENTO	37.2674	36.7915	4.0103	9.201

Tabla 4 Determinación de minerales de la putacca y totora

3.4.8.3. Digestión en HOT PLATEE de las muestras putacca y totora (%).

- Lave las cenizas del crisol con un total de 40 ml. de solución de ácido clorhídrico de concentración 1:3 (HCL: H₂O), (lave el crisol, 2 veces usando 2 porciones de 10ml del ácido cada vez, y lave una tercera vez usando los restantes 20 ml). Vacíe el contenido de los lavados en un vaso de precipitados de 150 ml con tapa de luna de reloj, agregar de 5 gotas de ácido nítrico concentrado y calentar hasta hervir por 5 minutos en hot platee o plancha de calentar.



- Dejar enfriar el vaso precipitado con muestra digerida, hasta que sea manipulable.
- Transfiera el contenido del vaso de precipitados a un matraz volumétrico de 100 ml, lave los residuos del vaso 3 veces con agua destilada (usando 15 ml cada vez) depositando los lavados en el matraz volumétrico.
- Afore el matraz volumétrico hasta 100 ml usando agua destilada. Deje enfriar y en caso de que sea necesario vuelva a aforarlo con agua destilada.
- Filtre el contenido del matraz de 100 ml. a un matraz de 200 ml., utilice un embudo de vidrio sobre el cual se haya colocado un papel filtro Whatman No.40.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó el programa “SAS” ya que es una técnica estadística que señala si dos variables (X: VARIABLE DEPENDIENTE) y (Y: VARIABLE INDEPENDIENTE), están relacionadas en base a si las medias de la variable dependiente son diferentes en las categorías o grupos de la variable independiente. Es decir, si las medias entre dos o más grupos son similares o diferentes de una investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación e interpretación de datos

4.1.1. Presentación de resultados de lectura de análisis Concentración de plomo en plantas

Presentación de resultados de la totora (concentración de plomo totora /relave)

TIEMPO	PLANTAS				RELAVE	
T	Especie	Concentración (ppm)	Promedio (ppm)	Corregido	Concentración (ppm)	Promedio (ppm)
Tiempo 0	TOTORA	0.0076	0.0044	0.19	0.2014	0.1781
Tiempo 0	TOTORA	0.0052		0.13	0.1352	
Tiempo 0	TOTORA	0.0003		0.0075	0.1977	
Tiempo 1	TOTORA	0.1911	0.1907	4.7775	0.0956	0.0902
Tiempo 1	TOTORA	0.1956		4.89	0.0965	
Tiempo 1	TOTORA	0.1854		4.635	0.0786	
Tiempo 2	TOTORA 1	0.2043	0.2816	5.1075	0.0652	0.0300
Tiempo 2	TOTORA 1	0.3818		9.545	0.0235	
Tiempo 2	TOTORA 2	0.2587		6.4675	0.0012	

Tabla 5 Resultados de concentración de plomo en la especie nativa totora

Dónde:

T0: tiempo inicial

T1: tiempo medio (1 mes)

T2: tiempo final (2meses)

Presentación de resultados de la putacca (concentración de plomo putacca/

Relave)

TIEMPO	PLANTAS			RELAVE	
	Especie	Concentración (ppm)	Promedio (ppm)	Concentración (ppm)	Promedio (ppm)
Tiempo 0	PUTACCA	0.0056	0.0043	0.1861	0.1804
Tiempo 0	PUTACCA	0.0042		0.1564	
Tiempo 0	PUTACCA	0.0032		0.1988	
Tiempo 1	PUTACCA	0.0265	0.0301	0.1422	0.1469
Tiempo 1	PUTACCA	0.0374		0.1128	
Tiempo 1	PUTACCA	0.0265		0.1856	
Tiempo 2	PUTACCA 1	0.1156	0.1270	0.0856	0.1690
Tiempo 2	PUTACCA 1	0.1165		0.0562	
Tiempo 2	PUTACCA 2	0.1488		0.3651	

Tabla 6 Resultados de concentración de plomo en la especie nativa putacca

Dónde:

T0: tiempo inicial

T1: tiempo medio (1 mes)

T2: tiempo final (2meses)

4.1.1. Presentación de resultados de lectura de análisis Concentración de plomo en relave

RESULTADOS DE LECTURA DE CONCENTRACION DE PLOMO EN		
RELAVE		
TIEMPO	RELAVE	PROMEDIO
TIEMPO	Concentración (ppm)	Concentración (ppm)
tiempo 0	0.2014	0.179266667
tiempo 0	0.1352	
tiempo 0	0.1977	
tiempo 0	0.1861	
tiempo 0	0.1564	
tiempo 0	0.1988	
tiempo 1	0.1422	0.6582
tiempo 1	0.1128	
tiempo 1	0.9856	
tiempo 1	0.9564	
tiempo 1	0.9657	
tiempo 1	0.7865	
tiempo 2	0.0856	0.099466667
tiempo 2	0.0562	
tiempo 2	0.3651	
tiempo 2	0.0652	
tiempo 2	0.0235	
tiempo 2	0.0012	

Tabla 7 Resultados de lectura de concentración de plomo en relave

Dónde:

T0: tiempo inicial

T1: tiempo medio (1 mes)

T2: tiempo final (2meses)

4.2. Discusión de resultados

- **ANAVA:** Sirve para ver si existe diferencia dentro de cada factor (plantas- relaves).

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN PLANTAS

FACTOR A= 3 (TIEMPOS)

B= 2 (ESPECIES DE PLANTAS)

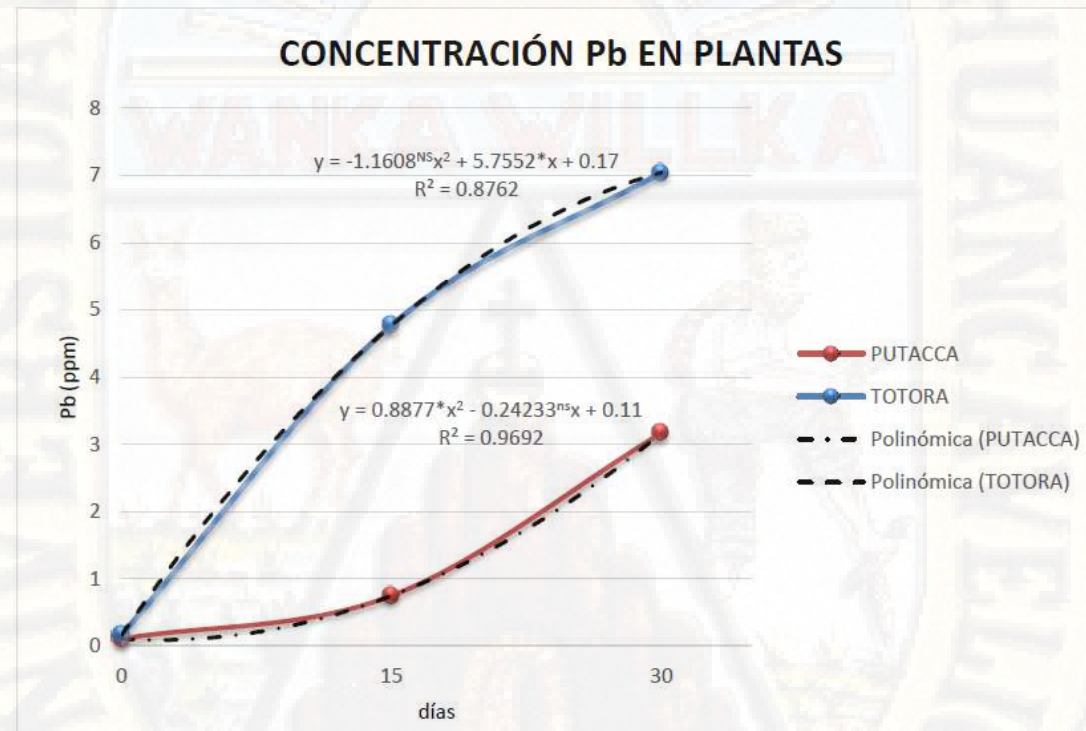
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TIEMP	2	74.07298678	37.03649339	40.89	<.0001
ESPECIE	1	31.56151250	31.56151250	34.85	<.0001
TIEMP*ESPECIE	2	15.03205300	7.51602650	8.30	0.0055
Error	12	10.8684040	0.9057003		
Total corregido	17	131.5349563			
C.V.		35.64875			
R²		0.917373			

Tabla 8 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en plantas de acuerdo a al tiempo y especie de plantas.

FUENTE		ESPECIE		
		PUTACCA	TOTORA	Media
Nivel de TIEMPO	0	0.11±0.03 B	0.17±0.04 B	0.14 C
	15	0.75±0.16 B	4.77±0.13 A	0.10 B
	30	3.17±0.47 A	7.04±2.27 A	5.11 A
	MEDIA	1.3454 b	3.9938 a	

Tabla 9 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).

- Letras mayúsculas diferentes en la misma columna difieren significativamente ($p < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey.
- Letras minúsculas diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($p < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey.



CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN RELAVE

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > F
TIEMP	2	0.04795233	0.02397617	44.36	<.0001
ESPECIE	1	0.00184022	0.00184022	3.41	0.0898
TIEMP*ESPECIE	2	0.00073011	0.00036506	0.68	0.5272
Error	12	0.00648533	0.00054044		
Total corregido	17	0.05700800			
C.V.	20.69507				
R²	0.886238				

Tabla 10 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en relave de acuerdo a al tiempo y especie de plantas.

		ESPECIE		
		PUTACCA	TOTORA	Media
Nivel de TIEMPO	0	0.18±0.02 A	0.18±0.04 A	0.18 A
	15	0.12±0.02 B	0.09±0.01 B	0.10 B
	30	0.07±0.02 B	0.03±0.02 B	0.05 C
	MEDIA	0.12 a	0.10 a	

Tabla 11 Medias de concentración de plomo en relave, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).

Letras mayúsculas diferentes en la misma columna, difieren significativamente ($p < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey.

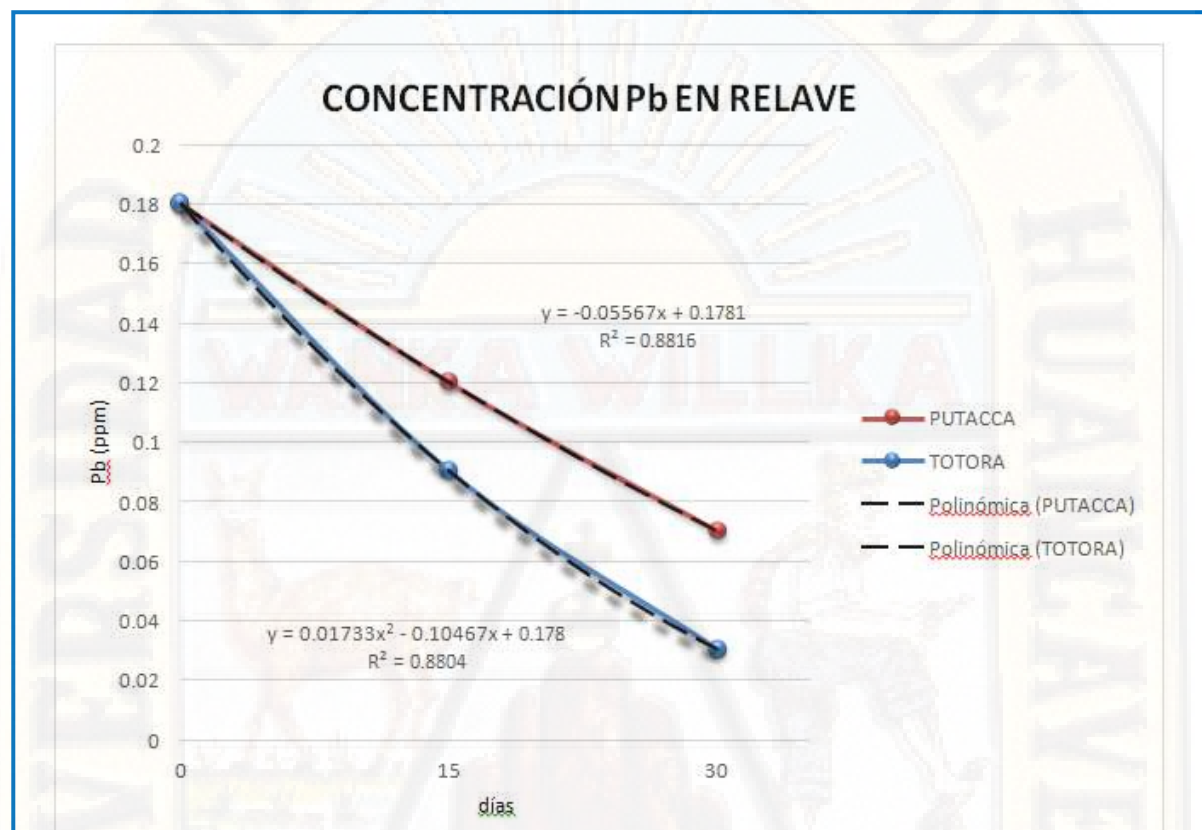
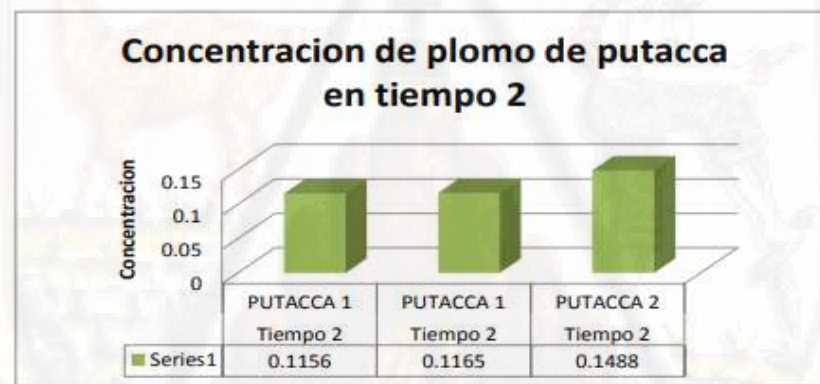
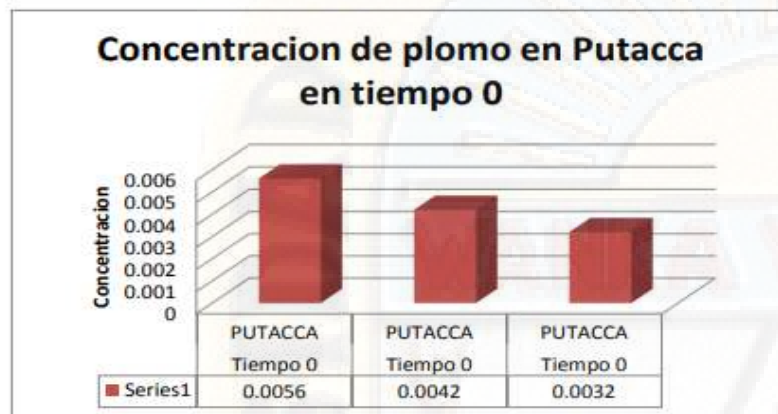
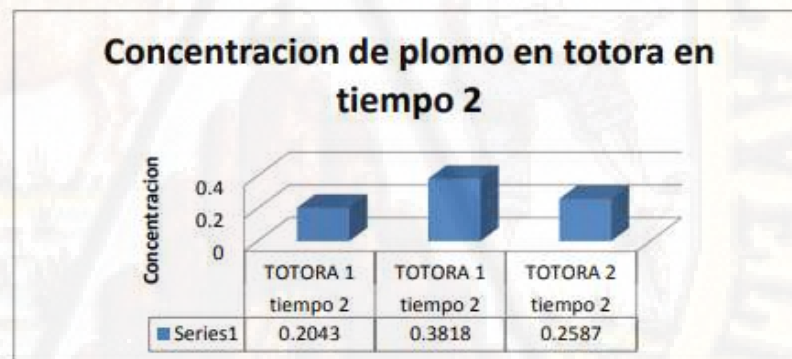
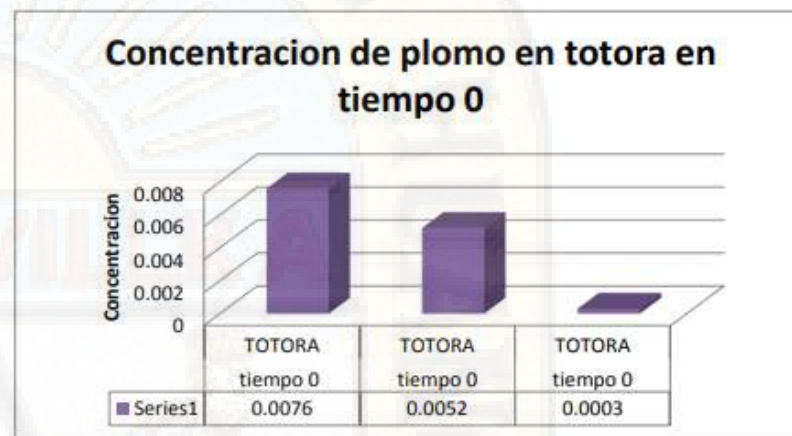
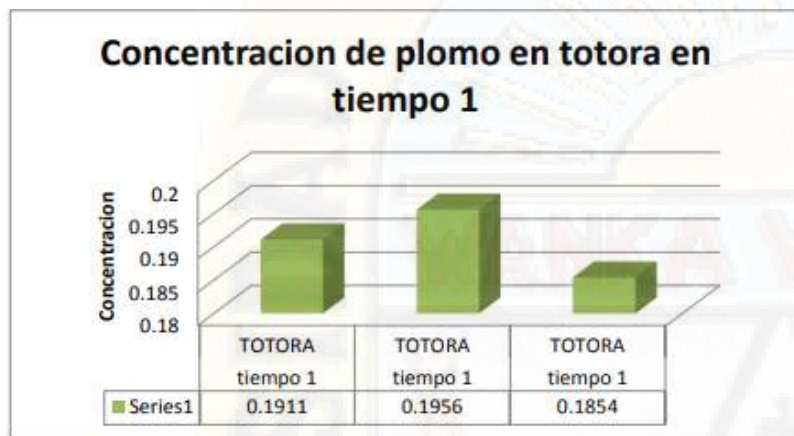


Figura 21 Estimación de la ecuación lineal para una asociación entre concentración de Plomo en Relave y el tiempo.

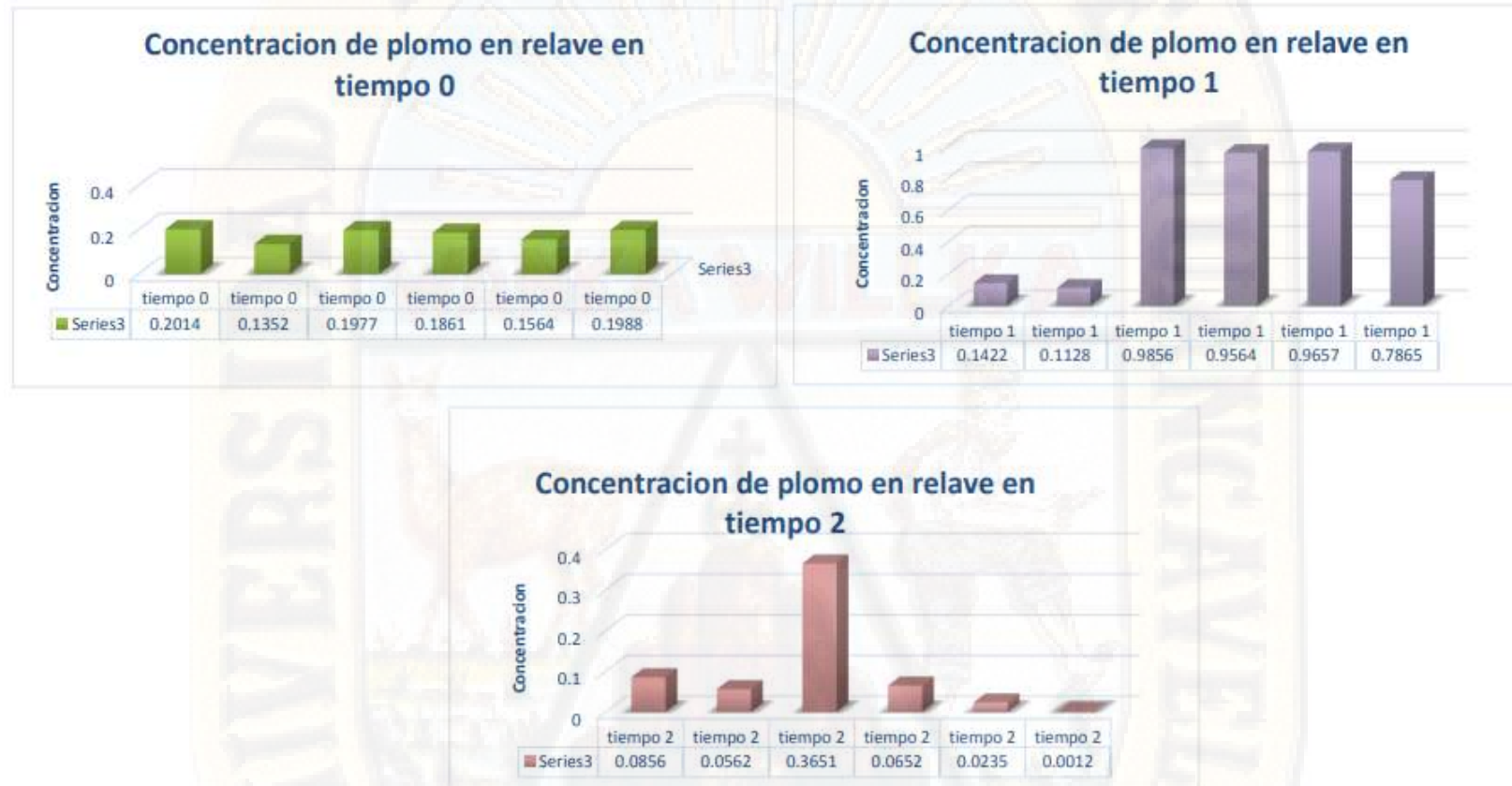
4.2.1. Concentración de plomo en putacca



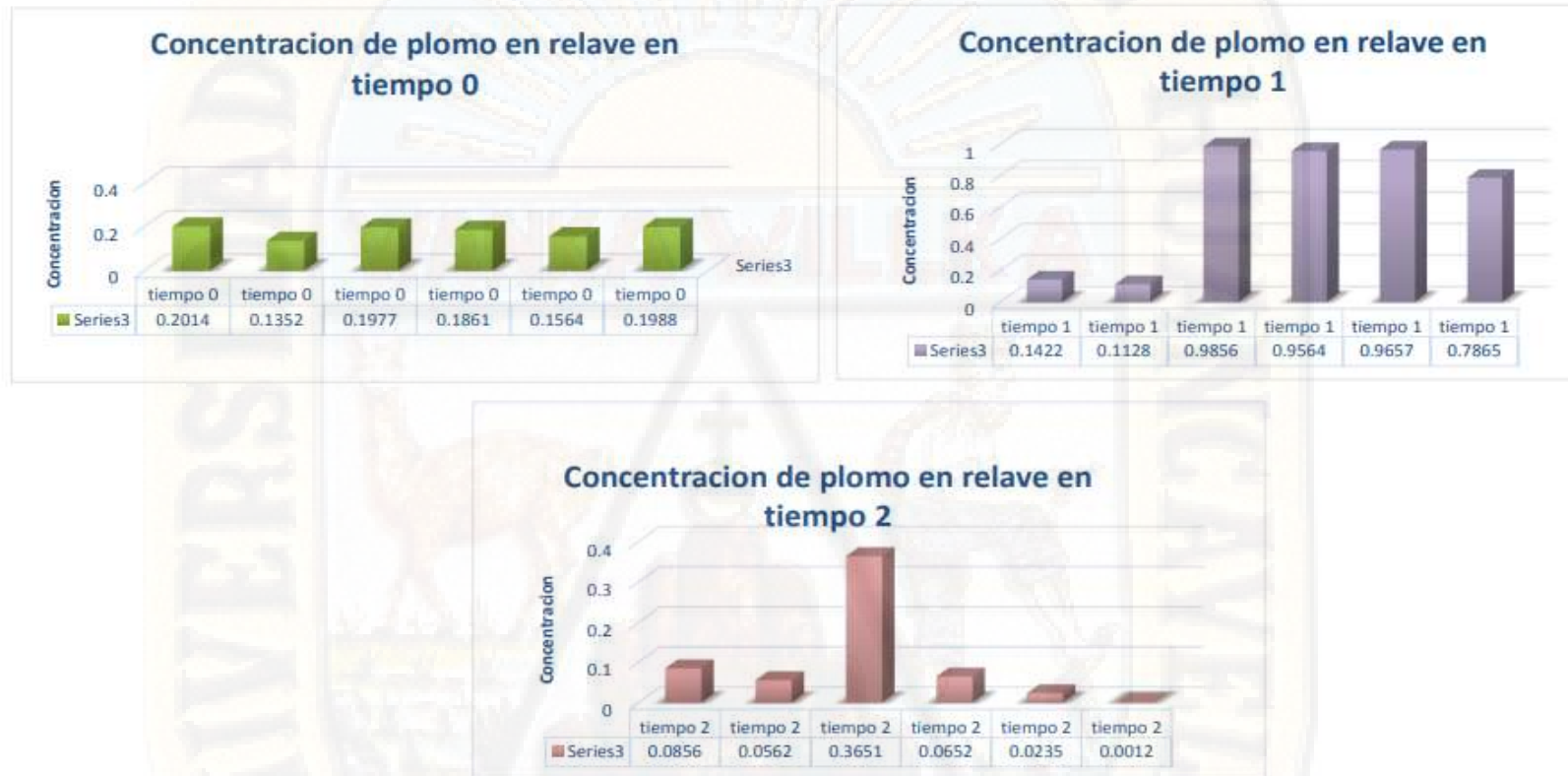
4.2.2. Concentración de plomo en totora



4.2.3. Concentración de plomo en relave



4.2.3. Promedio Concentración de plomo en putacca, totora y relave



4.3. Proceso de la prueba de hipótesis

I: PLANTEO DE HIPÓTESIS

- HO: La putacca y totora no influyen significativamente para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho 2018.

H1: La putacca y totora influyen significativamente para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho 2018.

II: REGLA TEÓRICA PARA TOMA DE DECISION

Si el Valor $p \geq 0.05$ se Acepta la Hipótesis Nula (H_0). Si el Valor $p < 0.05$ se

Acepta la Hipótesis Alternativa (H_1).

- **ANOVA:** Sirve para ver si existe diferencia dentro de cada factor (plantas- relaves)

CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN PLANTAS

FACTOR A= 3 (TIEMPOS)

B= 2 (ESPECIES DE PLANTAS)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F- Valor	Pr > F
TIEMP	2	74.07298678	37.03649339	40.89	<.0001
ESPECIE	1	31.56151250	31.56151250	34.85	<.0001
TIEMP*ESPECIE	2	15.03205300	7.51602650	8.30	0.0055
Error	12	10.8684040	0.9057003		
Total corregido	17	131.5349563			
C.V.		35.64875			
R2		0.9173			

Tabla 12 Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en plantas de acuerdo a al tiempo y especie de plantas

- Según el software estadísticos SAS, ANOVA sale $P \geq 0.0001$ podemos decir que el valor de P es menor que 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna y se concluye que influye significativamente.

	ESPECIE		
	PUTACCA	TOTORA	Media
0	0.11±0.03 B	0.17±0.04 B	0.14 C
	0.75±0.16 B	4.77±0.13 A	2.76 B
30	3.17±0.47 A	7.04±2.27 A	5.11 A
MEDIA	1.3454 b	3.9938 a	

Tabla 13 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).

Anava (por modelo de experimento factorial de 3x2 conducido a un diseño completamente al azar) para concentración de plomo en plantas de acuerdo a al tiempo y especie de plantas.

- Según el software estadísticos SAS, ANOVA sale $P \geq 0.0001$ podemos decir que el valor de P es menor que 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna y se concluye que influye significativamente.

		ESPECIE		
		PUTACCA	TOTORA	Media
Nivel de	0	0.11+0.03 B	0.17+0.04 B	0.14 C
	15	0.75+0.16 B	4.77+0.13 A	2.76 B
	30	3.17+0.47 A	7.04+2.27 A	5.11 A
	MEDIA	1.3454 b	3.9938 a	

Tabla 14 Medias de concentración de plomo en Plantas, con respecto a las especies (TOTORA Y PUTACCA) y Niveles de tiempo (0, 15 y 30 días).

-Letras minúsculas diferentes en la misma fila, difieren significativamente ($p < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey.

- Según el software estadístico SAS, la prueba de medias por Tukey, son diferentes.

CONCLUSIONES

1. La planta de especie nativa putacca influyo significativamente en la concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros, la cual mediante sus raíces absorbió en tres tiempos: tiempo inicial (T0: 0.0043 mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T1: 0.0301 mg/L) y en el tiempo final (T2: 0.127 mg/L).
2. La planta de especie totora influyo significativamente en la concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros, la cual mediante sus raíces absorbió elevadas concentraciones de plomo en tres tiempos: tiempo inicial (T0: 0.0044 mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T1: 0.1907 mg/L) y en el tiempo final (T2: 0.2816 mg/L). la totora demostró de acumular mayor concentración de plomo en sus raíces (0.2826 mg/L) frente a la especie nativa putacca que demostró acumular (0.127 mg/L).
3. Las especies nativas putacca y ntatora favorecen significativamente ($p < 0.05$) según la prueba de medias por Tukey para la fitoestabilizacion de los depósitos de los relaves mineros

RECOMENDACIONES

1. Para trabajos futuros, se recomienda estudiar la influencia de otras especies nativas a través de la fitoestabilización ya que es de menor costo e implica un tratamiento natural mediante plantas nativas que crecen en las zonas adyacentes en los Centros Mineros.
2. Este tratamiento, de fitoestabilización es lo más apropiado que fue comprobado con el presente estudio de investigación, utilizando especies nativas como la putacca y la totora para estabilizar las concentraciones de plomo que existen en los depósitos de relaves mineros.
3. Es necesario continuar trabajos de esta misma naturaleza que nos conduzcan a una solución al problema de descontaminación mediante especies nativas por la absorción de sus raíces.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Castro, J. (2013). capsicum annuum l. como fitorremediador de suelos contaminados por metales pesados., 83.
2. Chamorro, M. J. L. (2008). Efectividad de biosólidos para la fitoestabilización de un tranque de relaves minero, en la comuna de nogales, 2-8.
3. Donoso, R. S. M. (2015). Análisis de efectividad de las fitoestabilizaciones del Embalse de. Santiago - Chile.
4. Federal, D. (2014). Proyecto de Integración en Ingeniería Ambiental.
5. Moreno, J. E. (2010). Recuperación de suelos mineros contaminados con arsénico mediante fitotecnologías. Madrid.
6. RODRÍGUEZ, L. C. (2014). Fitoremediacion con especies nativas en suelos contaminados por plomo. Lima - Perú.
7. Silva, C. S. H. (2012). Efecto de la aplicación de enmiendas en un suelo afectado por emisiones de un complejo industrial y su respuesta sobre la recolonización natural de especies vegetales. Chile.
8. Villanueva, A. J. R. (2007). Manejo ambiental relaves - disposición subacuática. Lima - Perú.
9. Yucra, M. C. (2010). «Cuantificación de la remoción de pb y cd mediante la lenteja de agua lemna gibba y azolla azolla fuliculoides de las aguas de la bahia interior de puno». Puno - Perú.
10. Diez J. (2008). Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso prácticas agronómicas. (Tesis Doctoral: Biología) Departamento de Endafoloxia e Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela, España.

11. Duran, P.A. (2010). Transferencia de metales de suelo a planta en áreas mineras: Ejemplos de los Andes peruanos y de la Cordillera Prelitoral Catalana. (Tesis Doctoral: Biología Vegetal) Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Barcelona, Barcelona.
12. Pinos, A.D. (2010). Biorremediación de suelos y sedimentos contaminados por el derrame de la línea de flujo del pozo Shushuqui 13 mediante la técnica de Landfarming, campo Libertador, Sucumbíos, Ecuador. (Tesis Pregrado: Ingeniería Ambiental en Prevención Y Remediación) Facultad de Ingeniería Y Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Américas, Sucumbíos, Ecuador.
13. Carcamo, V.E. (2010). Evaluación de la eficacia de diferentes enmiendas en la Rehabilitación de suelos ácidos y contaminados con metales y metaloides en el valle del Puchuncaví, región de Valparaíso. (Tesis Pregrado: Ingeniero de Recursos Naturales Renovables) Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
14. Campos, V.M. (2010). Fitorremediación de contaminantes persistentes: una aproximación Biotecnológica utilizando Chopo (*populus*spp.) como sistema modelo. (Tesis Doctoral: Ingeniero Agrónomo), Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
15. Diaz, J.H. (2010). Indicadores de desempeño ambiental en la mediana minería caso unidad minera Atacocha de la Compañía Minera Atacocha S.A.A. (Tesis maestría: Minería y Medio Ambiente) Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y metalúrgica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
16. Quiroz, G.L. (2011). Metodología para realizar una evaluación hidrogeológica ambiental de un proyecto minero de sulfuros de cobre. Aplicación a un estudio de caso. (Tesis Pregrado: Ingeniero Civil)

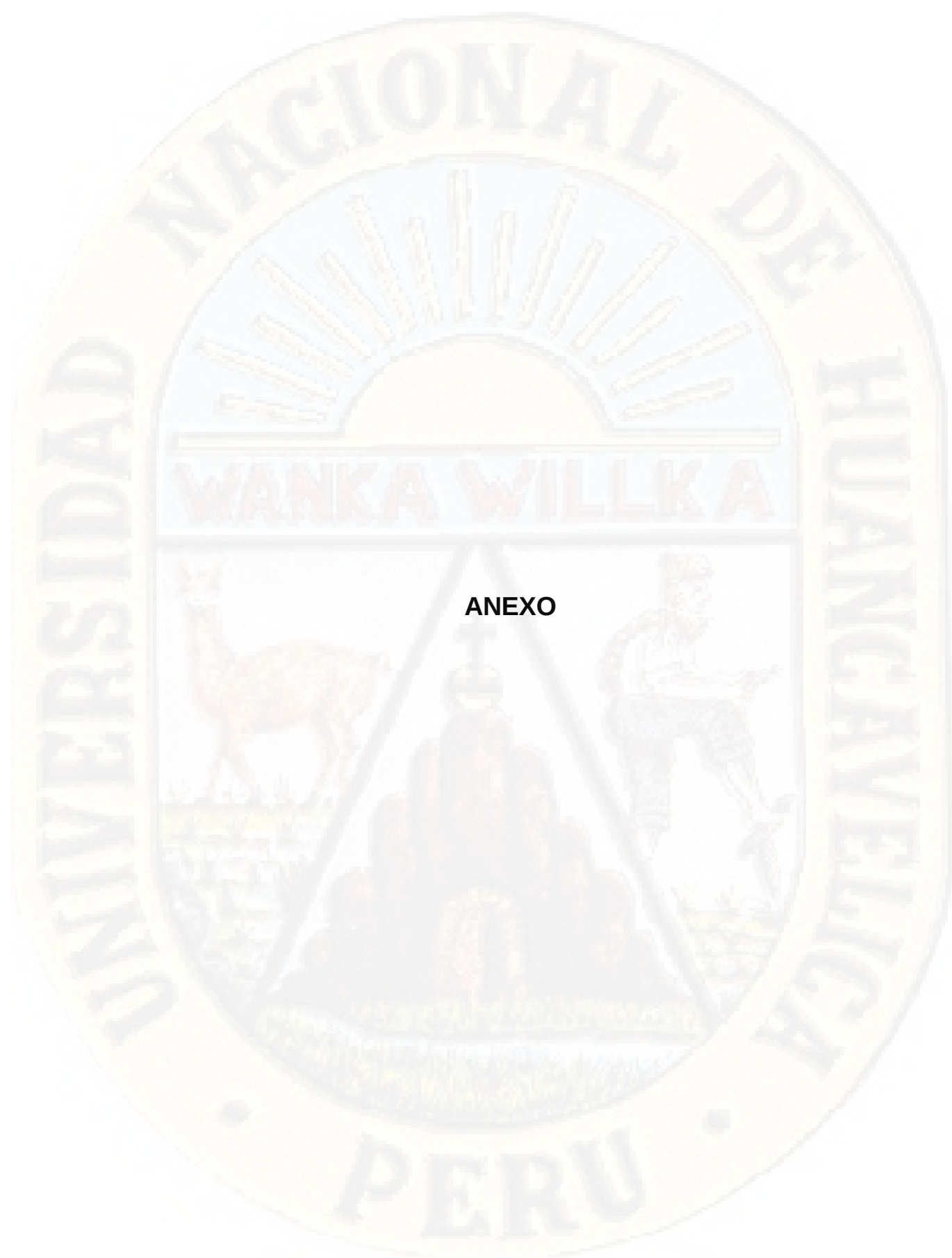
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

17. Hernández, C.S. (2012). Efecto de la aplicación de enmiendas en un suelo afectado por emisiones de un complejo industrial y su respuesta sobre la recolonización natural de especies vegetales. (Tesis maestría: Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza) Facultad de ciencias forestales y de la conservación de la naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
18. Muso, D. (2014) 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 Amazónico. (Tesis Pregrado: Ingeniero de Biotecnología) Departamento de Ciencias de la Vida Ingeniería En Biotecnología, Escuela Politécnica Del Ejército, Sangolqui, Ecuador.
19. Briceño, D.E. (2013). Aplicación del modelo hidrogeológico para la determinación de las posibles afectaciones ambientales al agua subterránea y superficial, en la relavera el Quimi del Proyecto Minero Mirador. (Tesis maestría: sistema de gestión ambiental) Escuela Politécnica Del Ejército, Departamento de Ciencias Ambientales, Sangolqui, Ecuador.
20. Omar, G. (2014). Evaluación del impacto de ingresos puntuales de contaminantes en arroyos de llanura y pautas para su remediación. (Tesis Doctoral: Ciencia y Tecnología) Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina.
21. Corzo, A. (2015). Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada párac, distrito de san mateo de huanchor, lima. (Tesis maestría: Desarrollo Ambiental) Escuela de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

22. Malhue, R. S. (2015). Analisis de efectividad de las fitoestabilizaciones del Embalse de Relave Cauquenes, CODELCO. (Tesis maestría: Gestión Ambiental) Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

ARTICULOS CIENTIFICOS

1. Bela, Alberto j. y Chifa, Carlos (2000). Posibilidades de uso medicinal y alimenticio De *Typhadominguensis* Pers. (Typhaceae), Totorá. Universidad Nacional del Nordeste, 1-4.
2. González, M. C. A. (2005). Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos, *Terra Latinoamericana*, vol. 23, 1-10.
3. Carpena, R.O. Y Bernal, M. P. (2007). Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. *Ecosistemas*, vol. 16, 1-4.
4. Quiroz, I. Hernández, A. García, González, M. Chung, Soto, H. (2011). Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Myrceugenia pinifolia* (Ruiz et Pav.) Briq.) *Infor – Minagri*, 8-100.



ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “INFLUENCIA DE LA PUTACCA Y TOTORA PARA LA FITOESTABILIZACIÓN EN LOS DEPOSITOS DE RELAVES MINEROS EN LA COMPAÑÍA MINERA TAMBO DEL CÓNDOR S.R.L - AYACUCHO 2018”

PROBLEMA	OBJETIVO	IPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Problema General: ¿De qué manera influye la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho- 2017? Problemas Específicos -¿Cuáles son los resultados de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017? -¿En qué medida favorece la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho- 2017?	Objetivo General: Determinar la influencia de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017. Objetivos Específicos - Determinar los resultados de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017. - Determinar en qué medida favorece la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L – Ayacucho -2017.	Hipótesis general: La putacca y totora influyen significativamente para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho -2017. Hipótesis específicas: -la putacca y totora generan resultados en la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho -2017. -la putacca y totora favorecen significativamente en la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros de la Compañía Minera Tambo del Cóndor S.R.L Ayacucho -2017.	Variable: X: Fito estabilización La putacca y totora Variable 2 Y: concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros	Tipo de investigación: • Aplicada. Nivel de investigación: • Descriptivo • correlacional Método Descriptivo correlacional Diseño de investigación: Correlacional Población: los depósitos de relaves mineros de la Región Ayacucho. Muestra: La Unidad Minera del Cóndor – Ayacucho Muestreo: El muestreo será no probabilística

DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES.

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE X: fitoestabilización (putacca y totora)	Según Mendez y Maier (2008) permite inmovilizar contaminantes en el suelo a través de su absorción y acumulación en las raíces o bien, por precipitación en la zona de la rizosfera. Este proceso reduce la movilidad de los contaminantes y evita	Putacca	4 plantas	numérica	registro
		Totora	4 plantas	numérica	registro
DEPENDIENTE Y: concentración de plomo en los depósitos de relaves mineros	Según Bernal (2003) Son depósitos de desechos tóxicos subatómicos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente constituido por una	Concentración de plomo	metales	ppm	Espectrofotómetro

1. Datos corridos en programación SAS

PARA ANAVA GENERAL

title concentracion de plomo;

DATA ANAVA_PLOMO;

INPUT TIEMP\$ESPECIE\$Pb_PL Pb_REL;

CARDS;

0	PUTACCA	0.140	0.186
0	PUTACCA	0.105	0.156
0	PUTACC	0.080	0.199
0	TOTORA	0.190	0.201
0	TOTORA	0.130	0.135
0	TOTORA	0.200	0.198
1	PUTACC	0.663	0.142
1	PUTACC	0.935	0.113
1	PUTACC	0.663	0.099
1	TOTORA	4.778	0.096
1	TOTORA	4.890	0.097
1	TOTORA	4.635	0.079
2	PUTACC	2.890	0.086
2	PUTACC	2.913	0.056
2	PUTACC	3.720	0.065
2	TOTORA	5.108	0.065
2	TOTORA	9.545	0.024
2	TOTORA	6.468	0.025

;

PROC GLM DATA =

ANAVA_PLOMO; CLASS

TIEMP ESPECIE;

MODEL Pb_PL = TIEMP ESPECIE TIEMP*ESPECIE/SS3;

LSMEANS

TIEMP*ESPECIE/SLICE=TIEMP;

LSMEANS

TIEMP*ESPECIE/SLICE=ESPECIE;

MEANS TIEMP*ESPECIE;

MEANS

TIEMP/TUKEY;

MEANS

ESPECIE/TUKEY;
RUN;

PROC GLM DATA =
ANAVA_PLOMO; CLASS
TIEMP ESPECIE;
MODEL Pb_REL=TIEMPESPECIE
TIEMP*ESPECIE/SS3;LSMEANS
TIEMP*ESPECIE/SLICE=TIEMP;
LSMEANS
TIEMP*ESPECIE/SLICE=ESPECIE;
MEANS TIEMP*ESPECIE;
MEANS
TIEMP/TUKEY;
MEANS
ESPECIE/TUKEY;
RUN;

**PARA PRUEBA DE MEDIAS DENTRO DE CADA TIEMPO POR
ESPECIE DE PLANTAS**

title concentracion de plomo PUTACCA;

DATA ANAVA_PLOMO;
INPUT TIEMP \$ Pb_PL
P

b_REL; CARDS;

0	0.140	0.186
0	0.105	0.156
0	0.080	0.199
1	0.663	0.142
1	0.935	0.113
1	0.663	0.099
2	2.890	0.086
2	2.913	0.056
2	3.720	0.065

PROC GLM DATA =ANAVA_PLOMO; CLASS TIEMP;
MODEL Pb_PL = TIEMP
/SS3;LSMEANS

TIEMP/SLICE=TIEMP;
MEANS TIEMP/TUKEY;

RUN;

PROC GLM DATA

=ANAVA_PLOMO;CLASS

TIEMP;

MODEL Pb_REL = TIEMP

/SS3;LSMEANS

TIEMP/SLICE=TIEMP;

MEANS TIEMP/TUKEY;

RUN;

title concentracion de plomo TOTORA;

DATA ANAVA_PLOMO;

INPUT TIEMP \$ Pb_PL
P

b_REL; CARDS;

0	0.190	0.201
0	0.130	0.135
0	0.200	0.198
1	4.778	0.096
1	4.890	0.097
1	4.635	0.079
2	5.108	0.065
2	9.545	0.024
2	6.468	0.025

;PROC GLM DATA = ANAVA_PLOMO; CLASS TIEMP;

MODEL Pb_PL = TIEMP /SS3;

LSMEANS

TIEMP/SLICE=TIEMP;

MEANS TIEMP/TUKEY;

RUN;

PROC GLM DATA =

ANAVA_PLOMO; CLASS

TIEMP;

```

MODEL Pb_REL = TIEMP
/SS3;LSMEANS
TIEMP/SLICE=TIEMP;
MEANS TIEMP/TUKEY;

RUN;

```

PARA LA ECUACIÓN DE LA REGRESION

title concentracion de plomo PUTACCA;

```

DATA REGRES_PLOMO;
INPUTTIEMPPb_PL

```

```

_REL; TIEMP = TIEMP;
TIEMP2 = TIEMP*TIEMP;
TIEMP3=
TIEMP*TIEMP*TIEMP;
CARDS;

```

0	0.140	0.186
0	0.105	0.156
0	0.080	0.199
1	0.663	0.142
1	0.935	0.113
1	0.663	0.099
2	2.890	0.086
2	2.913	0.056
2	3.720	0.065

```

PROC REG DATA =
REGRES_PLOMO; MODEL
Pb_PL = TIEMP;

```

```

MODEL Pb_PL = TIEMP TIEMP2;
MODEL Pb_PL = TIEMP TIEMP2 TIEMP3;

```

```

RUN;

```

```

PROC REG DATA = REGRES_PLOMO;

```

```

MODEL Pb_REL = TIEMP;

```

```

MODEL Pb_REL = TIEMP TIEMP2;

```

```

MODEL Pb_REL = TIEMP TIEMP2 TIEMP3;

```

```

RUN;

```

title concentracion de plomo TOTORA;

DATA REGRES_PLOMO;

INPUTTIEMPPb_PL

Pb

_REL; TIEMP = TIEMP;

TIEMP2 = TIEMP*TIEMP;

TIEMP3 =

TIEMP*TIEMP*TIEMP;

CARDS;

0	0.190	0.201
0	0.130	0.135
0	0.200	0.198
1	4.778	0.096
1	4.890	0.097
1	4.635	0.079
2	5.108	0.065
2	9.545	0.024
2	6.468	0.025

PROC REG DATA =

REGRES_PLOMO; MODEL

Pb_PL = TIEMP;

MODEL Pb_PL = TIEMP TIEMP2;

MODEL Pb_PL = TIEMP TIEMP2 TIEMP3;

RUN;

PROC REG DATA =

REGRES_PLOMO; MODEL

Pb_REL = TIEMP;

MODEL Pb_REL = TIEMP TIEMP2;

MODEL Pb_REL = TIEMP TIEMP2 TIEMP3;

RUN;

2. Salidas al campo a recoger la putacca y totora



Figura 22 Muestra al campo

2. Monitoreo de las plantas



Figura 23 Monitoreando las plantas



Figura 24 Putacca y totora en estudio

3. Análisis por espectroscopia de absorción atómica



Figura 25 Analizando las muestras de putacca y totora

4. Resultados de los análisis de putacca y totora



ID Muestra	Señal	Rsd	Concentración	Concentración Correg.
Pb TESIS JERY			08:34:17	07/09/2018
Pb	Abx	%	mg/L	mg/L
Blanco	-0.000	49.5	0.0000	
Estándar 1	0.231	0.5	0.5000	
Estándar 2	0.446	0.5	1.0000	
Estándar 3	0.821	0.4	2.0000	
Estándar 4	1.677	0.2	5.0000	
TOTORA	0.048	0.8	0.1043	0.1043
TOTORA 1	0.047	1.1	0.1023	0.1023
TOTORA 2	0.038	0.6	0.0818	0.0818
TOTORA 2 DUP	0.065	1.3	0.1415	0.1415
CONTROL	0.822	0.6	1.9984	1.9984
PUTACCA	0.008	2.4	0.0190	0.0190
PUTACCA 1	0.008	7.2	0.0180	0.0180
PUTACCA 2	0.007	6.0	0.0160	0.0160
PUTACCA 2 DUP	0.007	4.0	0.0169	0.0169
CONTROL	0.820	0.5	1.9986	1.9986

Figura 26 Resultados de los análisis de putacca y totora