

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al,
Mn, As Y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO
VACUNO QUE SE DESPLAZA A LO LARGO DEL BOFEDAL QUE
SE ENCUENTRA EN EL ENTORNO DEL PASIVO AMBIENTAL
MINERO DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC REGIÓN
ANCASH 2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

Tesista: Br. FIORELLA ALEJANDRA HERREROS TORRES

Asesor: Dr. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS

Huaraz-Perú

2023





"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los miembros del Jurado Evaluador de Tesis, en pleno que suscriben, reunidos a los catorce días de abril del dos mil veintitrés, en el Auditorium de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), de conformidad a la normatividad vigente condujeron el acto académico público de sustentación y defensa de la tesis "FACTOR DE BIOCONCENTRACION DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021" que presentó FIORELLA ALEJANDRA HERREROS TORRES para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Después de haber atendido la sustentación y defensa oral, y haber escuchado las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

..APROBADA..

Con el calificativo de: ..QUINCE (15) ..

En consecuencia, **HERREROS TORRES FIORELLA ALEJANDRA**, queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM), el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 14 de abril 2023

Dr. PRUDENCIO CELSO HIDALGO CAMARENA
Presidente
Jurado de sustentación

Dr. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS
Primer miembro
Jurado de sustentación

Ing. FRIDA MONICA CABALLERO BEDRIÑANA
Segundo miembro
Jurado de sustentación

Dr. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS
Asesor de tesista



INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe, **EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS**, asesor del trabajo de investigación titulado:

“FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AI, Mn, As Y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO QUE SE DESPLAZA A LO LARGO DEL BOFEDAL QUE SE ENCUENTRA EN EL ENTORNO DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC REGIÓN ANCASH 2021”

presentado por la **Bach. FIORELLA ALEJANDRA HERREROS TORRES**, con DNI N°: **75106662**

para optar el Título Profesional de: **INGENIERA AMBIENTAL**

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente Reglamento y de la Evaluación de Originalidad se tiene un porcentaje de **14% de similitud**.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art.11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Marque con una X
Trabajo de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Está dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	X
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores al 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer moment; y, si persistiese el trabajo, es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 22 de agosto de 2023.





CONSTANCIA 007-2023-UI-FCAM–UNASAM EVALUACIÓN DE SIMILITUD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo hace constar que:

La versión final de la tesis “**FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As Y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO QUE SE DESPLAZA A LO LARGO DEL BOFEDAL QUE SE ENCUENTRA EN EL ENTORNO DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC REGIÓN ANCASH 2021**”, de la Señorita **FIGRELLA ALEJANDRA HERREROS TORRES**, identificado con **DNI N°7510662**, código **121.0605.24**, tras ser sometido a revisión mediante la plataforma de evaluación de similitud por su asesor el **Edwin Julio Palomino Cadenas**, conforme el Artículo 11° del Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de la Producción Académica, Científica e Investigativa de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Resolución de Consejo Universitario N°126-2022-UNASAM, tiene un **porcentaje de 14% de similitud**.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que estime pertinente.

Huaraz, **22 de agosto de 2023**.

 
Dr. Edwin Julio Palomino Cadenas
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FCAM - UNASAM

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis_FiorellaH_vf1.docx

AUTOR

Fiorella Herreros

RECUENTO DE PALABRAS

25991 Words

RECUENTO DE CARACTERES

149473 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

161 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

30.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 23, 2023 7:24 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 23, 2023 7:27 AM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 14% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado

DEDICATORIA

A mis padres Víctor y Carmen quienes, con su amor incondicional, paciencia, insistencia y esfuerzo me han permitido alcanzar el anhelo más grande de mi vida, mi desarrollo profesional; gracias por formarme con el valor de la perseverancia, el coraje y la valentía lo cual me ha ayudado a no temer a las adversidades.

A mi hermana Paola y sobrina Doménica, por el cariño y apoyo absoluto, durante todo este proceso y ser parte de esta larga travesía. A toda mi familia por todos sus buenos deseos y sus palabras de aliento, sin ustedes el camino se hubiera vuelto más tedioso. Gracias por insistir y no dejarme caer.

La vida no es nada fácil, pero si le ponemos un toque de color y motivo a cada una de las cosas que hacemos, se vuelve más sencilla de continuar. A estas alturas de mi vida, me he dado cuenta que las cosas suceden en el momento indicado, permitiéndote madurar. Para ti que te tomaste unos minutos en leer esta dedicatoria: vamos sigue con cada uno de tus objetivos, no te amilanes por nada.

Fiorella A. Herreros Torres.



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Blgo. Edwin Julio Palomino Cadenas, asesor de tesis por haberme guiado en este proyecto, en base a su experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos.

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres Víctor y Carmen, muchas gracias por apoyarme incondicionalmente, este triunfo que he alcanzado también es de ustedes.

Quiero agradecer a mis dos amigos de corazón y aprendizaje Yesenia y Holger, por apoyarme cuando más los necesitaba, por compartir de su tiempo en cada una de mis experiencias de investigación y por el cariño generado en esta travesía, de verdad mil gracias, siempre los llevaré en mi corazón.

Al proyecto “Sistema de biorremediación compacto aerobio y anaerobio (BIODAM) para el tratamiento de Drenaje Ácido de Mina (DAM) del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata, Recuay Áncash”, contrato 044-2021-FONDECYT.

A la UNASAM que gracias al programa de subvención “Investigación para la obtención del grado académico de bachiller y título profesional” por ser soporte importante para la ejecución de la presente tesis.



RESUMEN

Los contaminantes de la minería se acumulan en relaveras, siendo una de las fuentes más peligrosas que afecta a los ecosistemas naturales, agrícolas y ganaderos. En la presente investigación se determinó el factor de bioconcentración de Al, Mn, As y Pb en suelo, plantas y producto lácteo del entorno del Pasivo Ambiental Minero (PAM) de Mesapata, evaluando suelo y cobertura vegetal en siete puntos de dos transectos (tres repeticiones por cada punto y por cada sustrato); para el análisis del producto lácteo se consideraron tres muestras del ganado que pasta en el área de influencia del PAM de Mesapata. La composición vegetal predominante, son herbáceas de las familias Poaceae, Juncaceae, Rosaceae, Fabaceae, Brassicaceae y Plantaginaceae; la cara oeste del PAM de Mesapata contiene metales a concentraciones (mg/Kg de peso seco) de 3359.00 aluminio, 72969.00 arsénico, 1032.67 manganeso y 4555.67 plomo. Cuando evaluamos a estos mismos metales en el suelo del humedal los valores son aluminio 33372.65, arsénico 3384.28, manganeso 2338.71 y plomo 1176.91 y en plantas se tiene aluminio 678.00, arsénico 4899.79, manganeso 2193.57 y plomo 1044.92; en el producto lácteo del ganado es Al 0.73 mg/Kg, Pb 0.50 mg/Kg, Mn 1.05 mg/Kg, As 0.07 mg/Kg; y el FBC en el producto lácteo son para el Al 0.00108, As 0.0013, Mn 0.0049 y Pb 0.0062.

ABSTRACT

Pollutants from mining accumulate in tailings, being one of the most dangerous sources that affects natural, agricultural and livestock ecosystems. In the present investigation, the bioconcentration factor of Al, Mn, As and Pb was determined in soil, plants and dairy products from the surroundings of the Mesapata Mining Environmental Passive (PAM), evaluating soil and vegetation cover at seven points of two transects (three repetitions for each point and for each substrate); For the analysis of the dairy product, three samples of cattle that graze in the area of influence of the Mesapata PAM were considered. The predominant plant composition is herbaceous from the families Poaceae, Juncaceae, Rosaceae, Fabaceae, Brassicaceae and Plantaginaceae; The west face of the Mesapata PAM contains metals at concentrations (mg/Kg of dry weight) of 3359.00 aluminum, 72969.00 arsenic, 1032.67 manganese and 4555.67 lead. When we evaluate these same metals in the soil of the wetland, the values are aluminum 33372.65, arsenic 3384.28, manganese 2338.71 and lead 1176.91 and in plants there is aluminum 678.00, arsenic 4899.79, manganese 2193.57 and lead 1044.92; in the dairy product of cattle it is Al 0.73 mg/Kg, Pb 0.50 mg/Kg, Mn 1.05 mg/Kg, As 0.07 mg/Kg; and the BCF in the dairy product are for Al 0.00108, As 0.0013, Mn 0.0049 and Pb 0.0062.



ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ACRONIMOS	xii
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivo Específico.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Variables.....	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Problemática de los pasivos ambientales mineros.....	8
2.2.2 Drenajes ácidos.....	10
2.2.3 Presencia de Metales pesados en los suelos.....	12
2.2.4 Dinámica de los metales pesados.....	14
2.2.5 Rutas para el transporte de elementos traza en el suelo.....	14
2.2.6 Captación de metales por la cobertura vegetal.....	22
2.2.7 Drenaje ácido de mina y su impacto.....	23
2.2.8 Estrategias de concentración de metales pesados en las especies vegetales.....	30
2.2.9 Movilidad del suelo, absorción por las plantas e ingreso a la cadena alimentaria.....	30

2.3	Definición de términos básicos	32
2.3.1	Contaminación ambiental	32
2.3.2	Metales.....	32
2.3.3	Pasivos ambientales mineros	32
CAPÍTULO III		33
3.MARCO METODOLÓGICO.....		33
3.1	Tipo de investigación	33
3.2	Diseño de investigación.....	33
3.3	Descripción de la zona de estudio.	33
3.3.1.	Zona de estudio.....	33
3.1.1	Características generales de la zona de estudio.....	35
3.4.	Método o técnicas.....	45
3.4.1.	Muestreo de suelo	48
3.4.2.	Muestreo de especies vegetales.....	49
3.4.3.	Muestreo de leche	50
3.4.4.	Herborización	51
3.4.5.	Identificación de las especies vegetales- transecto al paso.	51
3.4.6.	Determinación de la cobertura vegetal total en cuanto a los ecosistemas existentes en el área de estudio	52
CAPÍTULO IV.....		53
4.RESULTADOS		53
4.1.	Transecto al paso	53
4.2.	Determinación de la cobertura vegetal seca	63
4.3.	Concentración de metales en el suelo	65
4.4.	Determinación de los pH de las muestras de suelo	66
4.5.	Determinación de la conductividad de las muestras de suelo	66
4.6.	Concentración de metales pesados en especie vegetal.....	67
4.7.	Concentración de metales pesados en producto lácteo de ganado vacuno.	69
4.8.	Determinación del factor de bioconcentración (FBC)	69
CAPÍTULO V.....		72
5.DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		72
CAPÍTULO VI.....		83

6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.1. Conclusiones	83
6.2. RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Naturaleza del Drenaje Ácido de Roca.....	11
Tabla 2 Los principales efectos de algunos elementos tóxicos en las plantas.....	24
Tabla 3 Resumen de algunos metales y metaloides, y sus efectos en la salud humana junto con los límites permisibles.	28
Tabla 4 Metales/metaloides clasificados en grupos según su potencial de riesgo para la cadena alimentaria a través de la absorción por las plantas.	30
Tabla 5 Características de las zonas de vida identificadas	35
Tabla 6 Descripción de las vías de acceso.	45
Tabla 7 Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio	46
Tabla 8 Abundancia de las especies vegetales identificadas en el transecto N°01 en el bofedal de Yanayacu, durante el mes de setiembre, 2021	53
Tabla 9 Abundancia de las especies vegetales identificadas en el transecto N°02 en el bofedal de Yanayacu, durante el mes de setiembre, 2021.	56
Tabla 10 Cálculo de los índices de Dominancia y Shannon para el transecto N°01 del bofedal Yanayacu.....	59
Tabla 11 Cálculo de los índices de dominancia y Shannon para el transecto N°02 del bofedal Yanayacu.....	61
Tabla 12 Familias de especies vegetales identificadas por transecto.....	63
Tabla 13 Determinación de los valores, así como los coeficientes de semejanza (Sj) y coincidencia (Ss).	63
Tabla 14 Pesos de las muestras de especies vegetal seca en el área de estudio.....	64
Tabla 15 Cálculo de las especies vegetal, considerando la clasificación de ecosistemas.	64
Tabla 16 Resumen de los valores promedios de la concentración de metales pesados (mg/Kg) de suelo en el bofedal Yanayacu en el mes de setiembre del 2021.....	65
Tabla 17 Promedio de las mediciones de pH de las muestras de suelo.	66
Tabla 18 Promedio de las mediciones de conductividad	66
Tabla 19 Valores de la concentración de metales pesados (mg/Kg) en especie vegetales del	68
Tabla 20 Resumen de los Valores de la concentración de metales pesados (mg/L) en producto lácteo del ganado que se desplaza a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del pasivo ambiental minero de Mesapata, en el mes de setiembre del 2021.	69
Tabla 21 Comportamiento del factor de bioconcentración del Aluminio en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.	69

Tabla 22 Comportamiento del factor de bioconcentración del arsénico en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.	70
Tabla 23 Comportamiento del factor de bioconcentración del manganeso en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.	70
Tabla 24 Comportamiento del factor de bioconcentración del plomo en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.	71
Tabla 25 Valores de factor de bioconcentración por metales en el suelo de los transectos N° 01 y N° 02.	71
Tabla 26 Valores de factor de bioconcentración por metales en las especies vegetales de los transectos N° 01 y N° 02.	71



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Abundancia de las especies vegetales a lo largo del Transecto N°01 del bofedal de Yanayacu, distrito de Cátac, durante el mes de setiembre, 2021.....	557
Figura 2 Abundancia de las especies vegetativas a lo largo del transecto N°02 del bofedal de Yanayacu, distrito de Cátac, durante el mes de setiembre, 2021.....	69
Figura 3 Distribución de la cobertura vegetal en el transecto N°01 del bofedal Yanayacu, mes de Setiembre 2021.	602
Figura 4 Distribución de la cobertura vegetal en el transecto N°02 del bofedal Yanayacu, mes de setiembre 2021.....	624
Figura 5 Valores de la concentración de metales pesados en mg/kg en suelo en el transecto N° 01 y N°02, del bofedal Yanayacu, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021.	725
Figura 6 Valores de la concentración de metales pesados en mg/kg en especies vegetales en el transecto N° 01 y N° 02, del bofedal Yanayacu, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021.	7688
Figura 7 Valores de la concentración de metales pesados en mg/L en el producto lácteo en el transecto N° 01 y N°02, del bofedal Yanayacu, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021.....	7890
Figura 8 Valores del factor de bioconcentración de metales pesados en mg/Kg en la especie vegetal, del bofedal Yanayacu, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021.	791
Figura 9 Valores de la concentración de metales pesados en mg/L en leche del ganado vacuno, del bofedal Yanayacu, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021	802
Figura 10 Determinación de la cobertura vegetal, en cuanto a los ecosistemas existentes a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata del distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021	804

LISTA DE ACRONIMOS

PAM	Pasivos ambientales mineros
DAM	drenaje ácido de mina
PCM	Planta Concentradora de Mesapata
DR	Depósitos de relaves.
DDTC	Dietilditiocarbamato
Al	Aluminio
As	Arsénico
Mn	Manganeso
Pb	Plomo
Hg	Mercurio
Cd	Cadmio
Cu	Cobre
Ca	Calcio
Fe	Hierro
Zn	Zinc
Cr	Cromo
Cd	Cadmio
Ni	Niquel
BCF	Factor de bioconcentración
FAO	Food and Agriculture Organization
OMS	Organización Mundial de la Salud
CEQG	Canadian Environmental Quality Guidelines
EPA	Environmental Protection Agency
DAR	Drenaje ácido de roca

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las consecuencias medio ambientales no solo están asociadas a la exploración, extracción y explotación de minerales, sino también a los impactos ambientales y socioeconómicos que quedan al finalizar las actividades mineras o al abandono de las mismas. La generación de pasivos ambientales mineros (PAM) es una consecuencia clave de la dejadez de la actividad antes detallada. Los PAM hacen referencia a los impactos ambientales generados en las operaciones mineras inactivas o abandonadas y con necesidad de restauración, mitigación o compensación por un daño ambiental (Arango & Olaya, 2012). El cierre del PAM normalmente incluye el diseño e implementación de diferentes medidas como desmantelamiento, demolición, estabilización física - química e hidrológica, tratamiento de drenaje ácido de mina y lixiviación de metales y recuperación o rehabilitación de terrenos. El drenaje ácido de mina (DAM) es uno de los causantes de la problemática ambiental especialmente dentro de la actividad de minería metálica; este drenaje altera a largo plazo el estado normal de los ríos, arroyos, vida acuática, suelos y vida terrestre debido a que contribuye con una cantidad resaltante de metales pesados. Se sabe que los metales pesados son perjudiciales debido a que muchos de ellos se acumulan en los seres vivos de diferentes maneras; se debe considerar que los metales pesados no son tóxicos por sus características esenciales (algunos de ellos son esenciales en pequeñas cantidades), sino por las concentraciones en las que se muestren. Uno de los principales factores que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo es el pH (Santander, Garay, Verde, & Mendieta, 2021).



La región Ancash, cuenta con el mayor número de pasivos ambientales mineros (PAM), los cuales se encuentran en un estado de abandono generando serios problemas socioambientales. De acuerdo con el inventario de Pasivos Ambientales Mineros (PAMs), actualizado a cargo del Ministerio de energía y Minas (MINEM) en el 2020, se registró 1345 PAMs sólo en Ancash (Resolución Ministerial N° 238-2020-MINEM/DM, 2020), siendo esta la segunda región con mayores impactos por la presencia de pasivos ambientales, las cuales se manifiestan sobre el aire, agua y suelo.

La zona de estudio, incluye a la Planta Concentradora de Mesapata (PCM), la cual inició sus operaciones el año 1982 bajo la administración del Banco Minero para prestar servicios a los pequeños productores mineros de la región Áncash. Posteriormente, en 1993 fue transferida en uso a favor de la Universidad Nacional de Ancash (Moreno & Vizconde, 2014). Durante siete años de funcionamiento consecutivo, los relaves fueron acumulados sin tener en consideración criterios ambientales por lo que se han visto afectados componentes ecosistémicos como el agua, suelo, flora y fauna, pudiendo biotransferirse metales pesados a la cadena alimenticia, provocando graves trastornos de salud en la población humana. Para el plan de cierre de esta PCM se consideró posteriormente la instalación de un humedal, con escaso detalle en el mantenimiento y el monitoreo del sistema, lo cual representó una falencia en el manejo de gestión ambiental de la zona (Chauca, 2002).

Los depósitos de los relaves mineros, en abandono por parte de la planta concentradora de Mesapata, han venido perturbando el entorno ambiental, comprometiendo seriamente a componentes ambientales, la composición del paisaje, entre otros.

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron cuatro metales: aluminio, manganeso, arsénico y plomo, considerando la concentración de las mismas dentro de los componentes ambientales considerados en la investigación, así como en la zona de estudio.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General.

- Determinar el factor de bioconcentración de metales pesados (Al, Mn, As y Pb) en el producto lácteo del ganado vacuno que se desplaza a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata.

1.1.2 Objetivo Específico

- Determinar la concentración de metales pesados ((Al, Mn, As y Pb) en el suelo del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de - Cátac.
- Determinar la concentración de metales pesados ((Al, Mn, As y Pb) en las especies vegetales del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata- Cátac.
- Determinar la concentración de metales pesados (Al, Mn, As y Pb) en leche de ganado vacuno que se desplaza a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata.

1.2 Hipótesis

El factor de bioconcentración de metales pesados en los lácteos está influenciado por la acumulación de metales pesados en el suelo y en las especies vegetales que es consumido por el ganado vacuno que ronda el bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata- Cátac.

1.3 Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNID	MÉTODO	FUENTE
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Suelo	Parámetros Químicos	Concentraciones de aluminio.	mg/L	Cromoazurol S	Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
		Concentraciones manganeso,		Plata- DDTC	
Especie Vegetal		Concentraciones arsénico		Formaloxina	
		Concentraciones plomo		PAR	
VARIABLE DEPENDIENTE					
Leche	Parámetros Químicos	Concentraciones de aluminio.	mg/L	Cromoazurol S	Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM
		Concentraciones manganeso,		Plata- DDTC	
		Concentraciones arsénico		Formaloxina	
		Concentraciones plomo		PAR	

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 *Antecedentes*

Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud en la ciudad de León (México), en relación a la contaminación del producto lácteo de bovinos con metales pesados, se direccionaron a verificar la acumulación de los mismos. Estos animales pastoreaban e ingerían agua en las orillas de los recursos hídricos degradados con los residuos de la actividad minera, fumigaciones aéreas y aguas residuales que contenían metales pesados como arsénico, plomo, cadmio, cobre y zinc (metales bioconcentrables). La investigación se realizó teniendo en cuenta 5 establos lecheros en la zona mencionada, donde se determinó un valor promedio de plomo de 0.7406 mg/Kg y cadmio de 0.2965 mg/kg, los cuales superaron los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentario (0.02 mg/Kg) y la Norma de Rumanía (0.01 mg/Kg), cobre de 0.4125 mg/kg y Zinc de 3.4802 (Mclaughlin et al., 2003).

De otro lado, Gutiérrez (2010) explica que en la ciudad de Erdogan (Turquía) se observa la presencia de metales tóxicos en el producto lácteo durante diferentes épocas del año. La concentración de plomo en el producto lácteo de animales que rodeaban la planta fue de 27.2 µg/L (verano) y 23.4 µg/L (invierno), en cuanto a los animales que se encontraban a una distancia considerable de la fuente de contaminación presentaron una concentración de 23.1 µg/L (verano) y 32.5 µg/L (invierno). Enfocándonos a las concentraciones de cadmio de las muestras extraídas de producto lácteo de los animales que se encuentran a distancias mínimas de la planta industrial metalúrgica se encontraron concentraciones de 1.7 µg/L (verano) y 1.8 µg/L (invierno), mientras que los

animales alejados de esa fuente de contaminación registraron 1.1 µg/L tanto en verano como en invierno. Esta investigación fue realizada con el método de Krachler - 1998 (Liberty series-II Varian, USA).

Igualmente, Olivares y Peña (2009) en su investigación denominada “Bioconcentración de elementos minerales en *Amaranthus dubius*, creciendo silvestre en cultivos del estado Miranda, Venezuela”, evaluaron el factor de bioconcentración (BCF) de nutrientes minerales y metales no esenciales de la especie *Amaranthus dubius*, dada por el cociente entre su concentración de metales en las hojas de las especies así como en el suelo, en tres sitios del Estado de Miranda, Venezuela: El Jarillo, la Escuela Técnica Agropecuaria Carrizal y La Maitana. Los valores BCF de la especie *Amaranthus dubius* fueron comparadas con la especie *Amaranthus hybridus*, encontrando para la primera especie un valor de BCF en N (19.39 mg/Kg), P (10.97 mg/Kg), K 8.56 (mg/Kg), Ca (10.63 mg/Kg), Mg (6.33 mg/Kg), Fe (0.25 mg/Kg) y Zn (0.88 mg/Kg), elementos que son esenciales para la dieta animal, así como menores concentraciones de Cd (4.00 mg/Kg), Al (0.04 mg/Kg), Mn (0.93 mg/Kg), Cr (0.56 mg/Kg) y Pb (0.59 mg/kg) en las muestras colectadas. En cuanto al *Amaranthus hybridus* un valor de BCF de N (8.90 mg/Kg), P (6.89 mg/Kg), K (26.62 mg/Kg), Mg (2.01mg/Kg), Ca (18.52 mg/Kg) y Cd (1.33 mg/Kg) en sus hojas; sin embargo, para Al (0.02 mg/Kg), Fe (0.08 mg/Kg), Mn (0.17 mg/Kg), Cu (0.22 mg/Kg), Ni (0.12 mg/Kg), Zn (0.29 mg/Kg), Co (0.33 mg/Kg), Cr (0.21 mg/Kg) y Pb (0.42 mg/Kg) por tanto resultando un BCF<1.

Asimismo, Chavez y Polo (2020) en su estudio “Determinación del nivel de concentración de seis metales pesados utilizando *Lolium perenne* en el suelo impactado por minería en Paredones – Cajamarca, 2019”, determinaron la concentración de arsénico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en el producto lácteo de bovinos mediante la evaluación de la absorción y bioconcentración de dichos metales, así como los posibles efectos negativos en la salud del ser humano. Con la finalidad de determinar la bioconcentración, se nombró dos grupos: El primero denominado: “recursos naturales”, integrados por: agua, pasto y suelo y el segundo denominado: “leche de bovino”. Se obtuvo una mayor concentración en recurso natural- suelo, en cuanto a plomo con 0.206 ppm, arsénico con 0.508 ppm, cadmio con 0.375 ppm, cobre con 0.790 ppm y mercurio con 0.042 ppm; por otro lado, la concentración más elevada en el

producto lácteo de bovino fue de plomo con 0.210 ppm y arsénico con 0.435 ppm; para el caso de bioconcentración se produjo en plomo, arsénico, cadmio, cobre y mercurio de los recursos naturales respecto a la leche de bovino.

De otro lado, la Universidad Nacional del Centro en Huancayo, Perú, mediante el estudio realizado por Carrillo (2013) denominado “Concentración de plomo en forraje y leche de vacuno en seis zonas del Valle del Mantaro”, determinó la concentración de Pb en forraje y leche de vacuno en seis zonas del valle del Mantaro: Muquiyauyo, Sincos, Orcotuna, El Mantaro, Matahuasi, y Hualaoyo, donde se analizó las posibles fuentes de contaminación. Con tal finalidad, se muestreó 500 g tanto para la leche de vacuno como para el forraje en cada área determinada. Los resultados obtenidos en el forraje fueron de 0.51 mg/kg; 0.15 mg/kg; 0.08 mg/kg; 0.07 mg/kg; 0.06 mg/kg y 0.25 mg/kg correspondiente a cada área de estudio antes mencionada, hallándose bajo los LMP según la AAFCO americana y la Unión Europea. En cuanto a la leche se presentó una concentración $<0,02$ mg/kg, ubicándose por debajo de los límites máximos permisibles definidos según la FAO y OMS del Codex Alimentarius. Se explica que las principales fuentes de contaminación de plomo en la leche de vacuno son: la higiene del ordeño, la alimentación de forraje más pastoreo y el consumo de aguas del río Mantaro.

De igual manera, en la investigación de Quijada (2021) denominada “Bioconcentración y transferencia de plomo desde el suelo a los pastos y leche en la estación experimental El Mantaro”, se determinó el factor de bioconcentración y transferencia de plomo de los suelos a los pastos y leche de vacas en la estación experimental “El Mantaro”, conjuntamente se estableció si la concentración de Pb se encuentra por encima de los LMP determinados por el Codex alimentarius. Para lo cual se consideró 20 muestras de suelo y pasto, en cuanto a la leche se tomó 24 muestras. Los valores obtenidos de Pb en el suelo, pasto y leche fueron en promedio 83.979 ± 96.117 mg/kg; 5.5265 ± 2.992 mg/kg y 0.01571 ± 0.003 mg/kg, respectivamente. El valor de bioconcentración de Pb, del suelo al pasto se encuentra en un promedio de 0.0913 ± 0.064745 mostrando un nivel bajo. En cuanto a la leche se obtuvo que el 87.5% de las muestras extraídas se encuentran por debajo del LMP establecidos por el Codex Alimentarius. Por lo tanto, se llegó a la conclusión que, en la estación experimental “El Mantaro”, la leche cumple con la

concentración de plomo exigida por el Codex Alimentarius y la Unión Europea, además que resultados obtenidos de bioconcentración y transferencia representan valores mínimos.

Finalmente, en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash, a través del estudio de Moreno y Vizconde (2006) en su investigación titulada “Bioconcentración de metales pesados en leche de ganado vacuno en el área de influencia del pasivo ambiental de Chahuapampa – Utcuyacu – Catac”, se realizó un análisis de metales pesados (Pb, As, Cd y Hg) en muestras de agua, suelo, pasto y producto ganadero (leche) del área norte del pasivo ambiental Chahuapampa para determinar la posible transferencia y bioconcentración de metales pesados. La evaluación se realizó bajo dos períodos: estiaje y lluvia. En esta evaluación se determinó que la influencia del caudal en época de lluvia es considerable debido a que la concentración de metales se diluye en comparación con resultados obtenidos en época de estiaje. De las variables analizadas el metal con mayor concentración en el agua, suelo y pasto es el plomo con una concentración promedio de 0.915 mg/l (sobrepasando el LMP establecido por la LGA, Clase III, CEQG Y EPA 0.1 mg/l y el Reglamento Ambiental Boliviano 0.50 mg/l), 54.50 mg/kg en el suelo (encontrándose por debajo de los LMP establecidos por CEQG 70 mg/Kg) y 5.44mg/kg en el pasto (encontrándose por debajo del LMP, establecido según el Manual de Nutrición de Plantas de Jones J.B. 30mg/Kg); mientras que el metal con mayor concentración en la leche fue el mercurio con un valor promedio de 1.47 mg/l leche (encontrándose encima del LMP establecido por la FAO/OMS 0.01 mg/l leche).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Problemática de los pasivos ambientales mineros

La actividad minera abandonada es la causa de un gran número de impactos ambientales y socioeconómicos. Entre los impactos ambientales más frecuentes están los paisajes físicamente alterados, las pilas de desechos, la subsidencia, la combustión espontánea de desechos de carbón, la contaminación del agua, etc. (Worral et al, 2009).

El Perú ha tenido un desarrollo institucional y normativo importante en el desarrollo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), entre estos se puede destacar el establecimiento de la definición de PAM mediante la Ley N° 28271 del año 2004, en ella se denomina a los PAM como aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras que, en la actualidad, están abandonadas o inactivas, constituyendo así un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad (Castillo et al, 2021)

También se considera a las superficies, cuerpos de agua, tramos de cauces y humedales afectadas por vertidos, que encontrándose rodeados por minería, constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud y seguridad de la población, los ecosistemas circundantes (terrestre y/o acuático), la propiedad y el desarrollo económico social del área de influencia de la operación (Cuentas et al., 2019).

Un pasivo ambiental minero (PAM) se relaciona con la actividad minera, el cual es generado por los depósitos de relaves (DR), botaderos de estériles y los residuos de proceso (escorias, cenizas, residuos peligrosos, etc.). De lo ya mencionado se resalta que a los depósitos de relaves pueden llegar a contener niveles altos de concentraciones de elementos y compuestos químicos que dependerá de la tecnología utilizada durante la actividad. Dichas concentraciones tendrán el potencial de alterar el medio ambiente, generar daños al bienestar de la población en cuanto a la salud y alteraciones a los ecosistemas. Detallando en el ámbito ambiental, los DR generan variaciones a nivel paisajístico y alterando la calidad del agua, aire y suelo. De estos impactos, la contaminación de aguas y suelos, son los que tienen un mayor potencial ya que significan un riesgo para la población (Espinacer, 2006). En cuanto al aire, según Nadhir et al. (2014), los DR son sustratos que no favorecen al crecimiento abundante de cobertura vegetal, el cual presenta un aspecto homogéneo y poco rugoso, por lo que son susceptibles a la erosión del viento en contextos ambientales secos y ventosos, generando afecciones a la salud de los habitantes cercanos, así como alteraciones en los componentes ambientales.

2.2.2 Drenajes ácidos

Las minas abandonadas generan numerosas fuentes de contaminación para aguas superficiales y subterráneas, así se puede detallar como ejemplo las filtraciones de ácido, el lavado de metales, el aumento en sedimentos y la contaminación por hidrocarburos (Worrall et al., 2009)

Es preciso señalar que, en el Marco legal peruano, en la Ley 17752 (1969), fundamentalmente en su capítulo II, artículo 22, se menciona que está prohibido verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna.

Un drenaje es ácido cuando los minerales ácidos exceden a los alcalinos, puede contener elevadas concentraciones de SO_4^- , Fe, Mn, Al y otros iones; puede tener o no bajo pH, pero la presencia de Fe, Al y Mn disueltos pueden generar iones H^+ por hidrólisis (alta concentración iones H^+) y bajar el pH (Advire, 2006)

a. Drenaje ácido de roca (DAR)

La exposición de minerales sulfurosos a condiciones de intemperismo o meteorización (con agua, aire, suelo y procesos microbianos) provocan drenaje ácido de roca (DAR) que se caracteriza por generar agua contaminada con altos índices de acidez y elevadas concentraciones de metales pesados (Pb, Fe, Al, Cu, Zn). La flora, fauna y los recursos hídricos son los principales aspectos afectados por la presencia de DAR, llegando a producir daños para el hombre por su incorporación a su sistema de manera accidental. Igualmente, se ha observado que en este caso el clima, influye de manera directa sobre la migración de los contaminantes (Razo, 2006).

Según Montano et al. (2002) la generación de DAR se desarrolla a través de un proceso que sigue tres etapas influenciadas por el pH del recurso hídrico en el microambiente de los minerales sulfurados. El siguiente cuadro explica la naturaleza.

Tabla 1

Naturaleza del Drenaje Ácido de Roca.

ETAPA	PROCESO
I	Va relacionado con la lenta oxidación química o bioquímica de la piritita conjuntamente con minerales sulfurados de pH cercanos a neutro. Esta primera etapa suele ser acelerada por la participación de bacterias acidófilas, como por ejemplo el <i>A. ferrooxidans</i> , la cual va de la mano con los minerales de sulfuros. Estas reacciones empiezan a alterar el pH, a medida que los ácidos liberados comienzan a adherirse a los minerales.
II	En esta etapa se observa un pH bajo el valor de 4.5, donde el hierro ferroso pasa a un estado de hierro férrico (oxidación) para precipitar como hidróxido férrico y finalmente liberar iones de hidrógeno. Bajo estas condiciones se genera valores de pH menor a 3.5.
III	Durante esta etapa se da la presencia de bacterias acidófilas relacionadas a acelerar el proceso oxidativo del hierro ferroso a hierro férrico. El proceso de producción de ácido se incrementa para producir una ruta circular que genera mayor cantidad de ácido. Parte de esta etapa es la liberación de otros metales presentes en la conformación de la roca, los cuales representan otro problema ambiental.

Fuente: Montano et al., 2022

b. Drenaje ácido de mina

El drenaje ácido de mina es producto de la realización de actividades mineras que se encuentren en un estado activo o abandonadas, llegando en ambos sentidos a convertirse en un agente contaminante del agua. La participación de factores físicos, químicos y biológicos influyen en los procesos complejos de la generación, liberación, movilidad y atenuación del drenaje ácidos de mina, como por ejemplo: la geología de la región de mineralización, microorganismos, temperatura y la disponibilidad de agua y oxígeno; sin embargo, estos factores son altamente variables de una región a otra y por esta razón, la predicción, prevención y tratamiento de aguas ácidas debe ser considerada cuidadosamente y con bastante especificidad (Rotting et al., 2008).

Se denomina drenaje ácido de mina a las aguas residuales que son muy ácidas, extremadamente ricas en sulfatos ferrosos y no ferrosos, así como en sales. Las consecuencias resaltantes giran alrededor de los problemas generados a la salud de las especies acuáticas, los animales, las plantas y las personas, las cuales pueden verse comprometidas, si no se trata llegando a contaminar las aguas superficiales, así como las subterráneas (Simate & Seliselo , 2014).

La oxidación de minerales sulfurosos como por ejemplo la pirita y la marcasita es la causa principal del drenaje ácido de minas (FeS_2), estas formaciones minerales de sulfuro se crearon en un entorno anaeróbico; como resultado, se vuelven inestables cuando se exponen al oxígeno del agua o de la atmósfera. Las operaciones mineras aceleran este proceso natural generando una mayor exposición de sulfuros al agua, al aire y a los microbios. El drenaje de aguas ácidas puede encontrarse en la roca estéril, los estériles, los tajos abiertos, los pozos y los túneles subterráneos, tanto de minas en funcionamiento como en las abandonadas. Este drenaje es poco importante cuando la mina está activa porque el nivel freático es bajo debido al bombeo; sin embargo, es severo en minas abandonadas donde el sistema de bombeo deja de funcionar con el que se incrementa el nivel freático y con éste la cantidad de agua ácida (Simate & Seliselo, 2014).

Según menciona Corzo (2015), la oxidación de los minerales sulfurados (como la pirita) promueve la creación de ácido sulfúrico que posteriormente favorece a la liberación de toda una gama de metales y metaloides. Por lo tanto, el drenaje ácido de mina alcanzará altas concentraciones de ácidos y metales disueltos dentro de su composición, los cuales una vez que tomen contacto con las aguas subterráneas provocará serias alteraciones ambientales como la destrucción de los ecosistemas y principalmente, la contaminación del agua.

2.2.3 Presencia de Metales pesados en los suelos

En las distintas capas edáficas se halla una gran variedad de metales pesados, siendo una parte denominada minerales propios del suelo

como el silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K) y magnesio (Mg). Además, se puede encontrar manganeso (Mn) que generalmente se presenta en el suelo como óxido y/o hidróxido. Una parte de estos metales pesados son llamados oligoelementos los cuales son esenciales en la nutrición de las plantas; por ejemplo, el manganeso (Mn), el cual es imprescindible en la fotosíntesis y la activación de algunas enzimas para el metabolismo vegetal (Mahler, 2003), pero pueden volverse tóxicos una vez que sobrepasan un cierto umbral, en este caso se tiene: B, Fe, Cu, Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Se y Zn y el metaloide As. Además, existe metales pesados que no realizan ninguna función biológica, por tanto, su presencia en determinadas cantidades dentro de los organismos vivos genera cambios del funcionamiento biológico. Estos metales resultan altamente tóxicos y presentan la propiedad de acumularse en los organismos vivos, elementos tales como el Cd, Hg, Pb, Sb, Bi, Sn y Tl (Dorrnsoro & García, 2005).

La incorporación de los metales pesados en el suelo se puede dar de forma natural o por participación antropogénica como por ejemplo las áreas industriales, los estériles de minas, la eliminación de desechos con alto contenido metálico, etc. (Rodríguez et al., 2019).

En la solución del suelo, los metales pesados pueden encontrarse como iones libres, adsorbidos en partículas coloidales del suelo, creando complejos organominerales solubles, o precipitados en la parte sólida del suelo. Existe un equilibrio dinámico entre las múltiples formas en que un metal pesado persiste en el suelo, lo cual se ve influenciado por las características del medio conjuntamente con el tipo de plantas y los microorganismos presentes (García et al., 2002).

Si la concentración de metales pesados en el suelo supera los límites máximos permitidos, se genera dificultades en el crecimiento normal y desarrollo de las plantas, así como la baja de la curva de desarrollo de las poblaciones microbianas, siendo mejor denominado como “polución de suelos” (Charles, 2000).

2.2.4 Dinámica de los metales pesados

La dinámica de los metales pesados es afectada por las condiciones fisicoquímicas (el pH, el potencial redox, etc.), mientras que los mecanismos de retención de los mismos (ya sea por complejación, adsorción y precipitación) son influenciados por los componentes orgánicos e inorgánicos presentes en el suelo. Las plantas y los microorganismos (bacterias y hongos) del suelo también pueden interactuar con los metales mediante mecanismos de extracción, estabilización, biosorción, bioconcentración, biomineralización y biotransformación (Lloyd & Macakie, 2000). El grado de contaminación de un suelo no puede ser estimado únicamente por la concentración del contaminante, sino que es necesario considerar la biodisponibilidad de este o su posible asimilación, por ejemplo, en el sistema radicular de la planta, la solución del suelo, la fase sólida del suelo, la movilidad que regulará su distribución, el transporte en el suelo a otros medios y la persistencia que controlará la duración de su efecto pernicioso en el suelo (Thellier & Sposito, 1989).

2.2.5 Rutas para el transporte de elementos traza en el suelo

Los metales pesados presentes en el suelo, pueden direccionarse a cuatro caminos: el primero, mantenerse en la superficie de suelo para disolverse en su fase acuosa u ocupar sitios de intercambio; el segundo se adsorbe especialmente en los componentes inorgánicos del suelo; el tercero está ligado a la materia orgánica presente en el mismo y el cuarto precipita en forma de sólidos puros o mezclados. Por otra parte, pueden ser absorbidos por las plantas e incorporarse a la cadena trófica pasando a la atmósfera por volatilización o movilizándose a las aguas superficiales o subterráneas (Dorronsoro & García, 2005).

Entre algunas rutas de transporte se detalla:

a) Factor de bioconcentración

La evaluación de los factores de bioconcentración es una importante herramienta para estimar los riesgos que los metales pesados pueden representar para la flora, fauna y seres humanos (Orozco et al., 2022).

Es considerado como un factor obtenido de un cociente entre la concentración del elemento químico en un organismo o un tejido específico expuesto de manera permanente y la concentración del elemento químico en un medio como el agua y suelo (Gonzales, 2016).

A continuación, se detalla la fórmula para determinar el factor de bioconcentración (BCF): (Vizconde, 2017)

$$BFC = \frac{\text{Concetración en el órgano}}{\text{Concentración en el medio}}$$

Para realizar la interpretación de este factor se establece que

Si el valor obtenido de $BCF < 1$, no presenta bioconcentración.

Si $10 > BCF > 1$, presenta acumulación intermedia

Si $BCF > 10$, alto potencial de bioconcentración

Este factor de bioconcentración se clasifica en tres tipos:

- **Factor de bioconcentración en la cobertura vegetal**

La bioconcentración de metales pesados en cobertura vegetal guarda una relación entre la concentración del metal pesado en el pasto y la concentración del metal pesado en el suelo aplicando la siguiente fórmula (Vizconde, 2017):

$$FBC \text{ Pasto} = \frac{[\text{Metal Pesado}] \text{ Pasto}}{[\text{Metales Pesados}] \text{ Suelo}}$$

El factor de bioconcentración indicará si las especies de plantas estudiadas pueden ser consideradas acumuladoras, tolerantes o exclusoras de los elementos de interés. Las plantas con $BCF > 1$ son considerados como acumuladoras o hiper acumuladoras (si las concentraciones exceden 0,1 %); las que presentan valores entre 0.1 a 1, son consideradas como tolerantes; y, las que presentan valores menores a 0.1 son denominadas exclusoras (Mendieta & Taisigue, 2014).

- **Factor de bioconcentración leche**

La bioconcentración de metales pesados en leche se determinó mediante la relación entre la concentración del metal pesado en leche y la concentración del metal pesado en el pasto aplicando la siguiente fórmula (Vizconde, 2017):

$$FBC\ Leche = \frac{[Metales\ Pesados]\ Leche}{[Metales\ Pesados]\ Pasto}$$

b) Transporte de metales pesados del suelo a la raíz

La movilidad natural de los metales pesados en los suelos es consecuencia de la actividad biológica, de las interacciones sólido líquido y de la acción del agua (Bourg, 1995).

En el suelo, los metales pesados pueden quedar retenidos en el mismo, pero también pueden ser movilizados por la solución de suelo mediante diferentes mecanismos físico- químicos (Pagnanelli et al., 2004), los cuales se detalla a continuación:

- Adsorción: Se caracteriza porque el ión es atraído electrostáticamente por las superficies cargadas de la fracción coloidal del suelo, sin que haya una dependencia de configuración electrónica con el grupo funcional llegando a formar complejos (Sposito, The chemistry of soils. , 1989). En general, la adsorción de los metales a las partículas del suelo reduce la concentración de los metales en la solución del suelo (Silveria et al., 2003).
- Complejación: Involucra a un ión metálico en solución que está siendo rodeado por uno o más ligandos orgánicos o inorgánicos (Rieuwerts et al., 1998).
- Precipitación: esta reacción depende del producto de solubilidad (Kps) del sólido en agua. Los iones metálicos en la solución suelo pueden precipitar con un agente químico, generalmente como aniones como fosfatos, carbonatos o sulfatos (Rieuwerts et al., 1998).

Los factores que participan en la movilización de los metales pesados va relacionado a las características del suelo, los cuales se detalla a continuación:

- pH: Es considerado el factor con mayor importancia. El pH puede ser definido como el parámetro que influye en la movilidad del catión, por ejemplo, a pH alto se genera la precipitación de hidróxidos y a pH ácido, la gran cantidad de metales pesados son disponibles a excepción de As, Cr, Mo y Se, cuya disponibilidad es a un pH alcalino. En medios muy alcalinos, pueden nuevamente pasar a la solución como hidroxicomplejos (Dorronsoro & García, 2005).

- Materia Orgánica: Reacciona con los metales formando complejos de cambio y quelatos. Los metales una vez que forman quelatos o complejos pueden migrar con mayor facilidad a lo largo del perfil (Dorronsoro & García, 2005).

- Conductividad eléctrica

El incremento significativo respecto a los valores de salinidad en el nivel acuático produce una alta competencia entre los cationes de metales pesados y otros por emplear huecos libres dentro de la materia orgánica suspendida presente, la cual generalmente es transferida y depositada dentro de los suelos. Por otro lado, un incremento continuo en los valores de conductividad eléctrica influye directamente en el proceso de adsorción e inmovilización de cationes de metales pesados (Barrón, 2017).

- Capacidad intercambio catiónico (CIC)

Determina la cantidad de cargas negativas que se encuentran en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo, así como la concentración de cationes que la superficie puede albergar. La CIC muestra la destreza de los suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH entre otras características. Un suelo con un valor bajo de CIC nos indica una baja capacidad de retener nutrientes o una mínima cantidad en cuanto a materia orgánica. (FAO, s.f.)

Barcelo et al (2005) mencionan que se conoce poco sobre las rutas de movilización de metales pesados por las membranas vegetales; sin embargo, se entiende que los metales pueden recorrer fácilmente la ruta apoplástica o simplástica, mecanismo de difusión, flujo de masa e intercambio de cationes. En las plantas superiores, estas rutas sirven como portal primario para los metales pesados. Las células rizodérmicas de la raíz contienen cargas negativas que forman parte de polímeros como los grupos carboxilo del ácido péctico y una serie de proteínas estructurales y enzimáticas. Cuando estas cargas negativas interactúan con cargas positivas, como las de los cationes metálicos Pb^{+2} , en el espacio de la rizosfera, crean una interfase de equilibrio. Además, ingresan a través de la parte hidrófila de la pared celular, que facilita el transporte y el intercambio de iones. Una vez allí, se adhieren a las estructuras negativas de la pared celular y se desplazan radialmente, en parte por la vía apoplástica y otra por la vía simplástica.

c) Transporte de metales pesados de la raíz a las hojas de las especies vegetales

Desde las raíces hasta las hojas, las plantas transportan nutrientes y agua mediante un sistema de conductores que constituyen el tejido vascular de la planta, formado por células conectadas denominados xilema y floema. Estas células están formadas por redes traqueidas, tubos cribosos y células huecas que trabajan conjuntamente para transportar la savia, la cual lleva consigo a los metales pesados, por toda la planta desde la zona radicular a las hojas y desde las hojas a otras regiones de la planta. En teoría, el conducto conocido como xilema transporta el agua y los iones metálicos que entran en la raíz a las distintas secciones de las hojas. A través de esos vasos cribosos, el disolvente y los metales pesados pueden pasar libremente en forma de quelatos que se haya formado (Flores, 2018).

Como señala Jhon y Leventhal (1995), El proceso por el que los metales pesados entran en la cadena alimentaria suele comenzar con la absorción por parte de las plantas y posterior acumulación, el cual sigue el siguiente proceso:

- La transferencia de metales se da en la fase acuosa, del suelo a la raíz de la planta.
- El movimiento de metales a través de las membranas de las células corticales de la raíz.
- El movimiento de los metales desde las células corticales hasta la xilema, donde son transportados junto con la solución desde la raíz hasta los tallos.
- La participación del floema para movilizar metales desde las hojas hasta los tejidos de almacenamiento que se consumen como alimento (tubérculos, semillas y frutos).

La capacidad de las plantas para bioconcentrar metales y otros posibles contaminantes varía también en función de la especie vegetal (reino y familias) y del tipo de contaminantes; según Vig et al (2003) la capacidad del suelo para retener metales y las interacciones entre las raíces y las plantas son las responsables de dicha variación (Jhon & Leventhal, 1995).

Después del proceso de bioconcentración por las especies vegetales, los metales están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria (Jhon & Joel, 1995)

En un entorno con presencia de metales pesados, las plantas pueden emplear diversas estrategias. Algunas especies basan su resistencia a los metales en la estrategia de exclusión eficaz del metal, limitando su transporte a la parte aérea y por otro lado, está la acumulación, que es más común en especies que aparecen siempre en suelos contaminados. El proceso de acumulación ha evolucionado en más de 400 especies de plantas repartidas en 45 familias botánicas, siendo la familia Brassicaceae una de las que cuenta con más géneros de este tipo que se encuentra distribuida por todo el mundo (Baker et al., 2000)

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, translocar y acumular nutrientes; sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales son absorbidos,

traslocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos (Lasat, 2000).

La absorción por medio de las raíces es la ruta más importante para el ingreso de los elementos traza en las plantas; sin embargo, se ha observado que otros tejidos también pueden absorber los metales. Se considera la absorción de sales como un proceso predominantemente activo y no pasivo. Una vez que las sales disueltas en solución han entrado en contacto con el sistema radicular, se inicia el proceso de adsorción. A este punto, el tamaño del ión metálico posee un factor preponderante ya que, a mayor tamaño, se presenta una mayor dificultad en atravesar las membranas celulares (Dushenkov & Raskin, 2000).

La movilización y absorción del metal que genera una acidificación del medio por la raíz mediante la liberación de iones H^+ , aumenta la disponibilidad del metal, y este puede ser tomado y acumulado por la planta mediante transporte pasivo y/o activo (Chin, 2007).

Según Delgadillo et al., 2011, en la acumulación de metales en la rizosfera intervienen tres vías distintas de movimiento de iones.

- Intercepción Radicular, es el proceso por el cual se intercepta una cantidad cada vez mayor de solución del suelo a medida que crece el sistema radicular de una planta, lo que da lugar a una mayor asimilación de metales pesados.
- Flujo de Masas, es el transporte de agua y nutrientes desde la solución radicular. Esto ocurre como resultado de la pérdida de agua por transpiración en las plantas, que genera una fuerza de succión como resultado de la diferencia de presión del agua dentro y fuera de la planta.
- Difusión, proceso mediante el cual los iones se difunden de forma natural desde una solución con mayor concentración a otra con menor concentración a lo largo de un gradiente de

potencial químico. Este mecanismo es importante para iones de alta energía.

a. Quelación

Describe la formación de un complejo entre el metal y el ligando, en el que este último puede ser una molécula orgánica. El ligando tiene múltiples sitios de unión que le permiten sujetar firmemente un átomo central, como el metal, y esto conduce a la formación de un complejo muy estable que puede transferirse y acumularse en las vacuolas de la planta. De esta manera, el metal se encuentra “secuestrado” y no está disponible para ejercer su toxicidad (Lytle et al., 1998), una vez dentro de la raíz sufre quelación en el citoplasma para ser almacenado en las vacuolas y así su posterior translocación a las zonas aéreas de la planta (Rascio & Nacari-izzo, 2011). Cabe resaltar que en algunos casos solamente hay inmovilización en las raíces, mas no translocación, lo cual se manifiesta en una elevada concentración del metal en la raíz en comparación con la biomasa aérea de la planta (Dahmani-Muller et al., 2000).

b. Translocación de los metales desde la raíz al resto de la planta

Se realiza mediante el tejido denominado xilema de la planta hasta alcanzar el tallo y finalmente a las hojas, lo cual se realiza con la ayuda de ácidos orgánicos que facilitan su transporte (Rascio & Nacari-izzo, 2011). La velocidad de penetración de los iones en las plantas también varía de una especie a otra especie, si se compara sales de un mismo catión con aniones diferentes tales como el NO_3K , KCl y K_2SO_4 , se observa el orden siguiente de penetración en forma decreciente NO_3 mayor Cl mayor SO_4^- (Wagner, 1993).

c. Absorción de los metales en el tejido foliar

La absorción foliar es mediada por una fase de penetración cuticular y un mecanismo de carácter metabólico que considera la acumulación de los elementos contra un gradiente de concentración (Kabata, 2000).

d. Tolerancia

La tolerancia de la planta a un metal en particular se rige por una interrelación fisiológica y molecular, es decir, en el desarrollo de plantas adecuadas para la fitorremediación de los lugares contaminados. La tolerancia puede incrementar niveles de elementos tóxicos que pueden ser el resultado de la exclusión de dichos elementos o la tolerancia metabólica de las plantas a estos (Singh & Muller, 2003).

e. Exclusión

El transporte a través de la membrana de la célula de la raíz inicia el proceso de absorción del metal por los tejidos vegetales. La carga eléctrica evita que los iones metálicos se difundan libremente por las membranas celulares lipófilas en el citosol; por lo tanto, el transporte del ion por las células debe estar mediado por proteínas de membrana con funciones de transporte (Iwasaki et al., 2002).

2.2.6 Captación de metales por la cobertura vegetal

Las plantas poseen tres estrategias básicas para asimilar los contaminantes del suelo; la primera, se presenta en plantas excluidoras de metales, las cuales previenen la entrada de metales o mantienen baja y constante la concentración de estos sobre un amplio rango de metales en el suelo, principalmente restringiendo la acumulación de los metales en las raíces; la segunda, se encuentra en las plantas denominadas indicadoras de metales, que acumulan los mismos en sus tejidos aéreos y generalmente reflejan el nivel de metal en el suelo (Ghosh & Singh, 2005); y, finalmente, la tercera estrategia es la de las plantas acumuladoras, las cuales pueden concentrar metales en sus

partes aéreas, en niveles que exceden varias veces la concentración presente en el suelo (Rotkittikhun et al., 2006).

Los órganos de las plantas difieren en su capacidad para acumular metales. En la mayoría de las plantas: las raíces, tallos, hojas, frutos y semillas presentan diferentes niveles de concentración y acumulación (Lehoczky et al., 2005). Cuando la fuente de metales pesados es el suelo, en general los niveles decrecen en el orden: raíces > tallos > hojas > frutos > semillas (Flores , 2018).

2.2.7 Drenaje ácido de mina y su impacto

a) Efectos en el recurso hídrico

El drenaje de aguas ácidas disuelve elementos tóxicos y pueden transportarlos a cuerpos de agua superficiales, el agua transporta esta carga contaminante hacia el suelo agrícola y se bioconcentran en los cultivos que luego llegan a los consumidores de diferentes niveles considerados en la cadena alimenticia (Corzo, 2015).

b) Efectos en el suelo

Las características fisicoquímicas de los drenajes de mina y la forma en que son dispuestos sobre el suelo producen efectos negativos sobre la composición de las comunidades microbianas asociadas con los ciclos biogeoquímicos (Bianca et al., 2015). Los metales presentes en los DAM son bioconcentrados a nivel celular que generan toxicidad por la obstrucción del sitio activo de algunas enzimas, así como afectación en la síntesis del ADN y las proteínas (Jaishankar et al., 2014).

c) Efectos en la vida vegetal

La mezcla de metales y metaloides a concentraciones elevadas en determinados tejidos vegetales pueden tener diversos efectos sobre el crecimiento de las plantas. La exposición a metales y metaloides dañan las células vegetativas e interfieren en la homeostasis iónica celular, tanto en la fisiología como en la morfología de las plantas, ocasionan que estas experimenten un estrés oxidativo (Akport & Muchie, 2010).

A continuación, se presenta una tabla que muestra el resumen de los principales efectos de algunos elementos tóxicos en las plantas

Tabla 2

Los principales efectos de algunos elementos tóxicos en las plantas.

Sustancia tóxica	Efectos
Aluminio	Cuando en un suelo el pH es menor de 5.5 ocurre la presencia de Aluminio (Al^{+3}), elemento que es nocivo para las plantas, ya que afecta fuertemente al sistema radical (Intagri, 2016)
Cadmio	Reduce el crecimiento de las plantas, el contenido en lípidos y la germinación de las semillas, al tiempo que aumenta la síntesis de fitoquelatina.
Manganeso	Inicia un proceso toxico a un pH 5, este metal muestra toxicidad a nivel foliar (Salinas, 1979).
Plomo	Disminuye el crecimiento de las plantas y la síntesis de clorofila, al tiempo que aumenta el superóxido dismutasa (Akport & Muchie, 2010) La presencia de Pb suele ir acompañada de Cd y Zn (Hettiarachch & Pierzynski, 2002)
Níquel	Disminuye la producción de proteínas, clorofila, enzimas y masa seca, al tiempo que aumenta la creación de las semillas.
Mercurio	Favorece a la acumula fenol y prolina y reduce la actividad fotosintética, la absorción de agua y las enzimas antioxidantes.
Zinc	Favorece el desarrollo de las plantas y disminuye la toxicidad del níquel.
Cromo	Reduce el desarrollo de la planta y la actividad enzimática, daña las membranas, induce clorosis y daño a las raíces.
Cobre	Reduce la superficie de los tilacoides e inhibe la fotosíntesis, el crecimiento de las plantas y los procesos reproductivos.

Fuente: (Akport & Muchie, 2010)

Las plantas necesitan un balance apropiado de los macro y micronutrientes en el suelo, así el pH del suelo ejerce una

influencia importante en la disponibilidad de nutrientes y en el crecimiento de diferentes tipos de plantas. En general, cuando el pH es bajo, elementos tóxicos como Al, Fe y Mn son también liberados de las partículas del suelo e incrementan su toxicidad (Simate & Seliselo, 2014).

d) Efectos en los animales

Los metales pesados generan relevantes impactos, lo que provocan que la exposición del ganado a las fuentes de contaminación sea directa y en muchos casos inevitable (Salman & Abel, 2019). Una de las fuentes de transferencia de estos elementos al ganado se da por el agua de riego que traslada los metales hasta los suelos agrícolas y la translocación de estos elementos en los forrajes provoca la contaminación de los productos de origen animal (Karimi et al., 2020). A continuación, se detallan los efectos de los metales pesados detallados.

- Intoxicación por arsénico

Según Polo et al. (2019), el arsénico está ampliamente distribuido en la corteza terrestre en combinación con otros metales (Fe, S), se encuentra distribuido en las minas en forma de arsenopiritas, que al fundirse producen arsénico elemental y trióxido de arsénico (AS_2O_3).

Al contaminarse el suelo con humo, polvo y residuos minerales, las zonas cercanas a estas minas pueden contener altas concentraciones de arsénico (Polo, 2019).

Polo et al. (2019), sobre la toxicocinética refieren a los siguientes aspectos:

- Metabolismo: los arsenicales inorgánicos se metilan en el individuo, lo cual contribuye con su detoxificación. Los arsenicales pentavalentes pueden ser reducidos en los riñones a la forma trivalente, que es mucho más tóxica.
- Excreción: el arsénico trivalente es excretado al intestino vía biliar; los arsenicales pentavalentes son excretado por los

riñones. La excreción es rápida y se completa a los pocos días.

- Intoxicación por plomo

La acumulación de materiales orgánicos es la principal responsable de la distribución característica del Pb cerca de la superficie del suelo. Desde el punto de vista químico, el plomo es un elemento metálico, pesado, blando, maleable y gris. Del 5,0% al 10,0% del plomo metálico y sus sales se absorben lentamente y muy poco por vía oral. Se acumulan grandes cantidades de plomo en los huesos, dientes, hígado, pulmones, riñones, cerebro y bazo. Las radiografías de los huesos largos muestran depósitos de plomo en forma de "líneas" (Polo et al., 2019).

El plomo se deposita en grandes concentraciones en los huesos, dientes, hígado, pulmones, riñones, cerebro y bazo. En las radiografías de huesos largos pueden observarse depósitos de plomo en forma de "líneas" (Polo et al., 2019).

- Intoxicación por aluminio

El aluminio se absorbe especialmente por el duodeno proximal y el estómago, pues a medida que disminuye el pH su solubilidad aumenta. La porción absorbida es una pequeña fracción de la ingerida, ya que el organismo bloquea su absorción. Niveles altos de aluminio causan diversas enfermedades debido a su interferencia con diferentes mecanismos biológicos y enzimáticos; en los huesos se produce la mayor acumulación de aluminio y; a nivel glandular, el aluminio inhibe la síntesis de la hormona paratiroidea y disminuye la respuesta ósea a la misma (Fernandez, 2014).

- Intoxicación por manganeso

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, 2016) en un estudio desarrollado menciona que la ingestión de cantidades muy altas de

manganeso ha producido alteraciones del sistema nervioso en animales, incluso alteraciones del comportamiento. Dicho estudio mostró una destrucción de espermatozoides y cambios en la función reproductora en animales machos que consumieron altos niveles de manganeso. La fertilidad de las hembras a las que se administró manganeso por vía oral se vio comprometida. El estudio demostró que el riñón y las vías urinarias de las ratas reflejaban cambios, a las que se administraron dosis extremadamente altas de manganeso. Por tanto, las consecuencias de la administración de altas dosis de manganeso reflejan cambios a nivel del sistema reproductor.

e) Efectos en la calidad de la leche

A lo largo de la historia los productos lácteos, principalmente la leche, han sido considerados alimentos altamente nutritivos por la presencia de sus macro y micronutrientes, vitaminas y ácidos grasos (Leksir et al., 2019); empero, todos los beneficios pueden verse amilanados por la presencia de contaminantes. Está demostrado que la fuente directa de contaminación de la leche por estos elementos se da a través del agua y forrajes que han sido alterados con desechos industriales, residuos de plaguicidas, efluentes urbanos y procesos naturales como actividad volcánica (Castro et al., 2017). La presencia de estos elementos en el agua y forraje, al ingresar al organismo, trae afecciones a la salud animal debido a que se acumulan en los órganos internos, ocasionando alteraciones patológicas y hemato bioquímicas (Kar & Patra, 2021). Los procesos de bioconcentración finalmente sugieren un riesgo para los humanos y la seguridad alimentaria (Castro et al., 2013). Dentro de la leche se pueden identificar diferentes elementos tales como el cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe) que en concentraciones adecuadas son necesarios para la ejecución de actividades metabólicas; por otro lado, la presencia de elementos como cadmio (Cd), plomo (Pb) y mercurio (Hg) son elementos que pueden traer efectos tóxicos aun en niveles bajos de concentración (Gall et al., 2015). La toxicidad de estos elementos está reportada, siendo considerados potencialmente

cancerígenos y con efectos severos sobre los riñones, pulmones, estómago, sistema nervioso, cardiovascular y reproductivo (Akinyem et al., 2019).

f) Efectos en la salud humana

En relación con los humanos y animales, el peligro de los metales y metaloides como contaminantes en el agua está expresado de dos maneras. En los ecosistemas, los metales y metaloides pueden perdurar durante mucho tiempo, además de acumularse en niveles superiores de la cadena alimentaria causando trastornos importantes y crónicos. En general, la alteración de los procesos metabólicos es provocada por la toxicidad o intoxicación por metales y metaloides. Estos compuestos nocivos se acumulan en órganos y glándulas importantes imposibilitando su absorción, donde obstruyen o desplazan minerales nutricionales esenciales, lo que compromete los procesos fisiológicos de dichos órganos y glándulas. (Akport & Muchie, 2010).

Tabla 3

Resumen de algunos metales y metaloides, y sus efectos en la salud humana junto con los límites permisibles.

Sustancia Toxica	Efecto agudo	Efecto crónico	Nivel permisible (mg/L)
Arsénico	Orina ensangrentada, malestar, gastrointestinal, diarrea, dolores de cabeza, vómitos, convulsiones, coma y muerte.	Dermatitis, ampollas, enfermedades del pie negro, mal funcionamiento y daño a los órganos, diabetes, cáncer y propiedades mutagénicas.	0.02
Cadmio	Heridas hepáticas, pulmonares y testiculares	Osteoporosis, heridas renales y de los huesos, carcinoma (principalmente en la próstata y	0.06

Sustancia Toxica	Efecto agudo	Efecto crónico	Nivel permisible (mg/L)
		riñones), tóxico para otros órganos	
Cromo	Vómitos y diarrea, hemorragia y pérdida de sangre en el tracto gastrointestinal.	Necrosis al hígado y riñones, úlceras en la piel, "huevos de cromo", dermatitis ulceración y perforación del tabique nasal, carcinomas nasales, faríngeas y gastrointestinales.	0.05
Plomo	Retardo mental en niños retardo en el desarrollo poca capacidad de atención, fatiga leve, dolores de cabeza y vómitos.	Comportamiento antisocial, alteración de la síntesis de hemoglobina, alteración de la función renal, sordera, ceguera, retardo, disminución de la capacidad intelectual, perdida de la memoria, disminución del libido y fatiga.	0.10
Efectos negativos			
Manganeso	La inhalación o contacto causa daño al sistema nervioso central.		0.26
Mercurio	Daño al sistema nervioso, envenenamiento al citoplasma, aborto espontáneo, cambios fisiológicos menores, parálisis agitante (temblores), gingivitis, acrodinia caracterizada por la decoloración rosada de manos y pies.		0.01
Zinc	Daño a la memoria nerviosa		15
Cobre	Anemia, daño al pulmón y riñón, imitación estomacal e intestinal.		0.10

Fuente: (Monachese et al., 2012)

2.2.8 Estrategias de concentración de metales pesados en las especies vegetales

En la naturaleza existen plantas que muestran cuatro estrategias diferentes al ser expuestas a concentraciones elevadas de metales (Baker et al., 2000):

- Indicadoras: Son plantas en las que la absorción y translocación reflejan la concentración del metal en el suelo y muestran síntomas de toxicidad.
- Excluseras: Se trata de plantas que, en diversas condiciones ambientales, limitan la absorción de metales pesados a porciones aéreas.
- Acumuladoras: Son plantas que absorben translocación los metales de forma que reflejen la concentración edáfica del metal sin dejar de ser asintomáticas de toxicidad.

2.2.9 Movilidad del suelo, absorción por las plantas e ingreso a la cadena alimentaria.

Un contaminante es perjudicial para las plantas aún en bajas concentraciones, es poco probable que llegue a la cadena alimentaria y refleje un riesgo para los animales o las personas, ya que no se transfiere con facilidad a los brotes, frutos o tubérculos; Chaney (1980) lo llamó como la “barrera suelo- plantas” e identificó cuatro clases de metales que penetran en la cadena alimentaria.

Tabla 4

Metales/metaloideos clasificados en grupos según su potencial de riesgo para la cadena alimentaria a través de la absorción por las plantas.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Plata (Ag)	Mercurio (Hg)	Boro (B)	Arsénico (As)
Cromo (Cr)	Plomo (Pb)	Cobre (Cu)	Cadmio (Cd)
Estaño (Sn)		Manganeso (Mn)	Cobalto (Co)

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Ytrio (Y)		Molibdeno (Mo)	Selenio (Se)
Zirconio (Zr)		Níquel (Ni)	Talio (Tl)
		Zinc (Zn)	

Fuente: (Chaney, 1980)

Según Chaney (1980) explicó que, el grupo 1 integra a elementos con bajo riesgo de contaminación de la cadena alimentaria, ya que no son absorbidos por las plantas al ser poco solubles en el suelo, lo que produce una absorción y transferencia insignificante por la vegetación, la presencia de cantidades elevadas de estas sustancias en los alimentos suele significar una contaminación directa debida a la acumulación de suciedad o polvo. El grupo 2 está formado por elementos que están firmemente adheridas a las superficies del suelo los cuales pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas, pero no se transportan fácilmente a los tejidos comestibles, lo que supone un riesgo bajo para la salud humana. El grupo 3 está formado por sustancias que las plantas absorben fácilmente pero que son fitotóxicas a niveles que no son peligrosos para la salud humana. En teoría, la "barrera suelo-planta" protege la cadena alimentaria de la contaminación por estas sustancias. Los elementos del grupo 4 tienen el mayor potencial de contaminar la cadena alimentaria porque generan problemas de salud para las personas o los animales incluso en concentraciones que no suelen ser fitotóxicas en los tejidos vegetales.

El metabolismo de las plantas también puede verse afectado por el exceso de metales pesados en el suelo, como el arsénico, el cadmio, el plomo y el mercurio. Estas toxinas ponen en peligro la salud humana, los recursos hídricos, los medios de vida rurales y la seguridad alimentaria al introducirse en la cadena alimenticia.

La absorción y transferencia de metales hacia tejidos aéreos están condicionadas por diferencias genéticas y fisiológicas de las plantas (Chen et al., 2004) así como por la concentración de metales en el suelo y el tiempo de exposición (Rizman et al., 2017). Una vez que los metales penetran en los tejidos vegetales, pueden interferir con varios procesos metabólicos, reduciendo el crecimiento de la planta,

causando toxicidad y por último la muerte de la misma. Los principales efectos que se han observado son el déficit en cuanto a índices de germinación, daño por oxidación, menor elongación de raíces y brotes y alteraciones en el metabolismo de azúcares y proteínas (Ahmad & Ashraf, 2011). Igualmente, los altos niveles de plomo, por ejemplo, aceleran la producción de especies reactivas del oxígeno, causando daño a la membrana lipídica y a la clorofila, lo que conduce a la alteración de los procesos fotosintéticos y al crecimiento general de la planta (Najeeb et al., 2014).

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Contaminación ambiental

Se considera contaminación ambiental a la presencia en el medio ambiente de sustancias o elementos tóxicos en cantidades superiores a los límites tolerables por el ser humano, combinados de tal modo que, en mayor o menos medida, causan un desequilibrio ecológico (Araujo, 2010).

2.3.2 Metales

Los metales se definen en base a sus propiedades físicas en el estado sólido como son: alta reflectividad, alta conductividad eléctrica, alta conductividad térmica, propiedades mecánicas como fuerza y ductilidad. Otra definición más práctica, desde el punto de vista de la toxicidad, se basa en sus propiedades cuando están en solución: metal es un elemento que bajo condiciones biológicas puede reaccionar perdiendo uno o más electrones para formar catión (Norberg & Smith, 2007)

2.3.3 Pasivos ambientales mineros

Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonadas o inactivas y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad (MINAM, 2004).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es correlacional, ya que, se ha considerado la relación entre la concentración de los metales pesados (Al, As, Mn y Pb) en el suelo, especies vegetales y el producto lácteo para la obtención del Factor de Bioconcentración (FBC).

3.2. Diseño de investigación

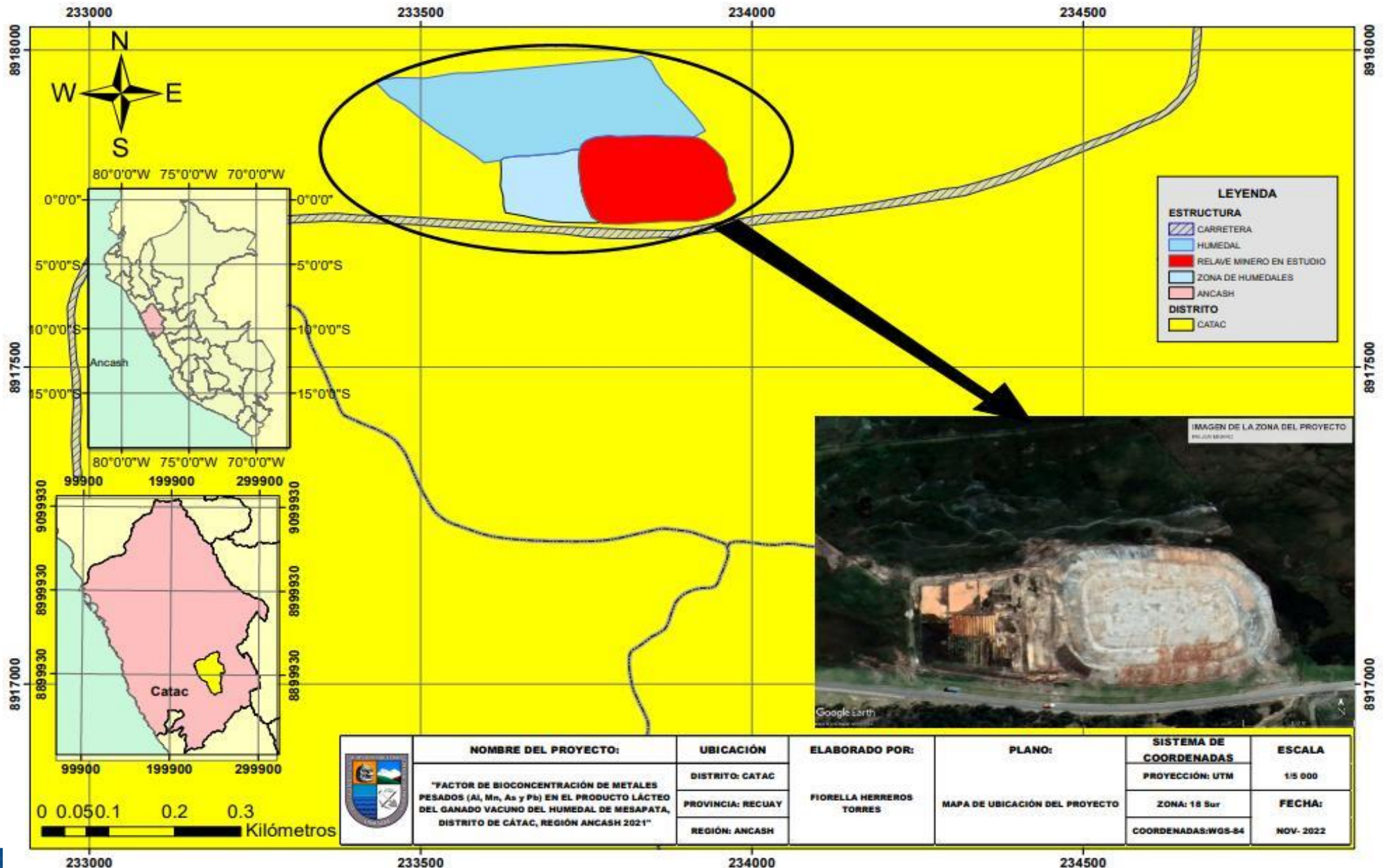
La presente investigación tiene un diseño observacional, debido a que no se manipularon las muestras de suelo, especie vegetal ni de producto lácteo obtenidas de la zona a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata

3.3. Descripción de la zona de estudio.

3.3.1. Zona de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el Departamento de Ancash, Provincia de Recuay, Distrito de Cátac y en la sub- cuenca baja del río Yanayacu que comprende un área de 371.319 m² y una superficie aproximada de 37.1 Ha, georeferenciado en la zona 18 del Esferoide Internacional WGS - 84, con una altitud entre los 3500- 3600 m.s.n.m. y cuyas coordenadas UTM son: N (8918529) y E (234064).

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



	NOMBRE DEL PROYECTO:	UBICACIÓN	ELABORADO POR:	PLANO:	SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA
	"FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021"	DISTRITO: CATAAC	FIORELLA HERREROS TORRES	MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	PROYECCIÓN: UTM	1/5 000
		PROVINCIA: RECUAY			ZONA: 18 Sur	FECHA:
		REGIÓN: ANCASH			COORDENADAS: WGS-84	NOV- 2022



3.1.1 Características generales de la zona de estudio

a) Zonas de vida

Para determinar la zona de vida se ha recurrido a aplicar el método indirecto (método de Holdrige). Igualmente, con el diagrama bioclimático se determinó la zona de vida (Moreno & Vizconde, 2014).

Tabla 5

Características de las zonas de vida identificadas

Zona de vida	PPmin (mm)	PPmax (mm)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Hmin (msnm)	Hmin (msnm)
Bosque húmedo-MONTANO TROPICAL (bh-MT)	3,500	4,000	6.9°C	13.3°C	612 mm	1054 mm

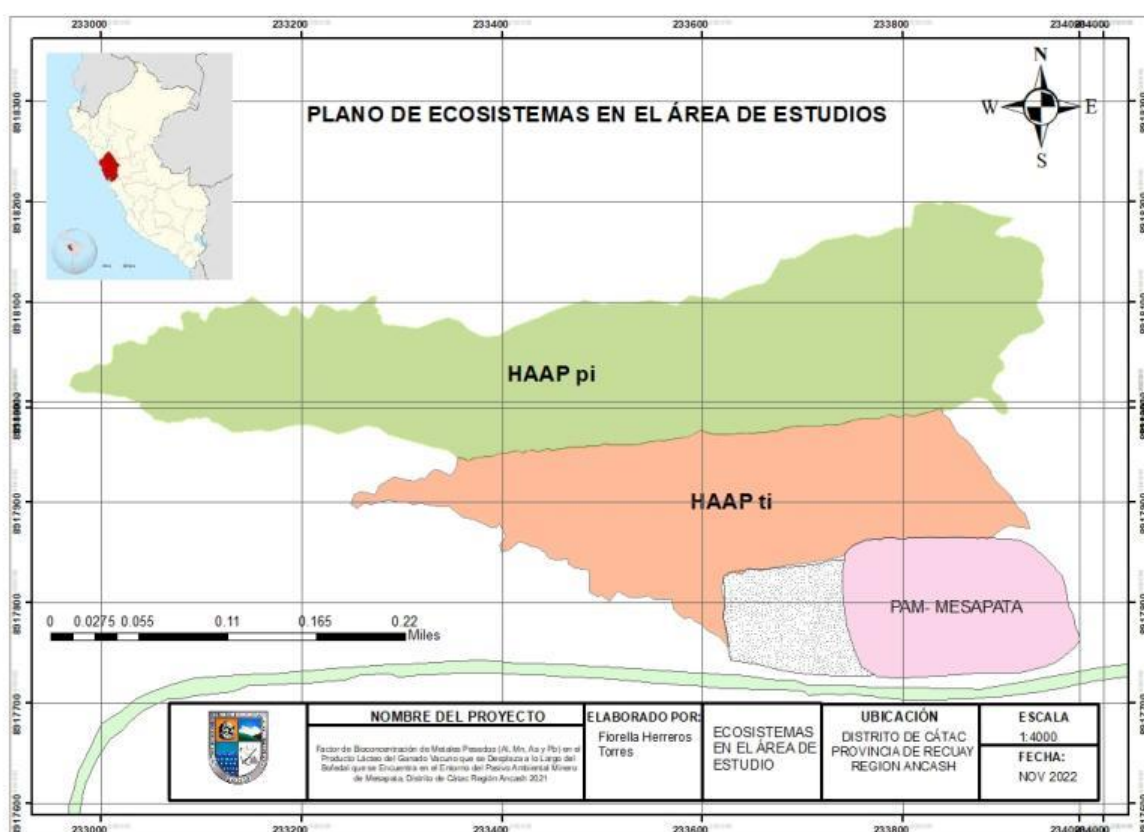
b) Ecosistemas

Según el ministerio del ambiente, en su memoria descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas (2019), dentro de la zona de estudio se han determinado dos ecosistemas alto andinos:

- Pajonal de puna húmeda (Pjph)
Ecología altoandina con vegetación herbácea compuesta principalmente por gramíneas representados por aquellas con tallos y hojas firmes que se desarrollan en asociaciones, así como agrupaciones arbustivas dispersas y vegetación saxícola en afloramientos rocosos.
Pueden vivir en terrenos llanos, en pendiente o en laderas con una inclinación de leve a moderada. Presentando una cobertura del 35-50%, y su altura típica que no supera el metro y medio.
- Bofedal o humedal alto andino (HAA)
Es un ecosistema andino hidromórfico con vegetación herbácea de tipo hidrófila, que se presenta en los andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados; permanentemente inundados o saturados de agua (mal drenaje), con vegetación densa y compacta

siempre verde, de porte almohadillado o en cojín. La fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0,1 a 0,5 metros.

De acuerdo con Pizon et al (2011), se definieron dos tipos de humedales alto andino HAA: perennes (HAAP) y temporales (HAAT). Esta diferenciación se basa en los cambios estacionales de la Vegetación Fotosintéticamente activa (VFA), donde se identificaron dos subtipos: HAAP temporalmente inundado (HAAP,ti), HAAT temporalmente inundado (HAAT,ti). Asimismo, Otto et al. (2015) ha identificado un nuevo subtipo denominado HAAP perennemente inundado (HAAP,pi), este nuevo subtipo se refiere a la presencia perenne de agua estancada o corriente.



c) Hidrología

La zona en estudio se encuentra ubicada hidrográficamente en la cuenca del río Santa, subcuenca del río Yanayacu, la cual está conformada por los ríos efluentes de las quebradas de Querococha, Cotush, Hueychao y Qeshque (Moreno & Vizconde, 2014).

d) Fisiografía y suelo

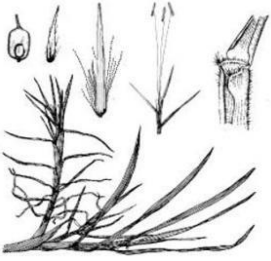

Desde el punto de vista fisiográfico se trata de una terraza media a baja de génesis aluvial, se caracteriza por presentar una topografía dominante ligeramente inclinada (2 – 15%), con una erosión actual ligera, permeabilidad y drenaje moderado (Moreno & Vizconde, 2014).

Los suelos presentan una reacción ácida en la zona próxima al relave (pH = 4.8) y se va incrementando a mayor distancia de los mismos (5.47 y 5.80), los suelos por sus características fisiográficas propios del lugar, presentan un alto contenido de materia orgánica (7.8, 6.9 y 4.0%) y consecuentemente un alto contenido de nitrógeno total que oscila entre 0.4 y 0.2%, los suelos son muy pobres en potasio (< 53 ppm), pero presentan dotaciones medias a altas de fósforo (28 – 33 ppm de P), en cuanto a la salinidad los suelos oscilan de 892 a 170 uS/cm, por lo tanto se ubican dentro de los rangos normales (Moreno & Vizconde, 2014).



e) Descripción florística

- *Pennisetum clandestinum* H.- Conocido como “kikuyo”, es una gramínea tropical de crecimiento estolonífero que crece en forma natural a alturas de 1950 a 2700 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) con precipitaciones de lluvias entre 850 a 1600 mm a temperaturas que van entre 8°C a 35°C, con un óptimo de crecimiento a los 25°C (Herrero et al., 2000), puede soportar periodos cortos de anegamiento como a la vez resistir eventos de sequía por su profundo sistema radical (Marias , 2001).

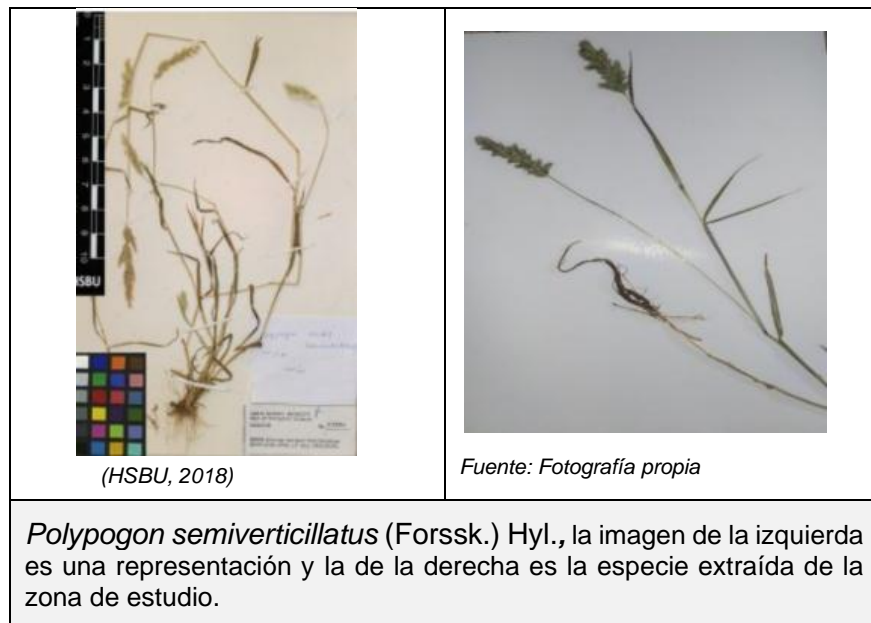
Se puede establecer en suelos que tengan un pH bajo los 4.5 y con altos contenidos de aluminio, así como moderada salinidad (Reymel, 2012).

	
<p>Fuente: (Zapata, Kikuyo – Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov, 2020)</p>	<p>Fuente: Fotografía propia</p>
<p>Pennisetum clandestinum H, la imagen de la izquierda es una representación y la de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.</p>	

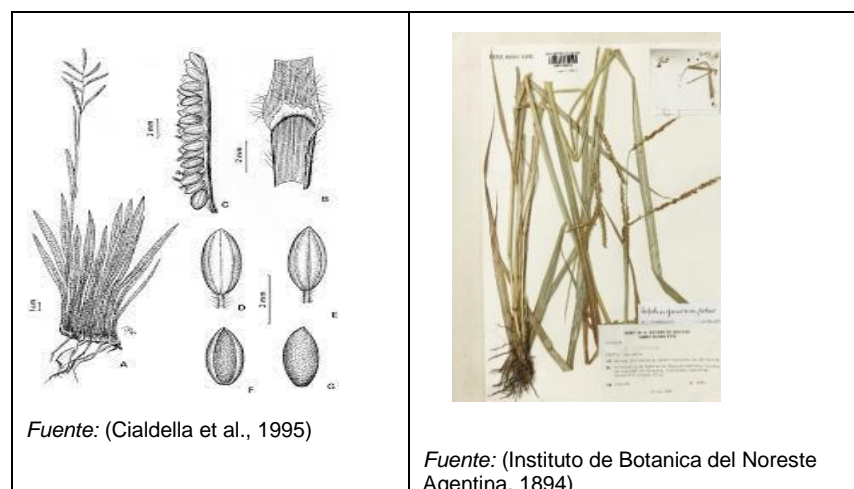
- Nassella inconspicua* (J. Presl) Barkworth. - Nassella, conocida comúnmente como hierba aguja, es un género de plantas perennes que pertenece a la familia de las poáceas y es originario del Nuevo Mundo. Este género se segregó de Stipa e incluye nuevas especies clasificadas en él. Una de estas especies es *Nassella pulchra*, también llamada hierba púrpura de la aguja, la cual es nativa de California y fue una planta dominante en las praderas antes de que las hierbas invasoras de Europa se convirtieran en predominantes. Las semillas de *N. pulchra* desempeñaron un papel importante en la alimentación de los indígenas nativos de California en el pasado. Actualmente, estas semillas juegan un papel crucial en la restauración de praderas y en la lucha contra la erosión (Cialdella & Morrone, 2013)

	
<p>Cialdella & Morrone, 2013</p>	<p>Fuente: Fotografía propia</p>
<p>Nassella inconspicua .- La imagen de la izquierda es una representación y la de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.</p>	

- *Polypogon semiverticillatus* (Forssk.) Hyl.- El género Polypogon se destaca por tener espiguillas que contienen una sola flor, las cuales pueden presentar una pequeña espina en su punta o no, y tanto la gluma superior como la inferior son más largas que la flor. Estas espiguillas se desarticulan por completo junto con el extremo ligeramente clavado del pedicelo. A simple vista, podría confundirse con el *Capim melao* o *Melinis minutiflora*, pero se distingue claramente de este último por su parte vegetativa que es pubescente y viscosa (Delascio, 2010).



- *Paspalum pilgerianum* chase A. – Es una planta perenne de tamaño pequeña, que alcanza los 15 centímetros de altura siendo formadora de rizomas (Marquez, 2002).



***Paspalum pilgerianum* chase A.** - La imagen de la izquierda es una representación y la de la derecha es la especie.

- *Rumex acetosella* L.- Hierba de unos 25 centímetros de alto, con estolones que forma prados o manchas tupidas. Cuenta con hojas, comúnmente, en forma de rosetón sagitadas de 10 centímetros de longitud; presenta una inflorescencia de color rojo con un tamaño que ronda 10 centímetros de largo. (Arellano, 2003).



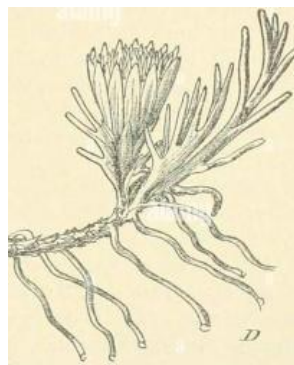
Fuente: (Wikipedia, 2012)



Fuente: Fotografía propia

***Rumex acetosella* L.** - La imagen de la izquierda es una representación y de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.

- *Disticha muscoides* N.- Planta perenne que crece formando almohadillas compactas, densas, convexas y muy duras en el suelo de la Puna. Tiene hojas simples, pequeñas de 3 - 7 milímetros de longitud, fuertemente comprimidas, con el ápice obtuso y calloso. Presenta flores dispuestas en la parte apical del tallo, de 1 - 5 centímetros de longitud (Reymel, 2012).



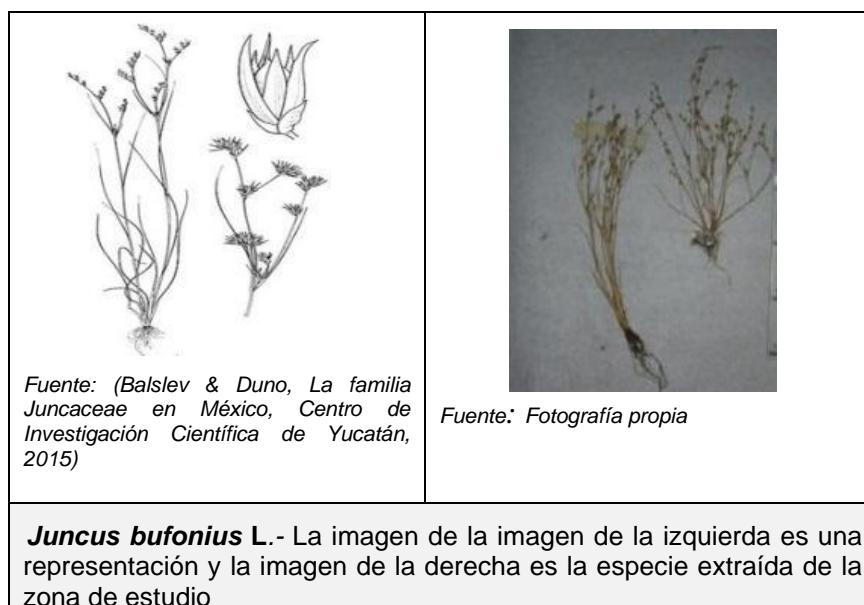
Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2017)



Fuente: Fotografía propia

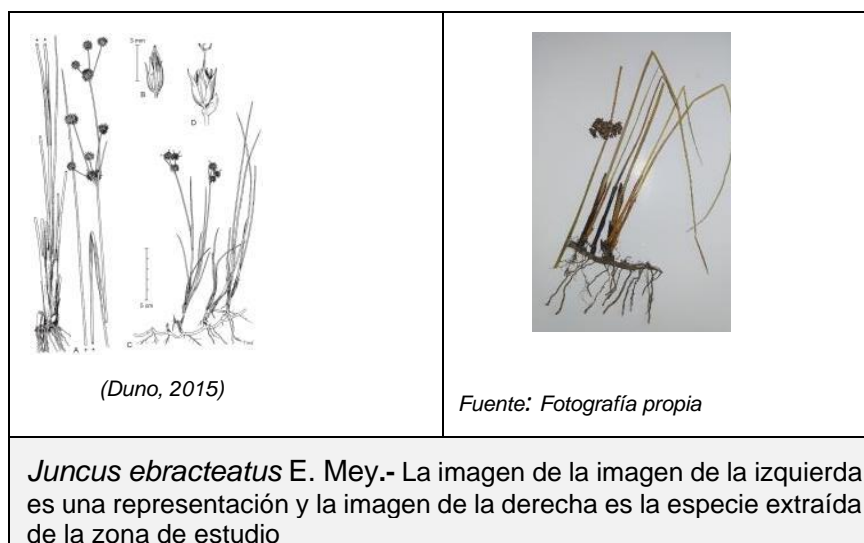
***Disticha muscoides* N.-** La imagen de la izquierda es una representación y la de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.

- *Juncus bufonius* L.- Su nombre científico procede de Bufo (sapo). Planta que forma poblaciones en lugares húmedos y nitrificados, que presenta una estructura ramificada, erecta o parcialmente tendida de 3 - 35 centímetros. Llegando a formar céspedes poco espesos, con hojas que por la mayoría de veces se ubican en la base. Las flores en primavera y verano desarrollan 6 piezas florales de forma lanceoladas y de color verde. Dentro de los pétalos se encuentran los órganos masculinos y femeninos que fructifican en una cápsula de contorno elíptico, donde maduran las semillas de poco menos de 0.5 milímetros (Bosquevirgen, 2022).

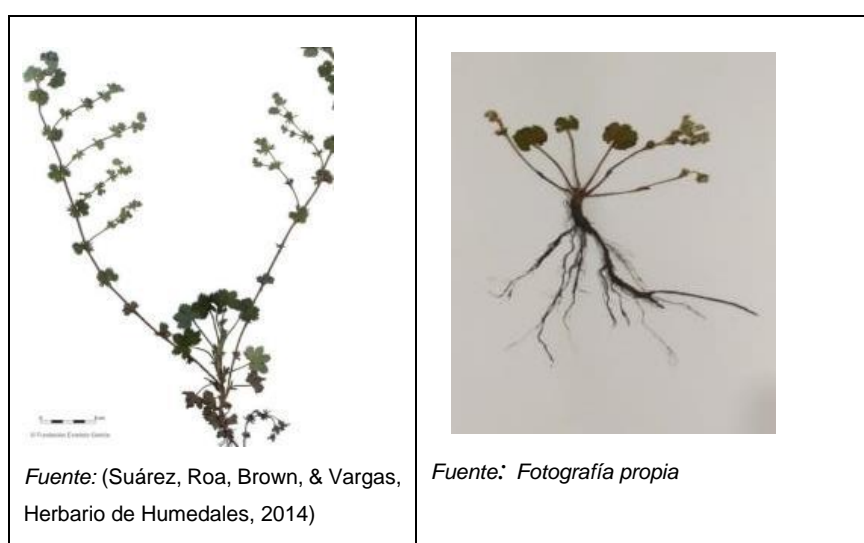


- *Juncus ebracteatus* E. Mey.- Esta planta es una hierba perenne que puede alcanzar una altura de (5-)15-30(-65) cm. Tiene rizomas estoloníferos con un diámetro de 1-2.5 mm, que pueden estar desnudos o tener escamas membranáceas de color castaño pálido, llegando a medir hasta 5 mm de largo. Los culmos generalmente emergen en los nodos y miden de 1 a 5 cm de largo. Pueden crecer solitarios o en pequeños grupos, siendo erectos o ligeramente

curvados, con un diámetro de 0.7-2 mm, lisos o con arrugas longitudinales, pero sin estrías. A veces, los internodos basales se alargan, lo que separa las hojas de la roseta de los rizomas.



- *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb. Se ubica a unos 2000 - 4500 m.s.n.m. Es una especie que cuenta con tallos elongados, ramas ascendentes, hojas basales en rosetas simples y lóbulos obtusos a redondos e inflorescencias en cimas ramificadas. Es una especie de distribución amplia en la zona andina, ubicada usualmente en los páramos y en zonas de regeneración del pajonal como una especie pionera. (Pérez, et al., 2022).



Lachemilla orbiculata (Ruiz & Pav.) Rydb.- La imagen de la izquierda es una representación y la imagen de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio

- *Daucus montanus* Humb. & Bonpl. ex Spreng. Esta especie es conocida comúnmente como "cenizo" o "cenicilla" y es nativa de América del Sur. Se encuentra distribuida en varias regiones, especialmente en los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia y el norte de Argentina. Es una planta perenne que crece en hábitats de montaña, generalmente en áreas abiertas y praderas. Sus flores son pequeñas y blancas, agrupadas en umbelas, y sus hojas son finamente divididas (Martínez-Flores et al., 2019).



(Stock, 2011)





Fuente: Fotografía propia



Daucus montanus Humb. & Bonpl. ex Spreng.- La imagen de la izquierda es una representación y la imagen de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.

- *Trifolium repens* L.- Es una planta perenne de alta persistencia en suelos sometidos a pastoreo. Presenta floraciones con corola blanca o rosada, hojas trifoliadas con folíolos obovados y denticulados que frecuentemente presentan una colorimetría blanca en el haz. Se adapta a diversas condiciones de climas, suelos y altitudes. Necesita de humedad y concentraciones saludables de fosfato y potasio, la temperatura adecuada para el

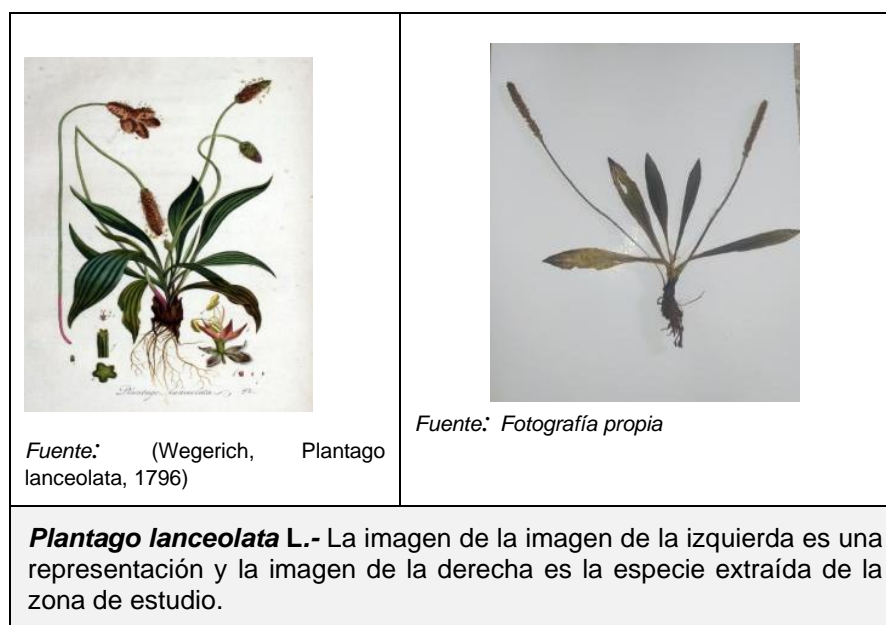
crecimiento es alrededor de los 24 °C y el pH óptimo para fijar el nitrógeno es de 6.5 (Demagnet, 2012).

 <p data-bbox="523 683 938 761"><i>Fuente:</i> (Masclef, Atlas des plantes de France, Utiles Nuisibles et Ornementales, 2001)</p>	 <p data-bbox="965 716 1212 743"><i>Fuente:</i> Fotografía propia</p>
<p data-bbox="526 817 1372 907"><i>Trifolium repens L.</i>- La imagen de la izquierda es una representación y la imagen de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.</p>	

- *Hydrocotyle pusilla* A. Rich.- Debido a esta incertidumbre en cuanto a su localización, se clasifica como "Datos Deficientes" y se sugiere llevar a cabo una búsqueda de la especie en Cuba para actualizar su taxonomía y obtener una comprensión más completa de su distribución en la región. Esta especie habita en lugares altos de los 1 000 m.s.n.m y se distribuye a lo largo de América continental y las Antillas (Duniel, 2022)

 <p data-bbox="529 1814 657 1841"><i>(GBIF, 2018)</i></p>	 <p data-bbox="981 1803 1232 1830"><i>Fuente:</i> Fotografía propia</p>
<p data-bbox="526 1870 1385 1960"><i>Hydrocotyle pusilla A. Rich</i> La imagen de la izquierda es una representación y la imagen de la derecha es la especie extraída de la zona de estudio.</p>	

- *Plantago lanceolata* L.- Conocida como “Llantén”, especie de tallo grueso y corto de 10 - 50 centímetro de altura total, de hojas planas dentadas con limbo ovalado, cuenta con un rizoma corto con muchas raicillas de color amarillo. Esta planta posee flores pequeñas reunidas en espigas densas y de colorimetría verde-amarillenta (MINSAL G. d., 2018).



f) Vías de acceso

El pasivo ambiental minero de Mesapata, está situado a 3.3 kilómetros de la zona central del distrito de Cátac, cuya información se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 6

Descripción de las vías de acceso.

Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tipo Carretera
Huaraz	Cátac	38.2	Asfaltada
Cátac	Relavera	3.3	Asfaltada

3.4. Método o técnicas

El trabajo de campo se realizó a mediados de la temporada seca del año 2021 (primera semana de setiembre). Se reconoció la zona alrededor del pasivo ambiental mineros (PAM) de Mesapata.

Los puntos de muestreo (PM) fueron seleccionados en función de la accesibilidad del terreno, la distancia a la zona del relave y la presencia del ganado vacuno. Asimismo, se empleó el siguiente método:

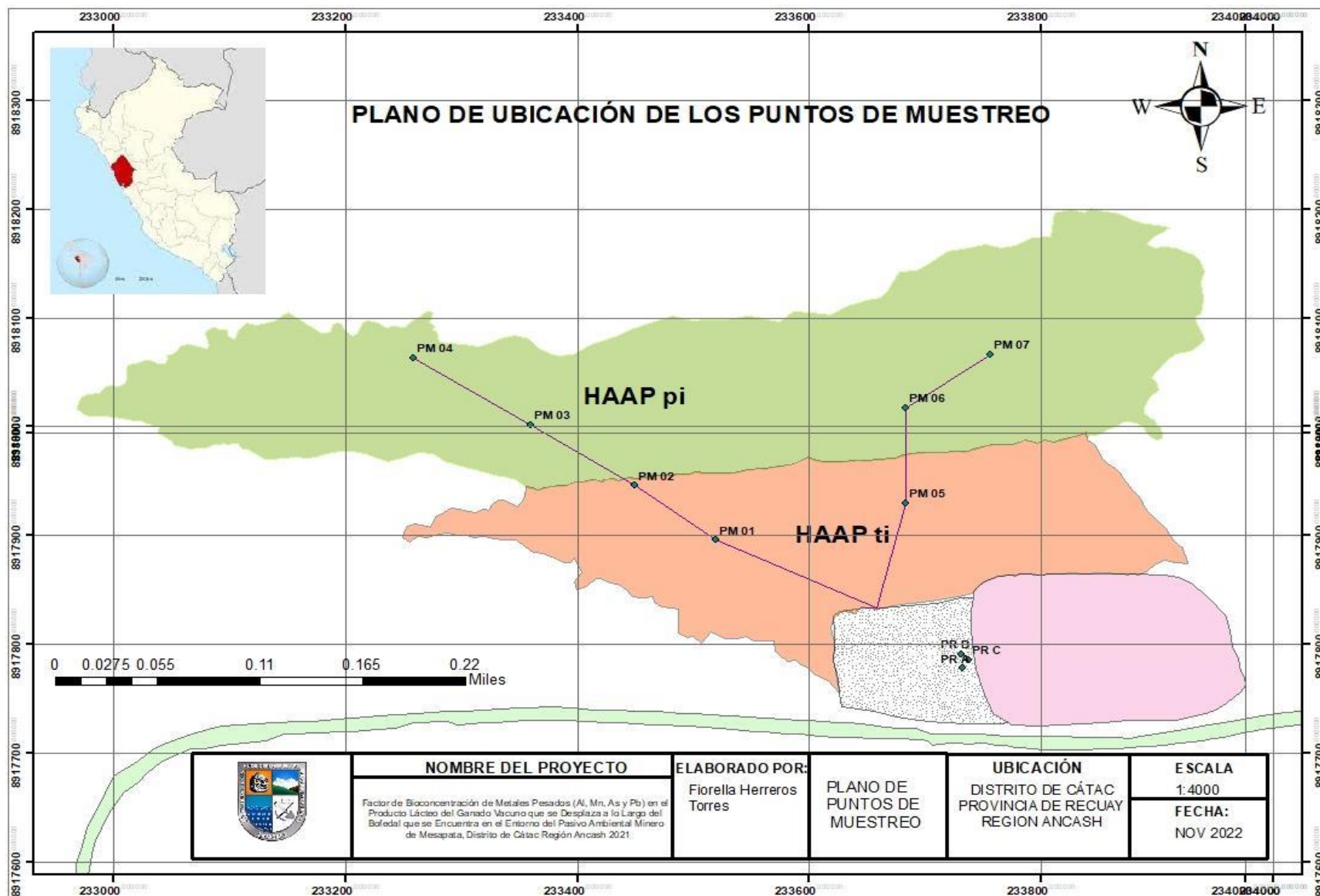
- a) Se delimitó el área de estudio.
- b) Se demarcó 02 transectos, haciendo uso de un cordel y cinta métrica para determinar las distancias, así como el uso de estacas convencionales para ubicar siete puntos de muestreo (PM) (figura 01).

Los puntos de muestreo tanto para el suelo (PMS) como para las especies vegetales (PMP) han ocupado el mismo lugar.

Tabla 7

Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio

TRANSECTO	PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
TRANSECTO N°01	PM 01	0233519	8917896	A 100 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
	PM 02	0233449	8917946	A 200 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
	PM 03	0233360	8918002	A 300 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
	PM 04	0233258	8918063	A 400 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
TRANSECTO N°02	PM 05	0233632	8917930	A 100 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
	PM 06	0233683	8918017	A 200 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
	PM 07	0233756	8918066	A 300 metros de la zona del PAM-MESAPATA.
ZONA DE RELAVE	PM PR A	0233785	8917807	Parte baja de la zona de PAM-MESAPATA.
	PM PR B	233731	8917791	Parte baja de la zona de PAM-MESAPATA.
	PM PR C	233737.47	8917785.87	Parte baja de la zona de PAM-MESAPATA.



3.4.1. Muestreo de suelo

Haciendo uso de un cuadrante de 1*1 m² se determinó el área de muestreo (figura 02), se excavó aproximadamente 30 centímetros de suelo con la finalidad de poder extraer la muestra conformada por cuatro sub- muestras en cada punto determinado (figura 03).

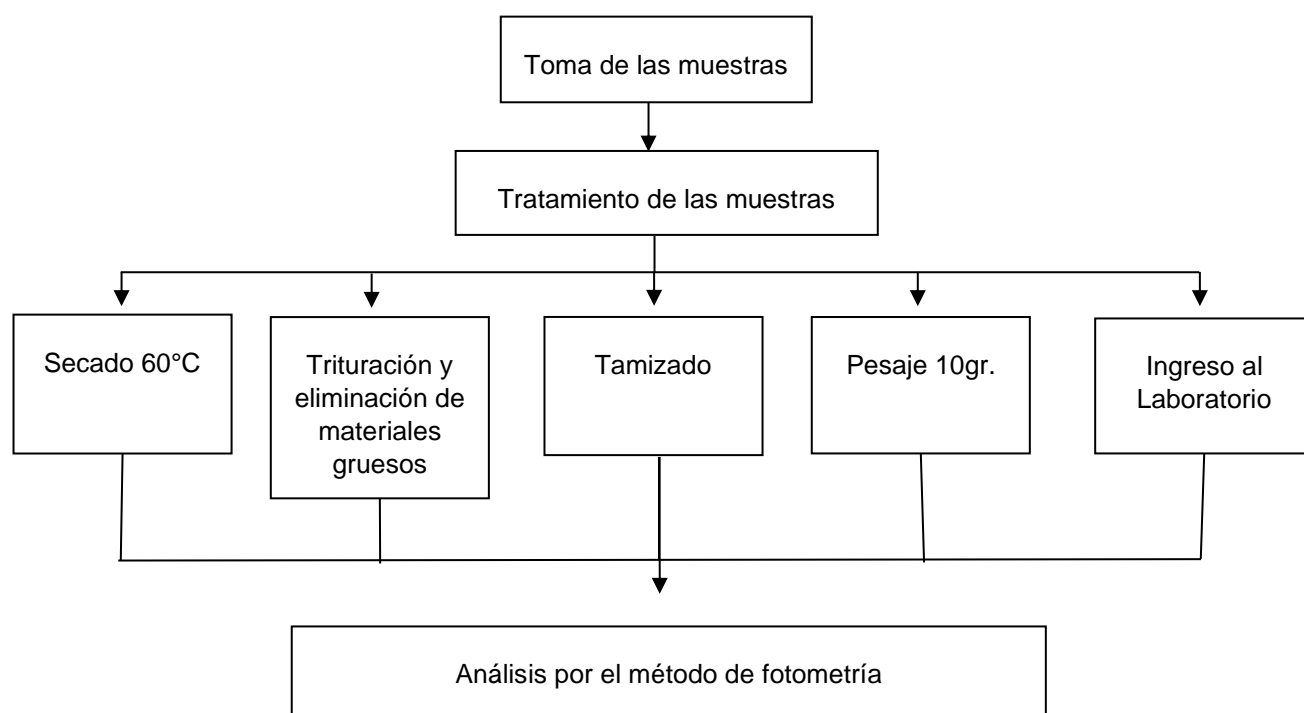
En las instalaciones de laboratorio académico de la FCA- UNASAM, las muestras de suelo fueron depositadas en bandejas térmicas de polietileno (figura 09) y colocadas al HORNO Eléctrico de Presicon Memmert a unos 60°C durante aproximadamente quince días. Para luego ser trituradas con un mortero de porcelana (figura 10) y posteriormente hacer uso de agitadores de tamices MODEL RX-29-16, SERIAL 11658 (Laboratorio académico de la FIC- UNASAM) empleando tamices de acero inoxidable N° 50 y 200 (figura 11) con la finalidad de eliminar las impurezas de la muestra.

Con el proceso realizado, se obtuvo suelo, materia orgánica y raíz de cada punto de muestreo (figura 14), en las instalaciones del laboratorio académico de la FCA- UNASAM se pesó 10 gr. con la balanza analítica EK 3000i KW KESSEL para disponerlas en bolsas herméticas se realizó su posterior etiquetado (figura 19), de forma adecuada con la finalidad de enviarlo al Laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM- UNASAM para su análisis en cuanto al contenido de aluminio, arsénico, manganeso y plomo mediante el método de fotometría.

Dentro del muestreo, se han considerado tres puntos que pertenecen a la zona de relave, los cuales han sido denominados con los códigos: PMS-PRA, PMS_PRB y PMS- PRC, los mismos que han seguido el procedimiento detallado líneas arriba con la única diferencia de que fueron derivadas al laboratorio de Xertek life, para su posterior análisis de los metales ya mencionados.

Se detalla, a continuación, un esquema de resumen de los procedimientos desarrollados en cuanto a las muestras de suelo:

Esquema 1. Determinación de metales pesados en el suelo



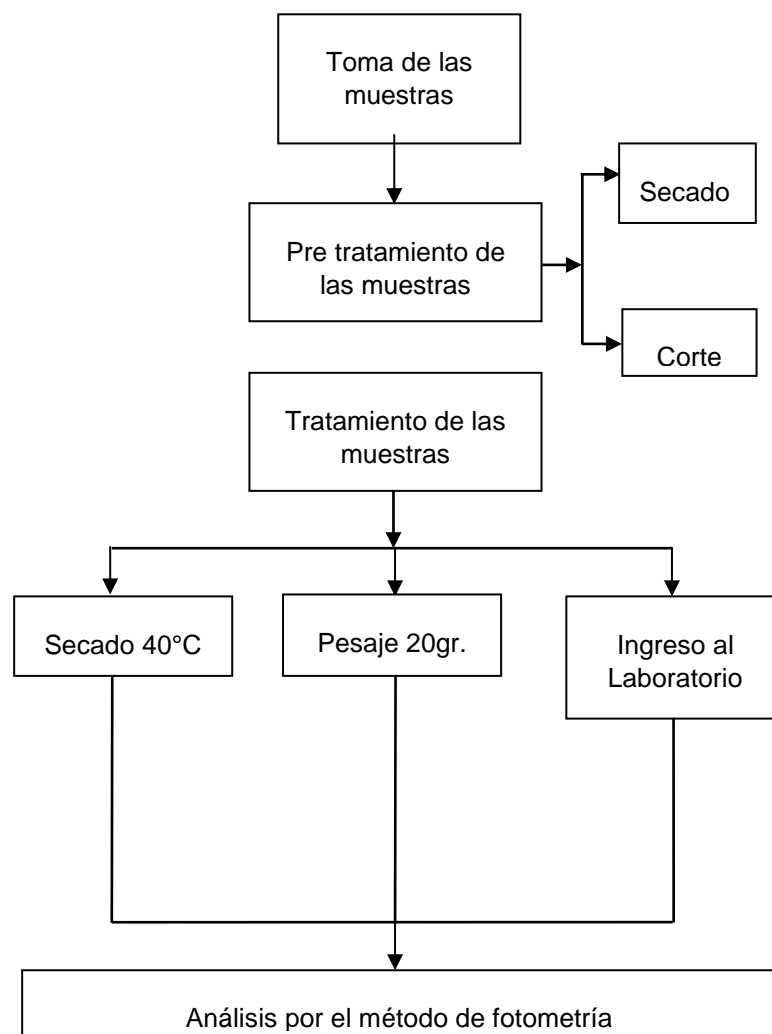
3.4.2. Muestreo de especies vegetales

Los puntos de muestreo coinciden con los puntos determinados para el análisis de suelo, con la ayuda del cuadrante se procedió a extraer las especies vegetales del área. Las muestras fueron acopiadas con herramientas para podar y se extrajo tres submuestras por cada punto de muestreo (figura 05).

Igualmente, se procedió a realizar un pre- tratamiento, haciendo uso de herramientas de jardinería, se trozaron las muestras y colocaron en recipientes de polietileno (capacidad de 37 litros) a temperatura ambiente con la finalidad de retirar el exceso de agua por un período de quince días (periódicamente, se procedió a remover las muestras para evitar la putrefacción de las mismas). Dentro de las instalaciones del laboratorio académico de la FCA-UNASAM las muestras fueron sometidas a un Horno Eléctrico De Presicon Memmert a unos 40 °C por 72 horas con la finalidad de poder obtener el peso seco (cada 24 horas se procedió a pesar) (figura15).

Una vez secas, se pasó a mezclar homogéneamente las submuestras por cada punto de muestreo (Figura 17), para finalmente obtener una muestra representativa por cada punto. Se pesó 20 g con la balanza analítica EK 3000i KW KESSEL (Figura 18), para luego disponerlas en bolsas herméticas para su posterior análisis en el Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM- UNASAM. En cuanto a los puntos considerados dentro del relave, se extrajo una sola muestra debido a su poca cantidad encontrada.

Esquema 2. Determinación de metales pesados en la cobertura vegetal



3.4.3. Muestreo de leche

Para la elección del muestreo de leche se tuvo en cuenta la frecuencia de pastoreo del ganado vacuno dentro del área de

estudio, procediéndose a coleccionar 500 ml de leche de tres individuos, colocándose en un recipiente ámbar y ser llevado en refrigeración para su respectivo análisis.

3.4.4. Herborización

La recolección de especies vegetales se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2021 a lo largo de los dos transectos determinados, para lo cual se ha tomado a las especies vegetales de manera completa, es decir, considerando a la raíz, el tallo, las hojas y la florescencia, bajo el siguiente procedimiento:

- Se extrajo de la zona de estudio a las especies vegetales, con la ayuda de herramientas manuales (pico, pala) y herramientas de jardinería.
- Se colocó cada especie recolectada en una prensa de madera de 36 cm * 36 cm (figura 07), dentro de papel periódico (con la finalidad de que se absorba el agua de las mismas) extendiéndose la muestra de manera uniforme para alcanzar mejores resultados. Finalmente, se colocó a temperatura ambiente por un período de 30 días, renovándose el papel cada 3 a 5 días, hasta su secado completo.
- El montaje y conservación de las especies vegetales se efectuó sobre una cartulina 30 cm * 42 cm y se envolvió en papel periódico para su posterior clasificación, identificación y tratamiento estadístico.

3.4.5. Identificación de las especies vegetales- transecto al paso.

El registro de las especies vegetales se dio bajo el método de transecto al paso, para lo cual:

- Se tomó como punto de partida la intersección de ambos transectos determinados.
- El recorrido de muestreo en el primer transecto abarca una distancia de 400 metros mientras que, en el segundo, de 300 metros.

- En cada paso de 01 metro se realizó la anotación de la especie encontrada, el registro ha sido diseñado para 100 metros (figura 06).

3.4.6. Determinación de la cobertura vegetal total en cuanto a los ecosistemas existentes en el área de estudio

Se realizó teniendo en cuenta los valores obtenidos con la programación de ArcGIS a nivel de área de cada ecosistema, así como los pesos de cobertura vegetal cada punto de muestreo

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Transecto al paso

El transecto al paso se realizó mediante un registro de identificaciones de especies vegetales cada 100 metros a lo largo del transecto N° 01 y N° 02. Se puede observar en el anexo 2.

a. Consolidado por transecto de las especies vegetales identificadas

Tabla 8

Abundancia de las especies vegetales identificadas en el transecto N°01 en el bofedal de Yanayacu, durante el mes de setiembre, 2021

Familia	Especie	100 m	200 m	300 m	400 m	Abundancia
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	6	1	10	40	57
	<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth	10	11	9	13	43
	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	0	0	1	0	1
	<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl	1	2	1	0	4
	<i>Paspalum pilgerianum</i> chase A.	1	0	0	14	15
Juncaceae	<i>Disticha muscoides</i> N.	30	38	60	9	137
	<i>Juncus bufonios</i> L.	24	20	0	5	49
	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey	8	11	1	9	29
	<i>Juncus</i> sp	1	0	0	0	1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	0	0	1	0	1
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	0	2	16	6	24
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	1	3	1	4	9

Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	0	3	0	0	3
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng.	3	7	0	0	10
otros	Suelo	9	0	0	0	9
	Piedra	4	0	0	0	4
	Estiercol	1	0	0	0	1
	Sequia	1	0	0	0	1
	Canal	0	0	1	0	1
	Pantano	0	2	0	0	2
		100	100	100	100	

Figura 1

Abundancia de las especies vegetales a lo largo del Transecto N°01 del bofedal de Yanayacu, distrito de Cátac, durante el mes de setiembre, 2021.

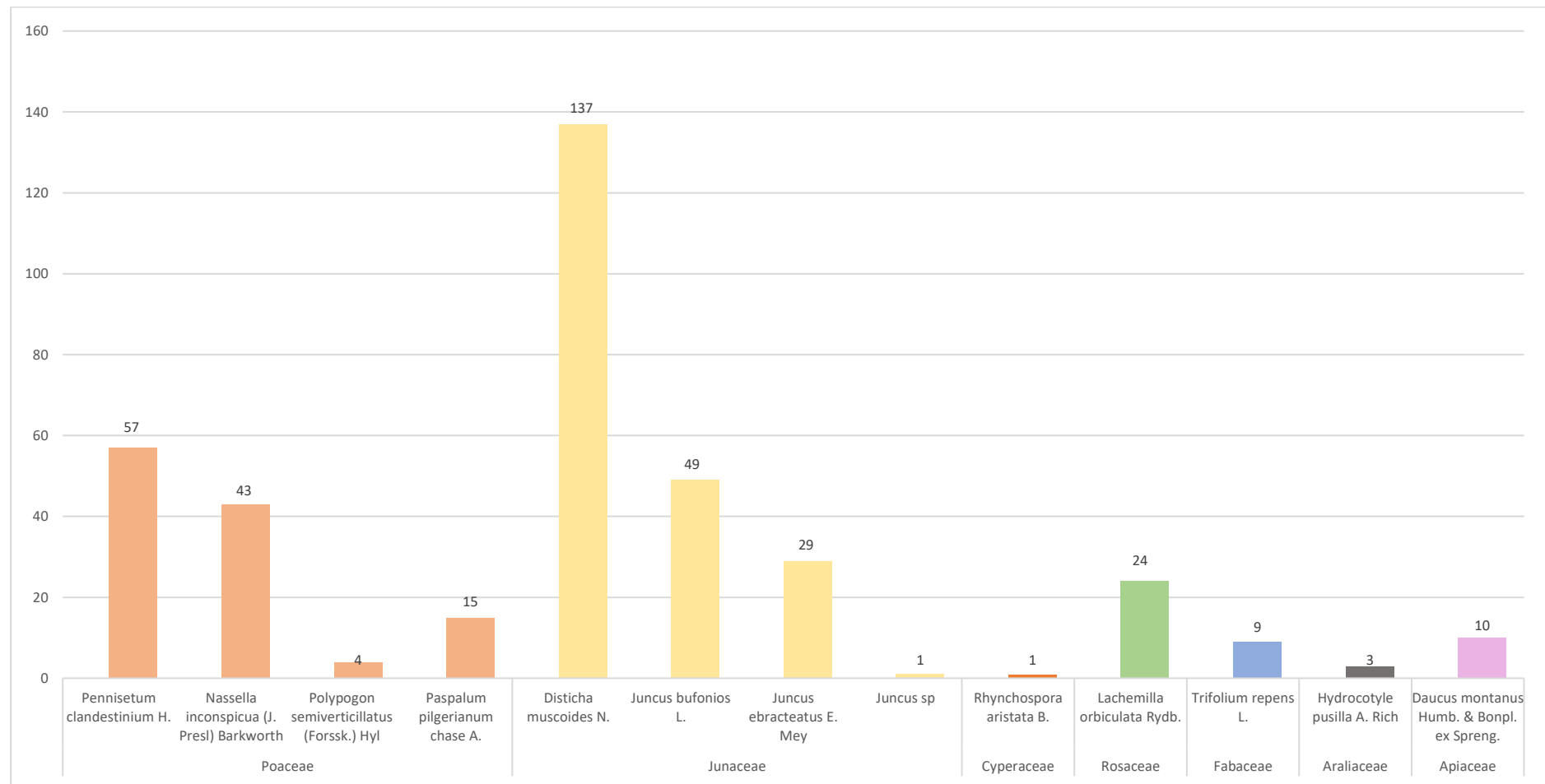


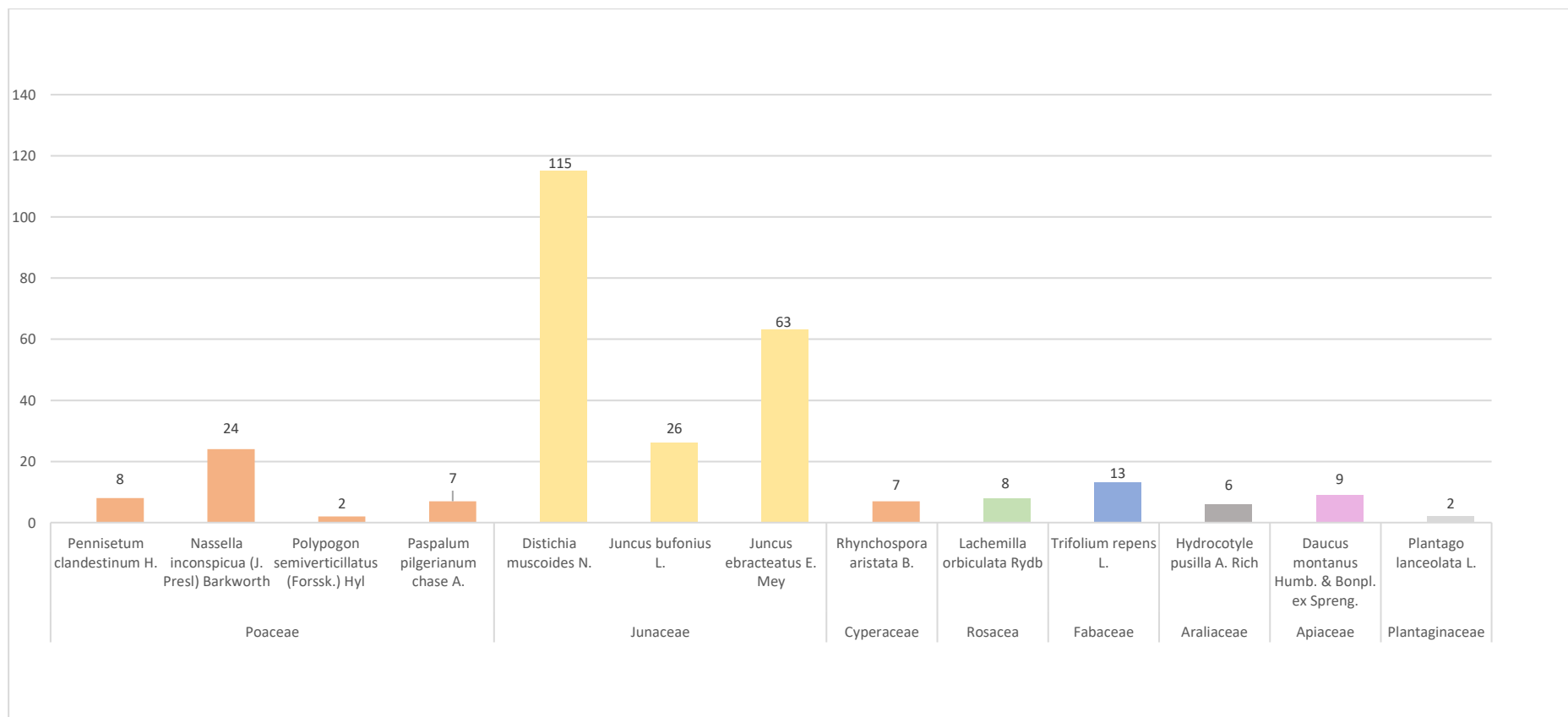
Tabla 9

Abundancia de las especies vegetales identificadas en el transecto N°02 en el bofedal de Yanayacu, durante el mes de setiembre, 2021.

Familia	Especie	100m	200 m	300 m	Abundancia
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	3	4	1	8
	<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth	13	10	1	24
	<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl	1	1	0	2
	<i>Paspalum pilgerianum</i> chase A.	3	2	2	7
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> N.	27	48	40	115
	<i>Juncus bufonius</i> L.	23	3	0	26
	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey	9	20	34	63
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	0	2	5	7
Rosacea	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb	4	2	2	8
Fabaceas	<i>Trifolium repens</i> L.	2	7	4	13
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	6	0	0	6
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng.	0	0	9	9
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	0	0	2	2
Otros	Suelo	4	0	0	4
	Sequia	1	0	0	1
	Oconal	4	1	0	5
		100	100	100	

Figura 2

Abundancia de las especies vegetativas a lo largo del transecto N°02 del bofedal de Yanayacu, distrito de Cátac, durante el mes de setiembre, 2021



b. Determinación de los coeficientes alfa

En cuanto a los coeficiente alfa se han determinados los índices de dominancia y Shannon.

Índice de dominancia

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

D= Índice de Simpson

n= Número total de organismos de una especie

N= Número total de organismos de todas las especies

Índice de Shannon Wiener

$$H' = \sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

H= Índice de Shannon- Wiener

Pi= Abundancia relativa

Ln=Logaritmo natural

Tabla 10

Cálculo de los índices de Dominancia y Shannon para el transecto N°01 del bofedal Yanayacu

Familia	Especie	N°	pi	pi ²	log(2)pi	*pi(log(2)pi
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	57	0.14921	0.022265	-5.48907763	-0.81905085
	<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth	43	0.11257	0.012671	-6.30232815	-0.70942437
	<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl	4	0.01047	0.0001096	-13.1548577	-0.1377472
	<i>Paspalum pilgerianum</i> Chase A.	15	0.03927	0.0015419	-9.34107646	-0.3667962
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> N.	137	0.35864	0.1286217	-2.95879349	-1.06113798
	<i>Juncus bufonius</i> L.	49	0.12827	0.0164538	-5.92543797	-0.76006927
	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey	29	0.07592	0.0057633	-7.43889567	-0.56473292
	<i>Juncus</i> sp	1	0.00262	6.853E-06	-17.1548577	-0.044908
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	1	0.00262	6.853E-06	-17.1548577	-0.044908
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	24	0.06283	0.0039473	-7.98493265	-0.50167116
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	9	0.02356	0.0005551	-10.8150077	-0.25480385
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng.	10	0.02618	0.0006853	-10.5110015	-0.27515711
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	3	0.00785	6.168E-05	-13.9849327	-0.10982931
	TOTAL	382	D =	0.192689	H=	-5.6502362

Figura 3

Distribución de las especies vegetal en el transecto N°01 del bofedal Yanayacu, mes de Setiembre 2021.

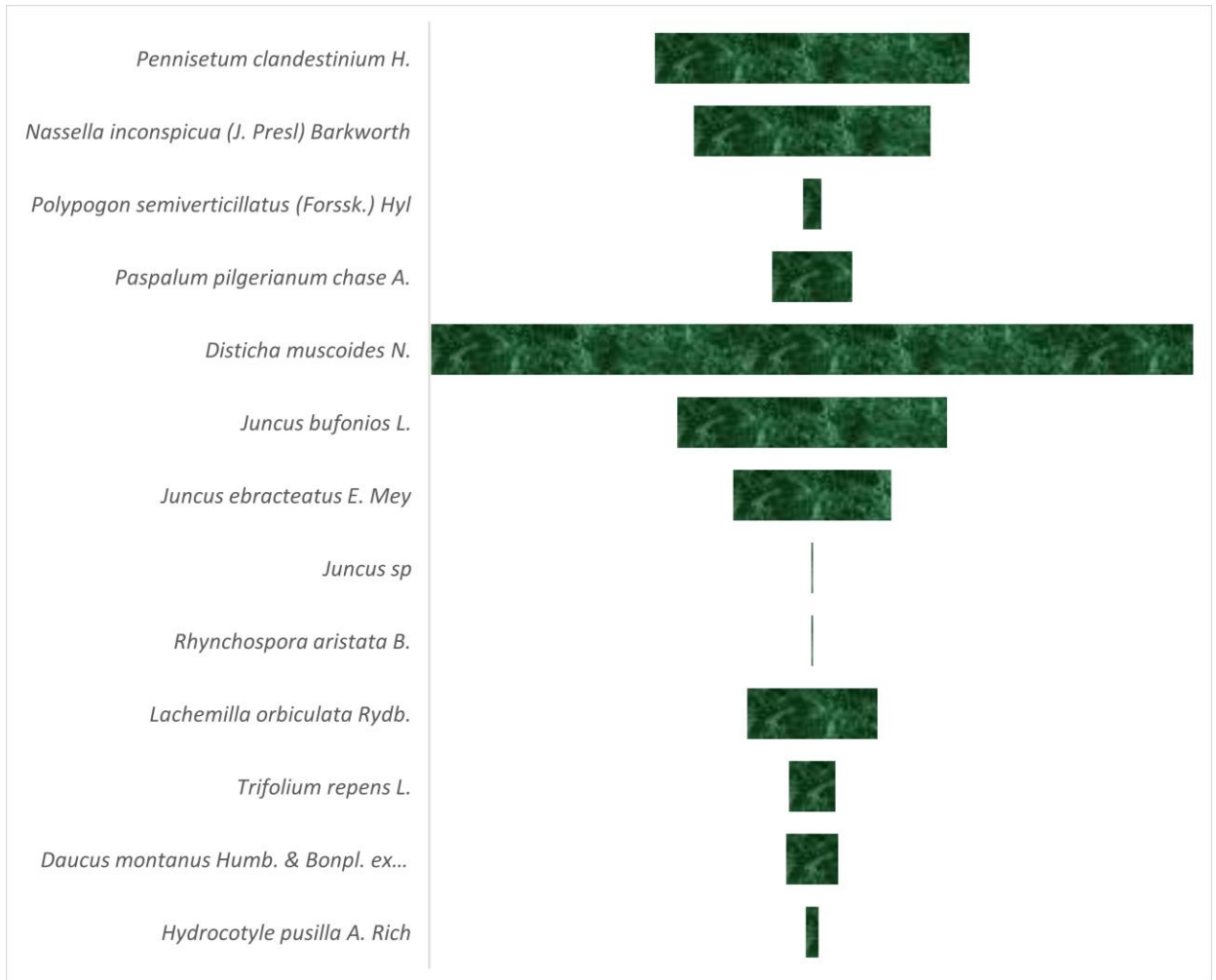


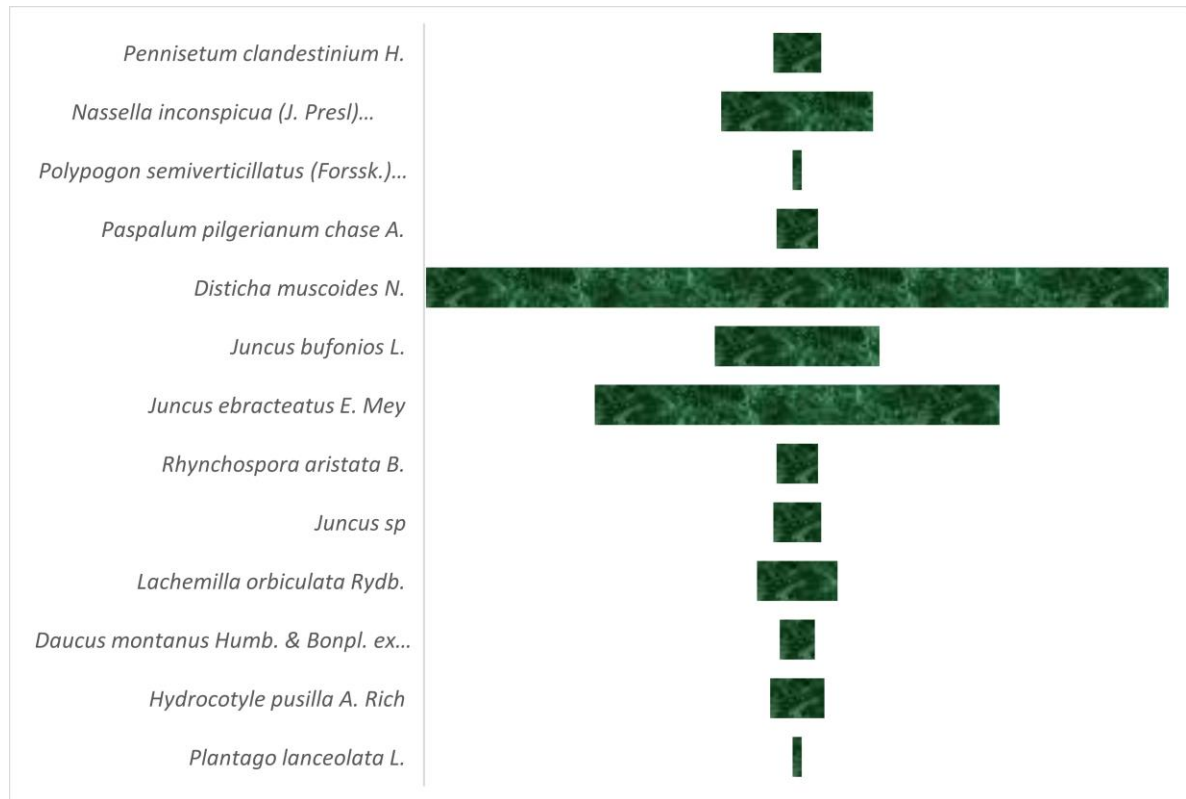
Tabla 11

Cálculo de los índices de dominancia y Shannon para el transecto N°02 del bofedal Yanayacu

Familia	Especie	N°	pi	pi ²	log(2)pi	*pi(log(2)pi
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	8	0.0275862	0.000761	-	-0.2857881
	<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth	24	0.0827586	0.006849	-	-0.5950256
	<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl	2	0.0068966	4.756E-05	-	-0.0990332
	<i>Paspalum pilgerianum</i> Chase A.	7	0.0241379	0.0005826	-	-0.2593647
Juncaceae	<i>Disticha muscoides</i> N.	115	0.3965517	0.1572533	-	-1.0583323
	<i>Juncus bufonius</i> L.	26	0.0896552	0.008038	-	-0.6239049
	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey	63	0.2172414	0.0471938	-	-0.9570044
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	7	0.0241379	0.0005826	-	-0.2593647
Rosaceae	<i>Juncus sp</i>	8	0.0275862	0.000761	-	-0.2857881
Fabaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	13	0.0448276	0.0020095	-	-0.4016076
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng.	6	0.0206897	0.0004281	-	-0.231515
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	9	0.0310345	0.0009631	-	-0.3109645
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	2	0.0068966	4.756E-05	-	-0.0990332
	TOTAL	290	D =	0.225517	H=	-5.466726

Figura 4

Distribución de las especies vegetal en el transecto N°02 del bofedal Yanayacu, mes de setiembre 2021.



c. Determinación de los coeficientes beta.

En cuanto a los coeficiente alfa se han determinados los coeficientes de semejanza y coincidencia.

$$Sj = \frac{a}{a + b + c}$$

$$Ss = \frac{a + b}{a + b + c + d}$$

Donde:

- Sj: Coeficientes de semejanza
- Ss: Coeficiente de coincidencia
- a: características positivas a ambos transectos.
- b: características positivas al transecto 1 y negativos al transecto 2.
- c: características negativas al transecto 1 y positivas al transecto 2.
- d: características negativas a ambos transectos.

Tabla 12

Familias de especies vegetales identificadas por transecto

TRANSECTO 1		TRANSECTO 2	
Familia	Especie	Familia	Especie
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.
	<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth		<i>Nassella inconspicua</i> (J. Presl) Barkworth
	<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl		<i>Polypogon semiverticillatus</i> (Forssk.) Hyl
	<i>Paspalum pilgerianum</i> Chase A.		<i>Paspalum pilgerianum</i> Chase A.
Junaceae	<i>Disticha muscoides</i> N.	Junaceae	<i>Disticha muscoides</i> N.
	<i>Juncus bufonios</i> L.		<i>Juncus bufonios</i> L.
	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey		<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey
	<i>Juncus</i> sp	Rosacea	<i>Juncus</i> sp
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.	Cyperaceae	<i>Rhynchospora aristata</i> B.
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Apiaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng.	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pusilla</i> A. Rich	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.

Tabla 13

Determinación de los valores, así como los coeficientes de semejanza (Sj) y coincidencia (Ss).

Variables	Valores	Sj(1,2)	COEFICIENTE DE COINCIDENCIA			COEFICIENTE DE SEMEJANZA		
a	12	0.85714286		T1	T2		T1	T2
b	1	Ss(1,2)	T1	1	N.A	T1	1	N.A
c	1	0.92857143	T2	0.9286	1	T2	0.8571	1
d	0	N.A						

4.2. Determinación de la cobertura vegetal seca

Se procedió a pesar las muestras de suelo en un rango de 24 horas, 48 horas y 72 horas (figura 16).

Tabla 14

Pesos de las muestras de especies vegetal seca en el área de estudio.

TRANSECTO	PUNTOS DE MONITOREO	PESOS (gr)	TOTAL	
TRANSECTO N°01	PMP 01-A	48.1	168 g	
	PMP 01-B	64.8		
	PMP 01-C	55.1		
	TRANSECTO N°01	PMP 02-A	140	286.3 g
		PMP 02-B	111.8	
		PMP 02-C	134.5	
	TRANSECTO N°01	PMP 03-A	151.4	480.8 g
		PMP 03-B	158.8	
		PMP 03-C	170.6	
	TRANSECTO N°01	PMP 04-A	121.1	384.2 g
		PMP 04-B	131.4	
		PMP 04-C	131.7	
TRANSECTO N°02	PMP 05-A	134.3	432 g	
	PMP 05-B	144.9		
	PMP 05-C	152.8		
	TRANSECTO N°02	PMP 06-A	158.9	455 g
		PMP 06-B	149.7	
		PMP 06-C	146.4	
	TRANSECTO N°02	PMP 07-A	201.3	595.5 g
		PMP 07-B	191.5	
		PMP 07-C	202.7	

Tabla 15

Cálculo de las especies vegetal, considerando la clasificación de ecosistemas.

CLASIFICACIÓN	ÁREA	PM DEL TRANS N°01	PESO/m ²	PM DEL TRANS N°02	PESO/m ²	PROMEDIO DE PESOS (PP)	COBERTURA = ÁREA* PP (g)
HUMEDAL ALTO ANDINO PERENNES, temporalmente inundado (HAAP,ti)	62315.75 m ²	PMP01 PMP02	454.3 g/m ²	PMP05	432.0 g/m ²	443.15	27615224.6
HUMEDAL ALTO ANDINO PERENNES, perennemente inundado (HAAP,pi)	128284.23 m ²	PMP03 PMP04	865.0 g/m ²	PMP06 PMP07	1050.5 g/m ²	957.75	122864221.3

4.3. Concentración de metales en el suelo

Tabla 16

Resumen de los valores promedios de la concentración de metales pesados (mg/Kg) de suelo en el bofedal Yanayucu en el mes de setiembre del 2021.

TRANSECTO	Puntos de muestreo	Distancia	Aluminio ppm	Arsénico ppm	Manganeso ppm	Plomo ppm
TRANSECTO N° 01	PMS01	100	34769.04	3730.87	4357.66	1548.70
	PMS02	200	32955.78	3399.88	2430.17	1581.85
	PMS03	300	32901.31	3693.32	2226.62	980.54
	PMS04	400	32128.50	3483.54	2014.51	1065.49
TRANSECTO N°02	PMS05	100	31789.90	3250.01	1697.72	1048.58
	PMS06	200	30936.65	3064.90	1829.71	1214.11
	PMS07	300	38127.39	3067.42	1814.55	799.06
PROMEDIO			33372.65	3384.28	2338.71	1176.91
RELAVE	PMS- PR	PMS- PR	3359.00	72969.00	1032.67	4554.67

4.4. Determinación de los pH de las muestras de suelo

Se determinó el pH de las muestras bajo tres repeticiones teniendo en cuenta un intervalo de 24 horas (ver figura 12).

Tabla 17

Promedio de las mediciones de pH de las muestras de suelo.

pH				
MUESTRAS	REPETICIÓN 01	REPETICIÓN 02	REPETICIÓN 03	PROMEDIO
PMS-01	5.03	4.98	5.08	5.03
PMS-02	5.07	5.00	5.13	5.07
PMS-03	4.98	4.95	5.04	4.99
PMS-04	4.93	4.90	5.02	4.95
PMS-05	5.17	5.15	5.25	5.19
PMS-06	5.32	5.40	5.45	5.39
PMS-07	5.07	5.10	5.13	5.10
PR A	3.22	3.31	3.23	3.26
PR B	2.88	2.74	2.87	2.83
PR C	2.51	2.39	2.54	2.48

4.5. Determinación de la conductividad de las muestras de suelo

Se determinó la conductividad de las muestras bajo tres repeticiones teniendo en cuenta un intervalo de 24 horas.

Tabla 18

Promedio de las mediciones de conductividad

CONDUCTIVIDAD				
MUESTRAS	REPETICIÓN 01	REPETICIÓN 02	REPETICIÓN 03	PROMEDIO
UNIDADES DE MEDIDA: μS/cm				
PMS-01	466.50	424.67	508.33	466.50
PMS-02	425.33	486.33	364.33	425.33
PMS-03	297.33	330.00	264.67	297.33
PMS-04	700.33	638.33	762.33	700.33
PMS-05	279.83	260.00	299.67	279.83
PMS-06	895.17	852.33	938.00	895.17
PMS-07	229.67	222.67	236.67	229.67
UNIDADES DE MEDIDA: mS/cm				
PR A	4.03	3.94	4.12	4.03
PR B	4.76	4.51	5.01	4.76
PR C	4.45	4.29	4.61	4.45

4.6. Concentración de metales pesados en especie vegetal.

Tabla 19

Valores de la concentración de metales pesados (mg/Kg) en especie vegetales del
bofedal Yanayacu,

TRANSECTO	Puntos de muestreo	Distancia	Aluminio ppm	Arsénico ppm	Manganeso ppm	Plomo ppm
TRANSECTO N° 01	PMS01	100	893.87	567.57	1988.57	1440.17
	PMS02	200	861.17	549.04	3063.57	2037.32
	PMS03	300	846.33	536.84	2107.52	1028.84
	PMS04	400	647.80	510.55	1410.80	1012.32
TRANSECTO N°02	PMS05	100	515.80	495.59	2378.71	565.67
	PMS06	200	465.23	417.91	2326.35	880.76
	PMS07	300	515.77	421.06	2079.47	349.37
PROMEDIO			678.00	499.79	2193.57	1044.92
RELAVE	PMS- PR	PMS- PR	299.53	391.92	2080.19	299.60

4.7. Concentración de metales pesados en producto lácteo de ganado vacuno.

Tabla 20

Resumen de los Valores de la concentración de metales pesados (mg/L) en producto lácteo del ganado que se desplaza a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del pasivo ambiental minero de Mesapata, en el mes de setiembre del 2021.

PRODUCTO LÁCTEO	Puntos de muestreo	Aluminio ppm	Arsénico ppm	Manganeso ppm	Plomo ppm
	PML01	0.75	0.07	2.1	0.85
	PML02	0.70	0.06	0.6	0.60
	PML03	0.75	0.07	0.4	0.50
	Promedio	0.73	0.07	1.07	0.65

4.8. Determinación del factor de bioconcentración (FBC)

$$FBC \text{ Pasto} = \frac{mg [MP] / g \text{ PASTO}}{mg [MP] / g \text{ SUELO}}$$

$$FBC \text{ Leche} = \frac{mg [MP] / g \text{ LECHE}}{mg [MP] / g \text{ PASTO}}$$

Tabla 21

Comportamiento del factor de bioconcentración del Aluminio en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.

VARIABLE	VALORES PROMEDIO Al	Factor de Bioconcentración
Suelo	33372.65	--
Pasto	678.00	0.020
Leche	0.733	0.0011

Tabla 22

Comportamiento del factor de bioconcentración del arsénico en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.

VARIABLE	VALORES PROMEDIO As	Factor de Bioconcentración
Suelo	3384.28	--
Pasto	499.79	0.148
Leche	0.067	0.0001

Tabla 23

Comportamiento del factor de bioconcentración del manganeso en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.

VARIABLE	VALORES PROMEDIO Mn	Factor de Bioconcentración
Suelo	2338.71	--
Pasto	2193.57	0.938
Leche	1.07	0.0005

Tabla 24

Comportamiento del factor de bioconcentración del plomo en la interrelación con las variables ambientales de los transectos N° 01 y N° 02.

VARIABLE	VALORES PROMEDIO Pb	Factor de Bioconcentración
Suelo	1176.91	--
Pasto	1044.92	0.888
Leche	0.65	0.0006

Tabla 25

Valores de factor de bioconcentración por metales en el suelo de los transectos N° 01 y N° 02.

	Aluminio	Arsénico	Manganeso	Plomo
FBC	0.020	0.148	0.938	0.888
%FBC	2.032	14.768	93.794	88.785

Tabla 26

Valores de factor de bioconcentración por metales en las especies vegetales de los transectos N° 01 y N° 02.

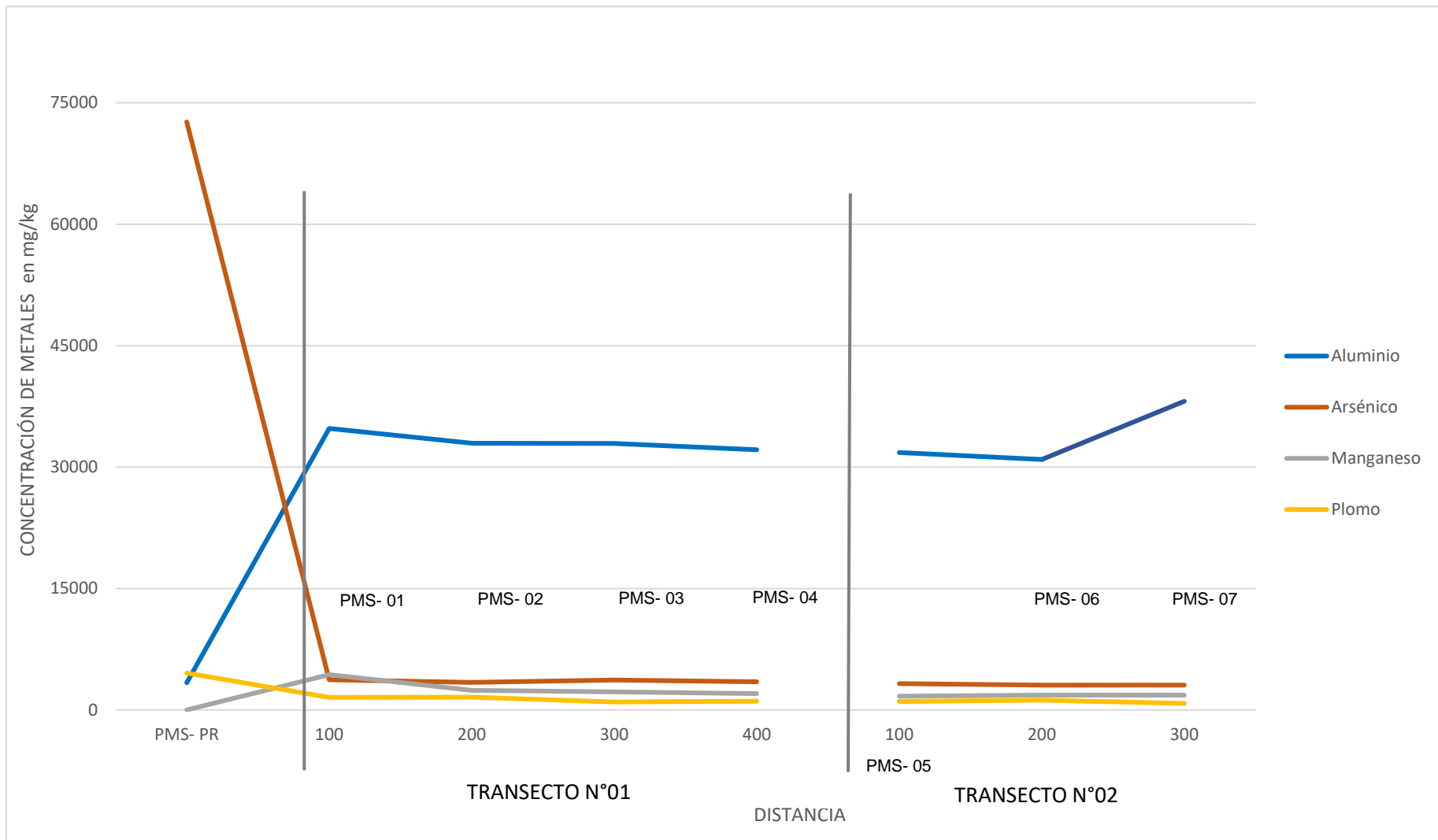
	Aluminio	Arsénico	Manganeso	Plomo
FBC	0.00108	0.00013	0.00049	0.00062
%FBC	0.10816	0.01334	0.04863	0.06221

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Figura 5

Valores de la concentración de metales pesados en mg/kg en suelo en el transecto N° 01 y N°02, a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata del distrito de Cátaç- Huaraz, setiembre



El punto PMS-PR dentro del relave minero presenta una concentración de aluminio (Al) de 3359.00 mg/kg, arsénico (As) de 72969 mg/Kg, manganeso (Mn) de 1032.67 mg/kg y plomo de 4554.67 mg/Kg; siendo el más abundante el arsénico.

Según el gráfico, ambos transectos presentan una descripción similar. En el transecto N°01 sobresale la concentración del Aluminio (Al) de 34769.04 hasta 32128.50 mg/Kg y; en el transecto N°02, la concentración varía de 31789.90 y 38127.39 mg/Kg debido a que los suelos presentan pH ácidos, menores a 5.5, que permiten retener iones de Al^{+3} (Intagri, 2016). A mayor distancia menor concentración de metales pesados, respondiendo a una relación indirecta.

Dentro de este transecto se puede observar una gran diferencia en las condiciones del terreno ya que el punto PMS-01 y PMS-02 se encuentran bajo una condición ligeramente pantanosa denominado Humedal Altoandino Perenne, temporalmente inundado (HAAP, ti) (figura 19), mientras que los puntos PMS-03 y PMS- 04, presentan una condición seca llamado pajonal (observar Figura 20).

En el transecto N°02, el punto PMS 07 presenta un aumento en la concentración de Aluminio (Al), en cuanto 38127.39 mg/Kg y presenta condiciones pantanosas denominado Humedal Altoandino Perenne, perennemente inundado (HAAP, pi) (observar Figura 21).

El aluminio (Al) se manifiesta en cuanto a cambios en la fisiología y la genética de las especies vegetales desarrolladas en la zona, lo cual como anteriormente se ha detallado la incorporación a los tejidos vegetales, se refleja en la disminución del crecimiento de las especies, principalmente en la menor elongación de las raíces y el tamaño como se puede observar en la Figura 23.

Por tanto, el aluminio ha desarrolla una relación indirectamente proporcional a la distancia.

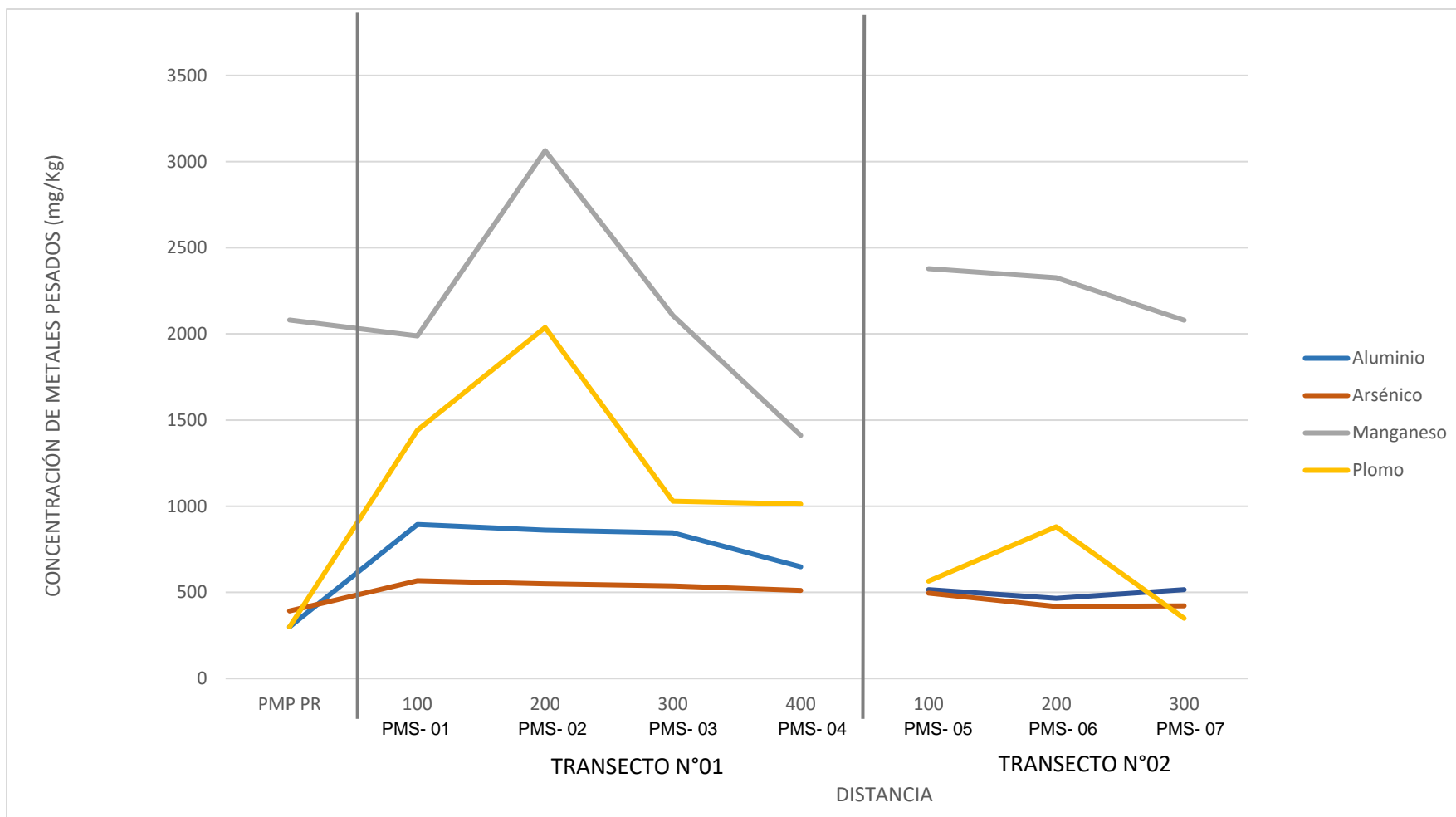
En cuanto a la concentración de arsénico (As) para ambos transectos, se encuentra por debajo a comparación del aluminio debido a que la afinidad de arsénico con los óxidos de aluminio es baja, los cuales van de 3730.87 mg/Kg (PMS01), 3399.88 mg/Kg (PMS02), 3693.32 mg/Kg (PMS03), 3483.54 mg/Kg (PMS04), 3250.01 mg/Kg (PMS05), 3064.90 mg/Kg (PMS06) y 3067.42 mg/Kg (PMS07).

En el siguiente caso tenemos al manganeso (Mn), el cual inicia su efecto tóxico a pH (del suelo) inferiores a 5.5, el manganeso se acumula en la parte aérea (Salinas, 1979). Esta condición es muy observada en el área de estudio y el comportamiento que tiene es casi similar al del aluminio, la concentración va disminuyendo conforme los puntos se van alejando de la zona de relave,

Finalmente, las concentraciones de plomo (Pb) tienen un comportamiento casi similar al del arsénico (As); los valores determinados van en cuanto 1548.70 mg/Kg (PMS01), 1581.85 mg/Kg (PMS02), 980.54 mg/Kg (PMS03), 1065.49 mg/Kg (PMS04), 1048.58 mg/Kg (PMS05), 1214.11 mg/Kg (PMS06) y 799.06 mg/Kg (PMS07), se sabe que en los suelos que contengan Pb se suelen encontrar también Cd y Zn (Hettiarachch & Pierzynski, 2002) entre sus propiedades y características metálicas. Finalmente, se puede subrayar que, el arsénico (As), el manganeso (Mn) y el plomo (Pb), se han manifestado en concentraciones bajas, en ambos transectos.

Figura 6

Valores de la concentración de metales pesados en mg/kg en especies vegetales en el transecto N° 01 y N° 02, a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata del distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021.



Para ambos transectos se puede observar una mayor concentración de manganeso y plomo.

El punto PMP- PR, ubicado dentro del relave minero, presenta una concentración de aluminio (Al) de 299.53 mg/kg, arsénico (As) de 391.92 mg/Kg, manganeso (Mn) de 2080.19 mg/kg y plomo de 299.60 mg/Kg.

En el caso del Mn, los valores determinados son 1988.57 mg/Kg (PMP01), 2037.32 mg/Kg (PMP02), 2107.52 mg/Kg (PMP03), 1410.80 mg/Kg (PMP04), 2378.71 mg/Kg (PMP05); 2326.35 mg/Kg (PMP06) y 2079.47 mg/Kg (PMP07).

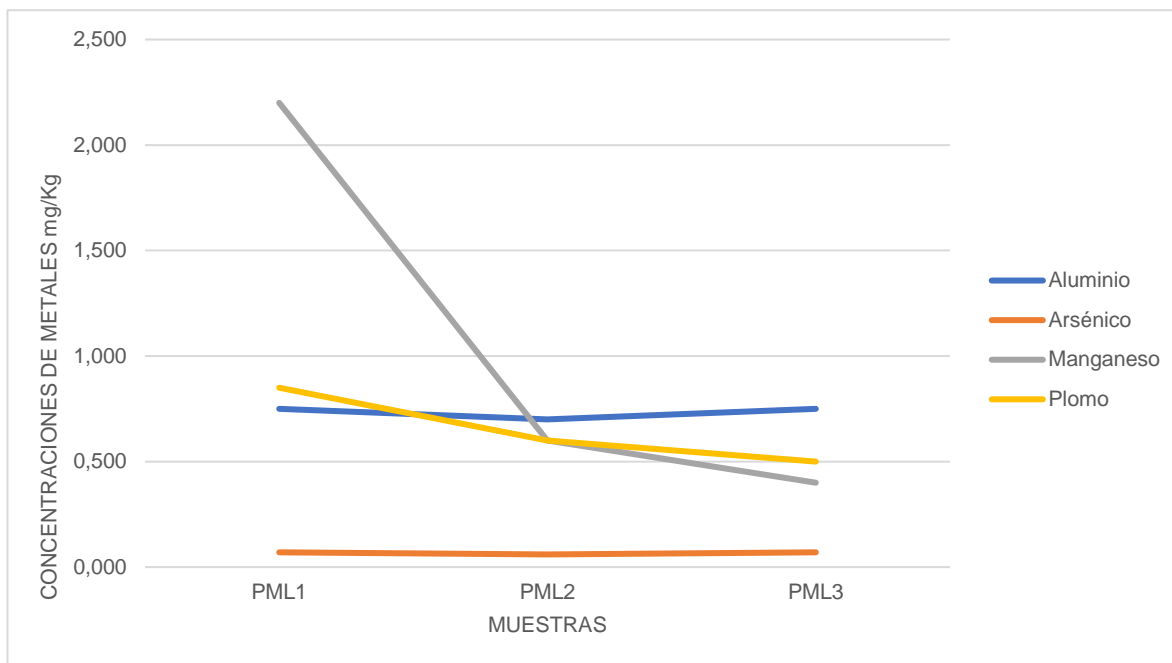
El plomo (Pb) presenta un comportamiento similar al manganeso (Mn). Según Madieh et al. (2013) detalla que a nivel de concentración hojas >tallos >fruto, se presenta los siguientes valores: 1440.17 mg/Kg (PMP01), 2037.32 mg/Kg (PMP02), 1028.84 mg/Kg (PMP03), 1012.32 mg/Kg (PMP04), 565.67 mg/Kg (PMP05), 880.76 mg/Kg (PMP06) y 349.37 mg/Kg (PMP07)

La concentración de aluminio (Al) se puede evidenciar claramente en el tamaño de las especies vegetales, muchas de ellas se encuentran en bajas proporciones como se puede evidenciar en la especie *Taraxacum officinale* (Figura 22), la cual se desarrolla al nivel del suelo, ya que a mayor concentración de aluminio se encuentra una baja proporción de los macronutrientes en el suelo. Los valores determinados fueron 893.87 mg/Kg (PMP01), 861.17 mg/Kg (PMP02), 846.33 mg/Kg (PMP03), 647.80 mg/Kg (PMP04), 515.80 mg/Kg (PMP05), 465.23 mg/Kg (PMP06) y 515.77 mg/Kg (PMS07).

En el caso del arsénico (As), en ambos transectos se encuentra concentraciones bajas a comparación del resto de los metales pesados. Este metal obedece a la relación indirectamente proporcional, ya que a mayor distancia en referencia al relave la concentración del metal va disminuyendo. Los valores determinados son 567.57 mg/Kg (PMP01), 549.04 mg/Kg (PMP02), 536.84 mg/Kg (PMP03), 510.55 mg/Kg (PMP04), 495.59 mg/Kg (PMP05), 417.91 mg/Kg (PMP06) y 421.06 mg/Kg (PMP07)

Figura 7

Valores de la concentración de metales pesados en mg/L en el producto lácteo, del ganado que se desplaza a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata distrito de Cátaç- Huaraz, setiembre 2021.



El Gráfico N°09 muestra una mayor concentración para el manganeso en la muestra PML01 (2.1 mg Mn/L leche).

El reflejo de la presencia de metales pesados en los productos derivados de la crianza de ganado vacuno va en cuanto al entorno y /o ecosistema en el que se desarrolla. El gráfico nos revela que el mayor porcentaje de metales pesados se encuentra en la primera muestra de producto lácteo, donde se observa una mayor concentración de manganeso a un 2.20 mg/L; en un segundo lugar el plomo, a unos 0.85 mg/Kg, a comparación con el estudio realizado por Quijada (2021), que revelaron una concentración en un rango de 0.01571 ± 0.003 .

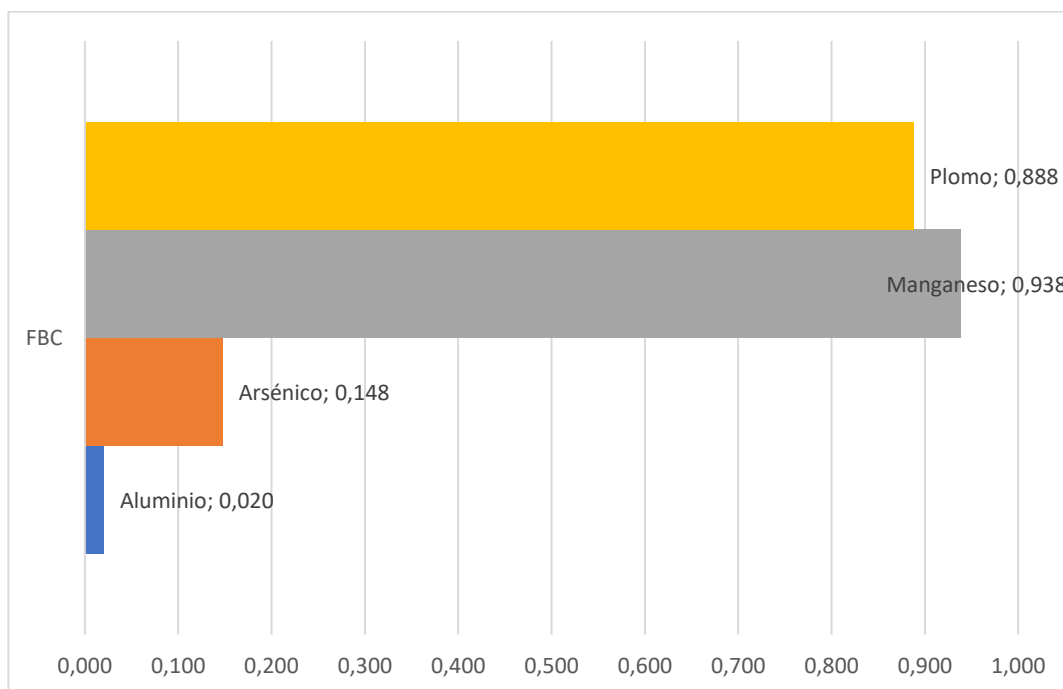
En el caso del plomo, se tuvo en cuenta el estudio realizado por Moreno y Vizconde (2006), quienes determinaron una concentración de 0.365 mg/Kg; nosotros en promedio encontramos 0.65 mg/L, casi el doble de lo que obtuvieron ellas.

Asimismo, el aluminio se encuentra en una concentración de 0.07 mg/Kg, y no hay una variabilidad notoria en las tres muestras obtenidas.

El arsénico (As) se encuentran por debajo de los 0.1mg (Kg). En el caso de la investigación realizada por Moreno y Vizconde (2014) presenta una concentración de 0.317.

Figura 8

Valores del factor de bioconcentración de metales pesados en la especie vegetal, a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata del distrito de Cátaac- Huaraz, setiembre 2021.



En el gráfico se puede observar que el mayor valor de factor de bioconcentración en pasto es del manganeso y el menor es de aluminio.

Para el caso del manganeso, en el suelo se obtuvo una concentración de 2338.71 mg/Kg y en la especie vegetal una concentración de 2193.57 mg/Kg, presentando un FBC de 0.938 mg/Kg que, en términos de porcentaje, la especie vegetal concentró un 93.79% del manganeso encontrado en el suelo

Para el caso del plomo se observa en el suelo a una concentración de 1176.91 mg/Kg y en la especie vegetal una concentración de 1044.92 mg/Kg, se presenta un FBC de 0.888

mg/Kg, que en términos porcentuales significa que la especie vegetal ha concentrado 88.79 % de plomo en el suelo. En comparación con el estudio de Quijano (2021), se muestra un valor de FBC de 0.0913 ± 0.0647 , el cual es inferior al determinado en la investigación.

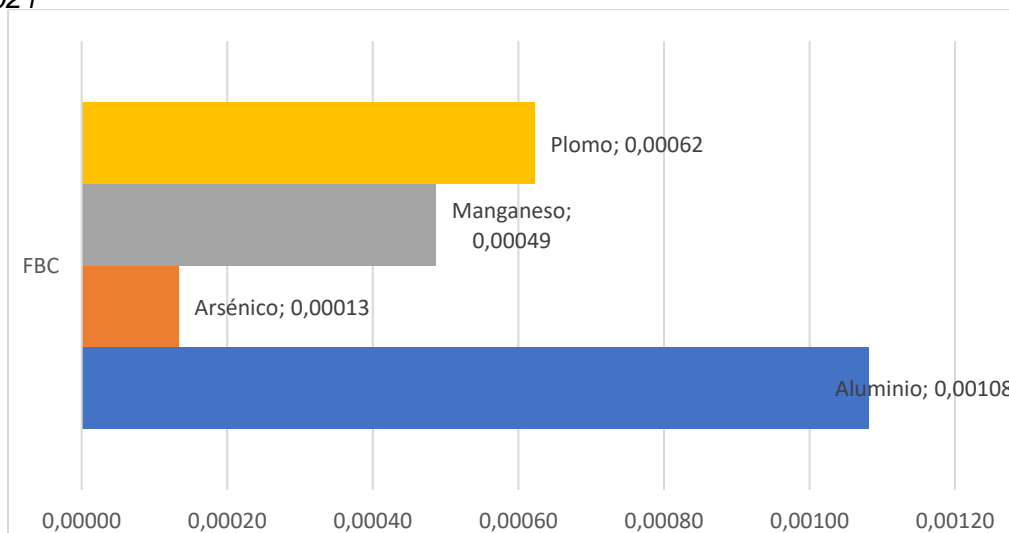
Para el arsénico, en el suelo se obtuvo una concentración de 3384.28 mg/Kg y en la especie vegetal una concentración de 499.79 mg/Kg, presentando un FBC de 0.148 mg/Kg que, en términos de porcentaje, la especie vegetal concentró un 14.77 % del manganeso del suelo.

Para el caso del aluminio, en el suelo se obtuvo una concentración de 33372.65 mg/Kg y en la especie vegetal una concentración de 678.00 mg/Kg, presentando un FBC de 0.020 mg/Kg que, en términos de porcentaje, evidencia que la especie vegetal concentró un 2.032% del manganeso del suelo.

En el caso del plomo, el aluminio y el arsénico presentan un valor que oscila de 0.1 – 1; por tanto, según Mendieta & Taisigue (2014), las especies que se han desarrollado en estos puntos de muestreo pueden ser denominadas como plantas tolerantes al Pb y As. Para el caso del aluminio como se encuentra en un rango menor a 0.1, las especies vegetales pueden ser denomina plantas excloras y para el manganeso, son plantas acumuladoras.

Figura 9

Valores de la concentración de metales pesados en mg/L en leche del ganado vacuno, a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata, distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021



En el gráfico se puede observar que el mayor valor de factor de bioconcentración en leche de ganado vacuno es el aluminio y el menor es de arsénico

Para el caso del aluminio, en la cobertura vegetal se obtuvo una concentración de 678.00 mg/Kg y en el producto lácteo una concentración de 0.733 mg/Kg, presentando un FBC de 0.00108 mg/Kg. En términos de porcentaje, el producto lácteo ha concentrado un 0.108 % del aluminio de la cobertura vegetal.

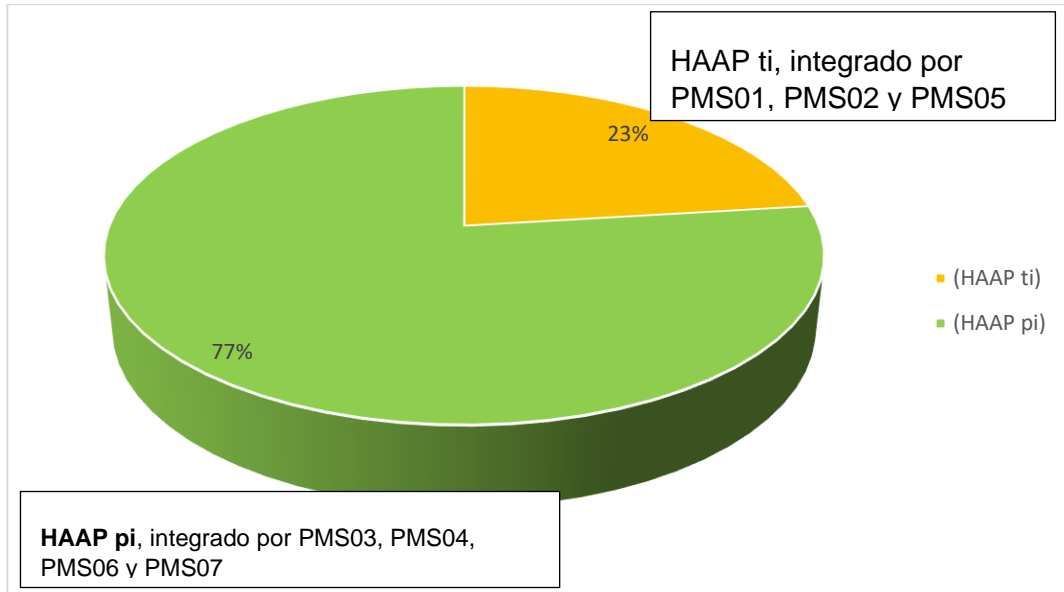
En el caso del plomo, en la cobertura vegetal se obtuvo una concentración de 1044.92 mg/Kg y en el producto lácteo una concentración de 0.650 mg/Kg, presentando un FBC de 0.00062 que, en términos de porcentaje, significa que el producto lácteo ha concentrado un 0.062% de plomo de la cobertura vegetal. A comparación de los datos obtenidos en el estudio de Moreno & Vizconde (2014) el valor es de 0.94 mg/Kg, lo que representa una mayor concentración.

Para el caso del manganeso, en la cobertura vegetal se obtuvo una concentración de 2193.57 mg/Kg y en el producto lácteo una concentración de 1.067 mg/Kg, presentando un FBC de 0.00049 mg/Kg. En términos de porcentuales, el producto lácteo ha concentrado a un 0.049 % del manganeso de la cobertura vegetal.

En cuanto al arsénico, en la cobertura vegetal se obtuvo una concentración de 499.79 mg/Kg y en el producto lácteo una concentración de 0.067 mg/Kg, evidenciando un FBC de 0.00013 mg/Kg que, en cifras porcentuales, evidencia que el producto lácteo ha concentrado un 0.013 % del arsénico de la cobertura vegetal, a comparación del estudio realizado por Moreno & Vizconde (2014) el valor es de 0.83 mg/Kg lo que representa una mayor concentración.

Figura 10

Determinación de la cobertura vegetal, en cuanto a los ecosistemas existentes a lo largo del bofedal que se encuentra en el PAM Mesapata del distrito de Cátac- Huaraz, setiembre 2021



Teniendo en cuenta los cálculos realizados para la cobertura vegetal, se ha podido determinar que la zona denominada HUMEDAL ALTO ANDINO PERMANENTE, temporalmente inundado (HAAP ti), la cual se encuentra muy próxima a la zona de relave (como se puede detallar en el mapa de ubicación de puntos de muestreo) cuenta con un valor de 18410152.7 gramos de biomasa en un área de 62315.76 m²; representando un 23 % de la cobertura total.

Para la zona denominada HUMEDAL ALTO ANDINO PERMANENTE, permanente inundado (HAAP pi) cuenta con un valor de 61432110.6 gramos de biomasa en un área de 128284.23 m² representando el 77 % de la cobertura. Bajo estos resultados se debe tener en cuenta que el ecosistema de HAAP ti ha sido más impactado generando un menor desarrollo en cuanto a la cobertura vegetal mientras que el HAAP pi cuenta con un mayor valor.

Cuanto mayor es la distancia en referencia al relave es menor el impacto producido de la presencia del relave minero.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El factor bioconcentración en el producto lácteo de los metales pesados: aluminio (Al), arsénico (As), manganeso (Mn), y plomo (Pb), sigue la siguiente tendencia: Al (0.00108) > Pb (0.00062) > Mn (0.00049) > As (0.00013).
- La distribución de metales pesados en mg/Kg en el suelo a lo largo de los transectos N°01 y N°02 es: aluminio (Al) 33372.65, arsénico (As) 3384.28, manganeso (Mn) 2338.71 y plomo (Pb) 1176.91. El comportamiento del arsénico (As), manganeso (Mn) y plomo (Pb) son casi similares, no existe una variabilidad notable. Se observa que aluminio se encuentra en mayor concentración.
- La distribución de metales pesados en mg/Kg en las especies vegetales es: aluminio (Al) 678.00, arsénico (As) 499.79, manganeso (Mn) 2193.57 y plomo (Pb) 1044.92. El comportamiento del aluminio (Al) y arsénico (As) son casi similares, no existe una variabilidad. Se observa que el manganeso y el plomo se encuentra en mayor concentración.

- La distribución de metales pesados en mg/Kg en el producto lácteo es: aluminio (Al) 0.73, arsénico (As) 0.07, manganeso (Mn) 1.07 y plomo (Pb) 0.65.
- Una de las razones que genera la contaminación del área a lo largo del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata radica fundamentalmente en la bioacumulación de metales pesados de las especies vegetales; registrándose plomo (0.888 ppm), manganeso (0.938 ppm), arsénico (0.148 ppm) y aluminio (0.020 ppm), siendo el manganeso y el plomo, los metales que se absorbe en un mayor porcentaje (88.8% y 93.8% respectivamente), por lo tanto, las especies de la zona de muestreo vienen a ser acumuladoras y/o hiper acumuladoras en cuanto al manganeso y plomo.
- Los valores de pH de la zona de Mesapata varia de 2.39 y 5.45. Esta condición favorece a la bioconcentración de los metales estudiados en las especies vegetales y el producto lácteo.
- La composición vegetal se restringe predominantemente a especies herbáceas de las familias Poaceae, Juncaceae, Cyperaceae, Rosaceae, Fabaceae Brassicaceae y Plantaginaceae, siendo la de mayor abundancia la familia de la Juncacea con la especie *Distichia muscoides*.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar medidas de control y de contingencia respecto a las condiciones del relave ya que afecta a la composición ecológica del humedal Yanayacu.
- Se sugiere iniciar con la evaluación de las especies que crecen en la zona de relave de Mesapata, para ubicar un número mayor de plantas fitoestabilizadoras de sitios contaminados con metales pesados.
- Se recomienda realizar una investigación que relacione la translocación (FT) ya que juntamente con el factor de bioconcentración (FBC) de la presente investigación se contaría con dos índices importantes para evaluar la viabilidad de cualquier especie vegetal y su posible uso en la fitorremediación de metales pesados de la zona del humedal de Mesapata.
- Considerando que los humedales o bofedales altoandinos son ecosistemas frágiles y sensibles, se recomienda hacer trabajos de remediación (de inmovilización de metales) dentro del bofedal que se encuentra en el entorno del Pasivo Ambiental Minero de Mesapata que por erosión hídrica y eólica impactan en el suelo, agua, vegetales y animales, poniendo en riesgo la salud del mismo ecosistema como de la población de Cátac.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduvire, O. (2006). Drenaje ácido de mina, generación y tratamiento, Instituto Geológico y Minero de España Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente. *Tratamiento de Aguas Acidas de Mina*. Retrieved 27 de octubre de 2022, from https://info.igme.es/SidPDF/113000/258/113258_0000001.pdf
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (06 de mayo de 2016). PUBLIC HEALTH STATEMENT, Manganese. *Agency for toxic substances and diseary registry*, pág. 10. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs151.html
- Ahmad, B., & Ashraf, M. (01 de Enero de 2011). Essential roles and hazardous effects of nickel in plants. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* , Volumen 124. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0668_6
- Akinyem, A., Miah, M., Ijomone, O., Tsatsakis, A., Soares, F., & Aschner, M. (29 de Agosto de 2019). Lead (Pb) exposure induces dopaminergic neurotoxicity in *Caenorhabditis elegans*: Involvement of the dopamine transporter. *Journal Pre-proof*.
- Akport, O., & Muchie, M. (27 de Setiembre de 2010). Remediation of heavy metals in driking water and wastewater tratment systems: Processes and applications. *International Journal of the Physical Sciences*, Volumen 5, 1807-1817. <https://academicjournals.org/journal/IJPS/article-full-text-pdf/00E529A31916>
- Arango, M., & Olaya, Y. (2012). Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia, Universidad Católica de Oriente Maestría en Medio Ambiente. *Gestión y Ambiente*, Volumen 15(N°01), Noviembre. Retrieved 01 de octubre de 2022, from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36286/43158#:~:text=RESUMEN%3A,o%20bienes%20p%C3%BAblicos%20o%20privados%22>.
- Araujo, G. (2010). *Contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud*. https://www.insp.mx/images/stories/INSP/Docs/cts/101208_cs1.pdf.
- Arellano, E. (2003). *Propiedades ecomorfológicas y química de Plantas a condiciones de Alta Montaña. [Tesis Pregrado] Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias*. Mérida. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/31342.pdf>
- Baker, A., McGrath, S., Reeves, R., & Smith, J. (2000). Metal hyperaccumulator plants: a review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils. En: hytoremediation of Contaminated Soil and Water. *Phytoremediation of contaminated soil and water*, 85- 121. https://www.researchgate.net/publication/284669331_Metal_hyperaccumulator_plants_a_review_of_the_ecology_and_physiology_of_a_biological_resource_for_phytoremediation_of_metal-polluted_soils.
- Balslev, H., & Duno, R. (Abril de 2015). La familia Juncaceae en México, Centro de Investigación Científica de Yucatán. *Acta Botanica Mexicana*(N°111), 61-164. <https://doi.org/10.21829/abm111.2015.182>

- Barcelo, J., Llugany, M., Lomboni, A., & Poschenrieder, C. (2005). Glycine contribuye to the protection of Sline Armeria against excess cooper, Universidad Press, Beiging. *Plants nutrition for food security, human health and environmental protection*, 634-635.
- Barrón, H. (2017). *Contaminación por metales pesados en suelo y agua de la zona chinampera de San Nicolás Tetelco, Tláhuac, Distrito Federa*. [Tesis de maestría, Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Xochimilco]. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/2095/1/182150.pdf>
- Bianca, L., Vicentini, R., & Ottoboni, L. (2015). *Characterization of the core microbiota of the drainage and surrounding soil of a Brazilian copper mine*. <https://doi.org/10.1590/S1415-475738420150025>
- Bosquevirgen.com. (27 de Febrero de 2022). *Juncus Bufonius, una planta fuerte y dura que aguanta todo tipo de suelo*. <https://bosquevirgen.com/plantas/juncus-bufonius-una-planta-fuerte-y-dura-que-aguanta-todo-tipo-de-suelo/>
- Bourg, A. (1995). *Speciation of Heavy Metals in Soils and Groundwater and Implications for Their Natural and Provoked Mobility*, Universidad de Limoges. Berlín: Springer- Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79316-5_2
- Campos, N. (1990). *La contaminación por metales pesados en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia* (Vol. Volumen 16). Colombia, Santa MArta. <https://doi.org/10.2307/44241947>
- Carrillo, L. (2013). *Concentración de plomo en forraje y leche de vacuno en seis zonas del Mantaro [Tesis de Pregrado], Universidad Nacional del Centro del Perú*. Huancayo, Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1809/Tesis%20Carrillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamora, J., & Cuadros, M. (2021). Pasivo ambientales mineros en el Perú. *La contraloría general de la republica del Perú*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2135978/Pasivos%20ambientales%20mineros%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf.pdf>
- Castro Gonzales, N., Calderon Sanchez, F., Moreno Rojas, R., Morneo Ortega, A., & Tamariz Flores, J. (30 de Octubre de 2017). Health risks in rural populations due to heavy metals found in agricultural soils irrigated with wastewater in the Alto Balsas sub-basin in Tlaxcala and Puebla, Mexico, University of New England. *International Journal of Environmental Health Research*. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1386767>
- Castro, J., López de Romaña, D., Bedregal , P., López de Romaña, G., & Chirinos, D. (13 de Julio de 2013). Lead and cadmium in maternal blood and placenta in pregnant women from a mining-smelting zone of Peru and transfer of these metals to their newborns. Universidad Nacional Agraria La Molina. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, Volumen 5, pp. 156-165. <https://doi.org/10.5897/JTEHS2013.0276>
- Chaney, R. (1980). Health risks associated with toxic metals in municipal sludges. *Sludge: health risks of land application*, pp. 59–83. <https://www.osti.gov/biblio/6671808>

- Charles, M. (2000). *Heavy Metals Trends in Floodplain Sediments and Valley Fill*. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00080-6](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00080-6)
- Chauca, C. (2002). *Manejo ambiental de relaves mineros de la planta concentradora de minerales de mesapata, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo [Tesis de Pregrado], Repositorio Universitario*.
- Chavez, K., & Polo, B. (2020). *Determinación del nivel de absorción de seis metales pesados utilizando Lolium perenne en el suelo impactado por minería en Paredones – Cajamarca 2019*”. [Tesis para optar el título de Ingeniera Ambiental]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25398/Ch%c3%a1vez%20Lazo%2c%20Karinna%20Alexandra%20-%20Polo%20Becerra%2c%20Betty%20Tatyana%20-%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chen, Y., Li, X., & Shen, Z. (03 de Mayo de 2004). Leaching and uptake of heavy metals by ten different species of plants during an EDTA-assisted phytoextraction process. *Chemosphere*, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.05.044>
- Chin, L. (2007). *Investigations into lead (Pb) accumulation in Symphytum officinale L.: a phytoremediation study, Univeersidad de Canterbury [Tesis de Postgrado]*. Christchurch, New Zealand. Retrieved 29 de Octubre de 2022, from https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/2592/thesis_fulltext.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cialdella, A., Morrone, O., & Zuloaga, F. (1995). *Revisión de las especies del género Paspalum (poaceae: Panicoideae paniceae) grupo bonplandiana*. San Isidro, Argentina. <https://doi.org/10.2307/23222993>
- Norberg, M., & Smith, D. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-59453-2.00002-0>
- Corzo, R. (2015). *Impacto de los pasivos ambientales en el recurso hídrico de la microcuenca Quebrada Párac, Distrito de San Mateo de Huanchor, Pontificia Universidad Católica del Perú [Tesis de Posgrado]*. Lima, Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6160/CORZO_REMIGIO_AMELIA_IMPACTO_MINEROS%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuentas, M., Velasquez, O., Arizca, A., & Huisa, F. (2019). Evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros en la comunicdad de Condoraque- Puno. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería*, 42- 57. http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/v4n2/v4n2_a04.pdf
- Dahmani-Muller, H., Oort, V., Gélie, B., & Balabane, M. (2000). Strategies of heavy metal uptake by three plant species growing near a metal smelter. *Environmental Pollution, Volume 109*, 231±238. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00262-6](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00262-6)
- Delascio, F. (2010). *Poa annua L. y Polypogon elongatus Kunth (Poaceae), Dos nuevas especies exóticas para la flora de la Guayana venezolana*. 33(2).
- Delgadillo, A., González, C., Prieto, F., Villagómez, J., & Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*,

vol. 14, 597-612. https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-04622011000200002&script=sci_abstract&tIng=pt

Demagnet, R. (2012). *Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo*. Agropruario watts. <https://docplayer.es/1772831-Manual-de-especies-forrajeras-y-manejo-de-pastoreo.html>

Dorronsoro, C., & García, I. (2005). *Contaminación por metales en tecnologías de suelo. En tecnología de suelos, Universidad de granada- Departamento de edafología y química Agrícola*. <https://doi.org/http://edafologia.ugr.es/>

Duniel, B. (2022). *Hydrocotyle pusilla*.

Dushenkov, v., & Raskin, I. (Enero de 2000). Phytoremediation: "green" revolution in ecology, City University of New York. Retrieved 28 de Octubre de 2022, from https://www.researchgate.net/publication/260289397_Phytoremediation_a_new_green_r_evolution_in_ecology

Espinacer, R. (2006). *Evaluación del efecto eólico en tranques de relaves, Universidad Católica de Valparaíso*. Chile. https://www.academia.edu/59160987/Evaluacion_Del_Efecto_Eolico_en_Tranques_De_Relave

Fernandez, R. (27 de Marzo de 2014). Aluminio: ingestión, absorción, excreción y toxicidad, Universidad de Cartagena. *Revista Costarricense de Salud Pública, Volumen 23*, 111-116. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-14292014000200003&lng=en&nrm=iso&tIng=es

Flores, J. (2018). *Propuesta de simulación de remoción parcial de cromo en suelos contaminados como fitorremediador el Tagete sp., Universidad Nacional de San Agustín [Tesis de Pregrado]*. Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6484/QUflicojm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, R. (03 de Diciembre de 2018). Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura-provincia Huaura 2017. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA, V. 14*, 119-131. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EHo6h85OKEQJ:https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2168/2049&cd=14&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

Gall, J., Boyd, R., & Rajakarina, N. (21 de setiembre de 2015). Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review, Unit for Environmental Sciences and Management, *Environ Monit Assess*, 187:201. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4436-3>

García, C., Moreno, J., Hernández, T., & Polo, A. (2002). Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo. *Ciencia y Medio Ambiente- CCMA_CSIC*, 125-137. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2xH3P-TFfSwJ:https://digital.csic.es/bitstream/10261/111812/1/Metales%2520pesados%2520y376.pdf&cd=12&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

García, E., & Otto, M. (2015). Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash,

- Perú. *Ecología Aplicada*, Volumen 4, pp.115-125.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162015000200004&script=sci_abstract
- GBIF, G. B. (2018). *Hydrocotyle pusilla* A.Rich/ Collected in Brazil.
- Ghosh, M., & Singh, S. (2005). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by products. *Asian Journal on Energy and Environment*, Volumen 6(N°04), 214-231.
<https://www.thaiscience.info/Journals/Article/AJEE/10262422.pdf>
- Gonzales, M. I. (2016). *Mejoramiento de la fitoextracción en plantas nativas en suelos contaminados por actividades mineras en Puchuncaví y Quintero*, Universidad de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/113002>
- Gutiérrez, A. (2010). *Concentración de metales pesados en leche cruda de vaca en la provincia de León*, Universidad de León. España.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=113410>
- Herrero, M., Fawcett, R., & Dent, J. (Mayo de 2000). Modelling the growth and utilization of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. *Agricultural Systems*, 73-97.
[https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00028-7)
- Hettiarachch, G., & Pierzynski, G. (01 de Marzo de 2002). In Situ Stabilization of Soil Lead Using Phosphorus and Manganese Oxide. *Journal of Environmental Quality*, Volume 31, 564-572. <https://doi.org/10.2134/jeq2002.5640>
- HSBU. (2018). *Polypogon semiverticillatus* (Forssk.) Hyl
- Instituto de Botanica del Noreste Argentina. (1894). *Kew's Herbarium*.
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:184356-2#source-KBD>
- Intagri. (2016). *La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo*. Retrieved 12 de Octubre de 2022, from <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>
- Iwasaki, K., Mainer, P., Fecht, M., & Horst, W. (01 de Octubre de 2002). Leaf apoplastic silicon enhances manganese tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Journal of Plant Physiology*, Volume 159, Pages 167-173. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00691>
- Jaishankar, M., Tseten T., ANbalagan N., Mathew B., & Beeregowda, K. (2014). *Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals*. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Jhon, D., & Joel, L. (1995). *Bioavailability of metals*.
<https://pubs.usgs.gov/of/1995/0831/report.pdf#page=13>
- Jhon, D., & Leventhal, J. (1995). *Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models*. Denver, Colorado.
<https://pubs.usgs.gov/of/1995/0831/report.pdf#page=13>
- Kabata, A. (2000). *Trace Elements in Soils and Plants*. Pulawy, Poland: CRC Press LLC.
 Retrieved 12 de Noviembre de 2022, from

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420039900/trace-elements-soils-plants-alina-kabata-pendias>

- Kar, I., & Patra, A. (17 de Noviembre de 2021). Tissue Bioaccumulation and Toxicopathological Effects of Cadmium and Its Dietary Amelioration in Poultry. *Biological Trace Element Research*. <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1007/s12011-020-02503-2>
- Karimi, A., Naghizadeh, A., Biglari, H., Peirovi, R., Ghasemi, A., & Zarei, A. (14 de Enero de 2020). Assessment of human health risks and pollution index fr heavy metals in farmlands irrigated by effluents of stabilization ponds. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1007/s11356-020-07642-6>
- Küpper, H., & Küpper, F. (2006). Chlorophylls Formed in Vivo During Heavy Metal Stress and Degradation Products Formed During Digestion, Extraction and Storage of Plant Material. *Chlorophylls and Bacteriochlorophylls: Biochemistry, Biophysics, Functions and Applications*, pp. 67–77. https://www.researchgate.net/profile/Frithjof-Kuepper/publication/224145725_Heavy_metal-Chlorophylls_Formed_in_Vivo_During_Heavy_Metal_Stress_and_Degradation_Products_Formed_During_Digestion_Extraction_and_Storage_of_Plant_Material/links/54e33eb20cf2d90c1
- Lasat , M. (2000). The use plants for the removal of toxic metals from contaminated soil. *American Association for the Advancement of Science Environmental Science and Engineering Fellow*, 1-33. <https://clu-in.org/download/remed/lasat.pdf>
- Lehoczky, E., Zsanett, k., & Tamás, N. (2005). *Study of the Transfer Coefficient of Cadmium and Lead in Ryegrass and Lettuce*. <https://doi.org/10.1080/00103620600822986>
- Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., & Chemmam, M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: Case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*. <https://doi.org/10.1186/s42779-019-008-4>
- Lloyd, J., & Macakie, L. (2000). Bioremediation of radionuclide- containing wastewater. *Enviromental Microbe- Mental Interactions*. <https://sci-hub.ru/https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1128/9781555818098.ch13>
- Lytle, M., Lytle, F., qian, J.-H., Hansen, D., Zayed, A., & Terry, N. (29 de Agosto de 1998). Reduction of Cr(VI) to Cr(III) by Wetland Plants: Potential for In Situ Heavy Metal Detoxification. *Enviromental science & technology*, 3087–3093. <https://doi.org/10.1021/es980089x>
- Madieh, M., Yazdani, H., & MahdiethS, S. (21 de Febrero de 2013). The high potential of Pelargonium roseum plant for phytoremediation of heavy metals. *Environ Monit Assess, Volumen* 9, 7877–7881. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3726933/#:-:text=Pelargonium%20roseum%20is%20a%20fragrance,Ni%2C%20and%20Cd%20heavy%20metals.>
- Mahler, R. (2003). *General overview of nutrition for field and container crops*, University of Idaho. Moscow: National Nursery Proceedings. <https://rngr.net/publications/proceedings/2003/PDF.2004-06-08.5036>



- Marias , J. (2001). Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*). *Tropical Grasslands, Volumen 35*, 65- 84. https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_01_pp65_84.pdf
- Marquez, E. (2002). *Distribución altitudinal de gramíneas de páramo como respuesta a las rutas metabólicas y los mecanismos de resistencia a las bajas temperaturas, Universidad de Los Andes- Facultad de Ciencias [Tesis de Pregrado]*. Mérida. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/33582.pdf>.
- Martínez-Flores, F., Crespo, M. B., Geoffriau, E., Allender, C., Ruess, H., Arbizu, C. I., Simon, P., & Spooner, D. M. (2019). Extended studies of interspecific relationships in *Daucus* (Apiaceae) using DNA sequences from ten nuclear orthologues. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 191(2), 164–187. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz042>
- Masclef, A. (2001). *Atlas des plantes de France, Utiles Nuisibles et Ornementales*. Paul lincksieck Editeur. <https://bibdigital.rjb.csic.es/viewer/14308/?offset=#page=3&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=>
- Mclaughlin, M., Pennock, D., & Rodriguez, N. (2003). *Determinación de presencia y concentración de metales pesados en leche bronca*. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mendieta, W., & Taisigue, L. (2014). *Acumulación y translocación de metales , metaloides y no metales en plantas nativas de la zona minera de Chontales: Implicaciones para el potencial de fitoremediación, La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Managua, Nicaragua. https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/methods/Accumulation-and-Translocation-metals-in-native-plants_Extended-abstract.pdf
- MINAM. (2004, 06 de julio). *LEY Nº 28271: Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera*. Diario El Peruano.
- Ministerio de Energías y Minas. (2020, 24 de agosto). *Actualización del Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros*. Diario el Peruano. <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/REGISTROS/PASIVOS/RM%20238-2020-MNEM-DM.pdf>
- Ministerio de Salud. (1969). *Ley general de aguas: Decreto Ley Nº 17752*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/353353-ley-general-de-aguas-decreto-ley-n-17752-del-24-de-julio-1969>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Mapa Nacional de Ecosistemas*. Retrieved 22 de setiembre de 2022, from https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria_descriptiva_mapa_Nacional_de_Ecosistemas.pdf

- MINSAL, G. d. (2018). *Medicamentos herbarios tradicionales, 103 especies vegetativas*. Retrieved 24 de Setiembre de 2022, from <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/02/Libro-MHT-2010.pdf>
- Monachese, M., Burton, J., & Reid, G. (2012). *Bioremediation and Tolerance of Humans to Heavy Metals through Microbial Processes: a Potential Role for Probiotics*. Applied and Environmental Microbiology.
- Montano, Y., Tapia, P., Quispe, C., & Fuentealba, B. (2022). El drenaje ácido de roca y sus potenciales impactos ambientales. *Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)*. Retrieved 23 de Noviembre de 2020, from <https://repositorio.inaigem.gob.pe/server/api/core/bitstreams/cf630013-7d9d-4d0f-a8af-5a90db9dd540/content>
- Moreno, Y., & Vizconde, J. (2014). *Bioconcentración de Metales Pesados en leche de ganado vacuno en el área de influencia del Pasivo Ambiental de Chahuapampa- Utcuyacu- Catac, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo*. Huaraz. <https://docplayer.es/86672192-Universidad-nacional-santiago-antunez-de-mayolo-facultad-de-ciencias-del-ambiente-escuela-academico-profesional-de-ingenieria-ambiental.html>
- Nadhir, A.-A., Sven, K., & Qui, J. (Junio de 2014). Modeling of wind erosion of the Aitik Tailings Dam Using, Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Lulea University of Technology, Lulea, Sweden. *Engineering*, 355-364. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=46713>
- Najeeb, U., Ahmed, W., Zaffar, M., & Zhou, W. (Enero de 2014). Enhancing the lead phytostabilization in wetland plant *Juncus effusus* L. through somaclonal manipulation and EDTA enrichment. *Arabian Journal of Chemistry*. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1878535214000124?token=7A25EDA205790AE33F90CC1A5BF5ABCD2B6064D77E51B225F65C89164B73003EA7F25DD6727A99094A39B795F8E84A56&originRegion=us-east-1&originCreation=20230210044930>
- Olivares, E., & Peña, E. (2009). Bioconcentración de elementos minerales en *Amathus dubius* (bledo, pira), crecimiento silvestre en cultivos del estado Miranda, Venezuela y utilizado en la alimentación. *Interciencia, Volumen 34(N°09)*, pp.604-611. Retrieved 22 de octubre de 2022, from http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442009000900004&script=sci_abstract
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s.f.). *Portal de Suelos de la FAO*. Retrieved 21 de Octubre de 2022, from <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- Orozco Corona, D., Letechipía de León, C., & Gomez Hernández, A. (Marzo de 2022). Determinación de los factores de bioconcentración, translocación y riesgos potenciales a la salud en *Capsium annuum* L., Universidad Tecnológica de Querétaro. *Trabajos Científicos en México*. Retrieved 25 de octubre de 2022, from https://www.researchgate.net/publication/359195915_Determinacion_de_los_factores_de_bioconcentracion_traslacion_y_riesgos_potenciales_a_la_salud_en_Capsium_annuum_L

- Otto, M., Scherer, D., & Richters, J. (31 de Mayo de 2011). Hydrology differentiation and spatial distribution of high altitude wetlands in a semi-arid Andean region derived from satellite data. *Hydrology and Earth System Sciences, Volumen 5*. https://www.academia.edu/es/14953336/Hydrological_differentiation_and_spatial_distribution_of_high_altitude_wetlands_in_a_semi_arid_Andean_region_derived_from_satellite_data
- Pagnanelli, F., Moscardini, E., Giuliano, V., & Toro, L. (03 de Mayo de 2004). Sequential Extraction of heavy Metals in River Sediments of an Abandoned Pyrite Mining Area: Pollution Detection and Affinity Series. *Environmental Pollution*, pp. 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.05.002>
- Pérez, A., Ulloa Ulloa, C., Navarrete, H., Romoleroux, K., Pitman, N., Valencia, R., & Leon, S. (15 de Junio de 2022). *BIOWEB- ECUADOR*. <https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Lachemilla%20orbiculata#inicio>
- Polo, C., Lacera, A., & Polo, J. (2019). *Intoxicación de animales por metales pesados*.
- Quijada, E. (2021). *Bioacumulación y transferencia de plomo desde el suelo a los pastos y leche en la estación experimental El Mantaro, Universidad Nacional del Centro del Perú [Tesis de Pregrado]*. Huancayo. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6935/T010_70105698_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rascio, N., & Nacari-izzo, F. (Febrero de 2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science, Volume 180*, 169-181. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945210002402?via%3Dihub>
- Razo, S. (2006). *Identificación de áreas prioritarias de restauración de suelos contaminación por arsénico y metales pesados en el sitio minero y metalurgico de Villa de la Paz- Matehuala, Universidad Autónoma de San Luis Potosí [Tesis de Pregrado]*. San Luis Potosí. <https://1library.co/document/q2e0xreq-identificacion-prioritarias-restauracion-contaminados-arsenico-metalurgico-matehuala-mexico.html>
- Reymel, C. (Junio de 2012). Guía de identificación de las plantas comunes del derecho de vía del Dcuto del Peru LNG. *Melchorita Perú*. https://peruling.com/wp-content/uploads/2016/06/Guia_identificacion_plantas.pdf
- Rieuwerts, J., Thonton, I., Farago, M., & Ashmore, M. (24 de Febrero de 1998). Factors influencing metals bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals. *Chemical Speciation & Bioavailability, Volumen 10*, 61-75. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3184/095422998782775835>
- Rodriguez, N., Mclaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO)*. <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

- Rotkittikhun, P., Kruatrachue, M., Chaiyarat, R., Ngernsarsaruay, C., Pokethitiyook, P., & Pajitprapaporn, A. (2006). Uptake and accumulation of lead by plants from the Bo Ngam lead mine area in Thailand. *ScienceDirect*, 681-688. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.12.039>
- Rotting, T., Thomas, R., Ayora, C., & Carrera, J. (2008). Passive Treatment of Acid Mine Drainage with High Metal Concentrations Using Dispersed Alkaline Substrate All rights reserved. *Heavy Metal in the Environment, Volumen 37*, 1741-1751. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/jeq2007.0517>
- Salinas, J. (Junio de 1979). Adaptación de plantas a toxicidades de aluminio y manganeso en suelos ácidos. *Fertilidad de Suelos, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/14483.pdf
- Salman, Z., & Abel, H. (2019). Soil characterization and heavy metal pollution assessment in Orabi farms. Bulletin of the National Research, *Bulletin of the National Research Centre*. <https://sci-hub.ru/https://bnrc.springeropen.com/articles/10.1186/s42269-019-0082-1>
- Santander, W., Garay, R., Verde, C., & Mendieta, O. (2021). Determinación de metales pesados Cd, Pb en suelos y granos de cacao frescos y fermentados mediante espectro fotometría de absorción atómica de llama. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2021000100039
- Silveria, M., Alleoni, L., & Guilheme, L. (2003). Biosolids and heavy metals insols, University of Florida. *Volumen 60(N°04)*, pp.793-806. <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1590/S0103-90162003000400029>
- Simate, G., & Seliselo, N. (2014). Acid mine drainage: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.07.021>
- Singh, M., & Muller, G. (14 de Enero de 2003). Geogenic distribution and baseline concentration of heavy metals in sediments of the Ganges River, India. *Journal Geochemical Exploration*, 1-17. [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(03\)0016-5](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(03)0016-5)
- Sposito, G. (1989). The chemistry of soils. *Soil Chemistry*, 277 p. <https://sci-hub.ru/https://www.cambridge.org/core/journals/geological-magazine/article/abs/g-sposito-1989-the-chemistry-of-soils-xiii-277-pp-price-2500-hard-covers-new-york-oxford-oxford-university-press-isbn-0-19-504615-3/C60C537323608A9E62CE652E5A040D7C>
- Stock, A. (2011). *Daucus montanus Humb Bonpl ex Spreng Daucus montanus Humb Bonpl ex Spreng*. ALAMY
- Suárez, J., Roa, M., Brown, S., & Vargas, W. (2014). *Herbario de Humedales*. Retrieved 15 de setiembre de 2022, from <https://lfs-plantas.sites.olt.ubc.ca/plantas/lachemilla-orbiculata/>
- Thellier, C., & Sposito, G. (1989). Influencia of electrolyte concentration and exchangeable cations on the flocculation of silver Hill iLLite. *America Journal, Volumen 53(N°03)*. <https://sci-hub.ru/https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj1989.03615995005300030011x>

- Universidad Nacional de Colombia. (2017). *FLora de Colombia*. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/floradecolombia/en/description/115/>
- Vig, K., Megharaj, M., Sethunathan, N., & Naidu, R. (2003). Bioavailability and toxicity of cadmium to microorganisms and their activities in soil: a review. *Advances in Enviromental Research*, 21–135. <https://sci-hub.ru/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1093019102001351>
- Wagner, G. (1993). Accumulation of cadmium un crop plants and its consequences to human health. *Advances in Apmny, Volumen 51*, 173-212. <https://doi.org/10.1016/s0065>
- Wegerich, S. (1796). *Plantago lanceolata*. Retrieved 23 de setiembre de 2022, from https://es.wikipedia.org/wiki/Plantago_lanceolata#/media/Archivo:Plantago_lanceolata_S_turm61.jpg
- Wikipedia. (2012). *Rumex acetosella* L. https://es.wikipedia.org/wiki/Rumex_acetosella#/media/Archivo:Rumex_acetosella_-_Flora_Batava_-_Volume_v1.jpg
- Worral, A., Neil, D., Brerenton, D., & Mulligan, D. (13 de Mayo de 2009). Towards a sustainability y criterio and indicators framework for legacy mine. *Journal of Cleaner Production, Volumen 17*, 1426-1434. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652609001504>
- Zapata, F. (2020). *Kikuyo – Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov*. Universidad Nacional, sede Medellín. <https://doi.org/https://www.forestmaderero.com/articulos/item/kikuyo-pennisetum-clandestinum-hochst-ex-chiov.html>

ANEXO N°01: PANEL FOTOGRÁFICO





Figura 01. Determinación de los puntos de monitoreo



Figura 02. Utilización del cuadrante



Figura 03. Muestreo de suelo, cuatro muestras por punto de monitoreo.



Figura 04. Toma de muestras de suelos



Figura 05. Muestreo de las especies vegetales



Figura 06. Realización de método de transecto al paso



Figura 07. Recolección de las plantas para la herborización.



Figura 08. Muestras de suelo en el laboratorio.



Figura 09. Muestras de suelo listas para ser secadas en la estufa.



Figura 10. Trituración de las muestras después del secado.



Figura 11. Tamizado de las muestras secadas.

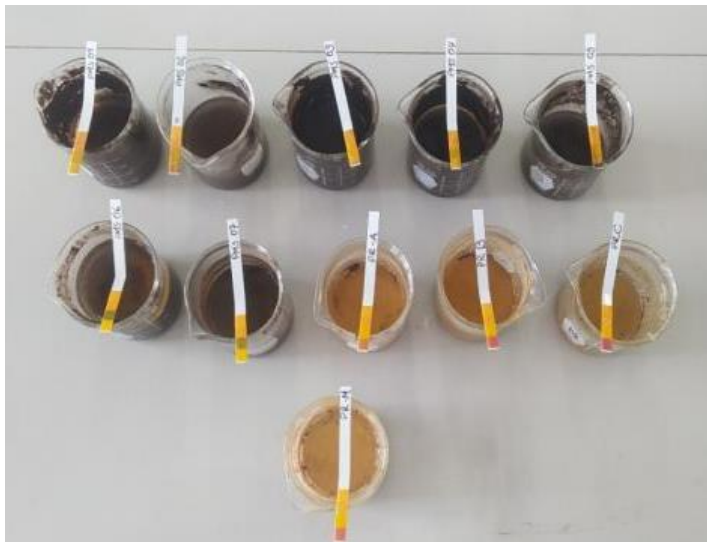


Figura 12. Medición de pH de las muestras obtenidas



Figura 13. Materiales utilizados para el tamizado de las muestras de suelo

Figura 14. Muestras una vez tamizadas. A lado izquierdo podemos encontrar la muestra tamizada en malla 200, en la parte central el mantillo orgánico retenido en la malla 50 y a la derecha la raíz retenida en la malla 30



Figura 15. Secado de las muestras de cobertura vegetal por 24 horas



Figura 16. Pesado de las muestras de cobertura vegetal hasta conseguir un peso constante



Figura 17. En la imagen izquierda se encuentran las tres muestras obtenidas por cada punto, para posteriormente obtener una muestra conjunta (imagen de la derecha)



Figura 18. Pesado de las muestras de cobertura vegetal para su posterior análisis



Figura 19. Muestras de suelo para el análisis de metales pesados.

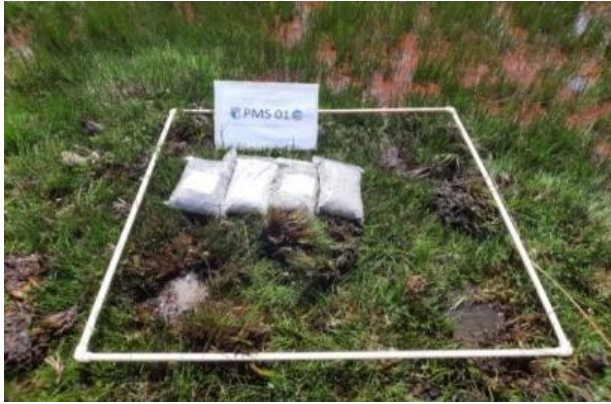


Figura 20. Los puntos PMS-01 y PMS-02 se encuentran dentro del humedal alto andino permanente temporalmente inundado (HAAP, ti)



Figura 21. Los puntos PMS-03 y PMS-05 se encuentran dentro del ecosistema humedal alto andino permanente temporalmente inundado (HAAP, ti)



Figura 22. El punto PMS-04 se encuentra dentro del ecosistema humedal alto andino permanente temporalmente inundado (HAAP, ti)



Figura 23. Los puntos PMS-06 y PMS-07 se encuentran dentro del ecosistema denominado humedal alto andino perenne, permanentemente inundado (HAAP, pi)



Figura 24. Pequeño cuerpo de agua que se extiende a lo largo del transecto N° 01.



Figura 25. *Taraxacum officinale*, crecimiento dado en la zona de estudio





Figura 26. Tamaño de las raíces

ANEXO N°02: REGISTROS DEL TRANSECTO AL PASO



Registro del transecto al paso, primeros 100 m en el transecto N° 01



		UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE			
PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021					
TRANSECTO: 1				CÓDIGO: 100	
lo	N	E:		FECHA: 05/09/22	
Fo	N: 0233519	E:0233519		HORA: 09:00 am	

1 Suelo	2 Suelo	3 Piedra	4 Piedra	5 Piedra	6 Piedra	7 Suelo	8 <i>Pennisetum clandestinum</i>	9 Suelo	10 <i>Pennisetum clandestinum</i>
11 Suelo	12 <i>Pennisetum clandestinum</i>	13 Suelo	14 <i>Pennisetum clandestinum</i>	15 <i>Distichia muscoides</i>	16 <i>Distichia muscoides</i>	17 <i>Juncus bufonius</i>	18 <i>Juncus ebracteatus</i>	19 <i>Juncus ebracteatus</i>	20 <i>Juncus ebracteatus</i>
21 <i>Juncus sp.</i>	22 <i>Distichia muscoides</i>	23 <i>Distichia muscoides</i>	24 <i>Distichia muscoides</i>	25 <i>Distichia muscoides</i>	26 <i>Distichia muscoides</i>	27 <i>Pennisetum clandestinum</i>	28 <i>Distichia muscoides</i>	29 <i>Distichia muscoides</i>	30 Suelo
31 <i>Distichia muscoides</i>	32 <i>Distichia muscoides</i>	33 <i>Distichia muscoides</i>	34 <i>Juncus ebracteatus</i>	35 <i>Pennisetum clandestinum</i>	36 <i>Juncus ebracteatus</i>	37 <i>Juncus ebracteatus</i>	38 <i>Juncus ebracteatus</i>	39 <i>Juncus ebracteatus</i>	40 <i>Sequia</i>
41 <i>Distichia muscoides</i>	42 <i>Distichia muscoides</i>	43 <i>Distichia muscoides</i>	44 <i>Distichia muscoides</i>	45 <i>Estiercol</i>	46 Suelo	47 <i>Distichia muscoides</i>	48 <i>Distichia muscoides</i>	49 <i>Distichia muscoides</i>	50 Suelo
51 <i>Distichia muscoides</i>	52 <i>Distichia muscoides</i>	53 <i>Distichia muscoides</i>	54 <i>Nassella inconspicua</i>	55 <i>Juncus bufonius</i>	56 <i>Juncus bufonius</i>	57 <i>Juncus bufonius</i>	58 <i>Juncus bufonius</i>	59 <i>Juncus bufonius</i>	60 <i>Juncus bufonius</i>
61 <i>Nassella inconspicua</i>	62 <i>Juncus bufonius</i>	63 <i>Nassella inconspicua</i>	64 <i>Daucus montanus</i>	65 <i>Juncus bufonius</i>	66 <i>Nassella inconspicua</i>	67 <i>Juncus bufonius</i>	68 <i>Juncus bufonius</i>	69 <i>Juncus bufonius</i>	70 <i>Juncus bufonius</i>
71 <i>Juncus bufonius</i>	72 <i>Juncus bufonius</i>	73 <i>Juncus bufonius</i>	74 <i>Nassella inconspicua</i>	75 <i>Juncus bufonius</i>	76 <i>Nassella inconspicua</i>	77 <i>Distichia muscoides</i>	78 <i>Distichia muscoides</i>	79 <i>Distichia muscoides</i>	80 <i>Distichia muscoides</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Distichia muscoides</i>	83 <i>Distichia muscoides</i>	84 <i>Nassella inconspicua</i>	85 <i>Daucus montanus</i>	86 <i>Daucus montanus</i>	87 <i>Juncus bufonius</i>	88 <i>Distichia muscoides</i>	89 <i>Nassella inconspicua</i>	90 <i>Nassella inconspicua</i>
91 <i>Juncus bufonius</i>	92 <i>Juncus bufonius</i>	93 <i>Juncus bufonius</i>	94 <i>Juncus bufonius</i>	95 <i>Juncus bufonius</i>	96 <i>Nassella inconspicua</i>	97 <i>Polypogon semiverticillatus sp</i>	98 <i>Paspalum pilgerianum Chase</i>	99 <i>Trifolium repens</i>	100 <i>Juncus bufonius</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Regular	0-10
<i>Juncus ebracteatus</i>	Malo	10-20
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	20-30
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	30-40
<i>Distichia muscoides</i>	Malo	40-50
<i>Juncus bufonius</i>	Regular	50-60
<i>Juncus bufonius</i>	Regular	60-70
<i>Juncus bufonius</i>	Bueno	70-80
<i>Juncus bufonius</i>	Bueno	80-90
<i>Juncus bufonius</i>	Bueno	90-100



Registro del transecto al paso, primeros 200 m en el transecto N° 01

		UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		
		PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021		
TRANSECTO: 1		CÓDIGO: 200		
Io	N: 0233519	E:0233519	FECHA: 05/09/22	
Fo	N: 8917946	E:0233449	HORA: 09:40 am	

1 <i>Distichia muscoides</i>	2 <i>Distichia muscoides</i>	3 <i>Distichia muscoides</i>	4 <i>Distichia muscoides</i>	5 <i>Pennisetum clandestinum</i>	6 <i>Polypogon semiverticillatus</i> sp	7 <i>Juncus bufoniusu</i>	8 <i>Juncus ebracteatus</i>	9 <i>Juncus ebracteatus</i>	10 <i>Juncus ebracteatus</i>
11 <i>Juncus ebracteatus</i>	<i>Juncus bufonius</i>	13 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	14 <i>Juncus ebracteatus</i>	15 <i>Juncus ebracteatus</i>	16 <i>Nassella inconspicua</i>	17 <i>Juncus ebracteatus</i>	18 <i>Daucus montanus</i>	19 <i>Pantano</i>	20 <i>Pantano</i>
21 <i>Juncus ebracteatus</i>	22 <i>Juncus ebracteatus</i>	23 <i>Juncus ebracteatus</i>	24 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	25 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	26 <i>Juncus ebracteatus</i>	27 <i>Distichia muscoides</i>	28 <i>Daucus montanus</i>	29 <i>Distichia muscoides</i>	30 <i>Distichia muscoides</i>
31 <i>Nassella inconspicua</i>	32 <i>Nassella inconspicua</i>	33 <i>Distichia muscoides</i>	34 <i>Distichia muscoides</i>	35 <i>Distichia muscoides</i>	36 <i>Nassella inconspicua</i>	37 <i>Distichia muscoides</i>	38 <i>Distichia muscoides</i>	39 <i>Nassella inconspicua</i>	40 <i>Polypogon semiverticillatus</i>
41 <i>Trifolium repens</i>	42 <i>Distichia muscoides</i>	43 <i>Distichia muscoides</i>	44 <i>Daucus montanus pipi</i>	45 <i>Distichia muscoides</i>	46 <i>Juncus bufonius</i>	47 <i>Juncus bufonius</i>	48 <i>Juncus bufonius</i>	49 <i>Juncus bufonius</i>	50 <i>Juncus bufonius</i>
51 <i>Juncus bufonius</i>	52 <i>Distichia muscoides</i>	53 <i>Lachemilla orbiculata</i>	54 <i>Lachemilla orbiculata</i>	55 <i>Distichia muscoides</i>	56 <i>Distichia muscoides</i>	57 <i>Distichia muscoides</i>	58 <i>Juncus bufonius</i>	59 <i>Nassella inconspicua</i>	60 <i>Distichia muscoides</i>
61 <i>Juncus bufonius</i>	62 <i>Distichia muscoides</i>	63 <i>Distichia muscoides</i>	64 <i>Distichia muscoides</i>	65 <i>Daucus montanus</i>	66 <i>Daucus montanus</i>	67 <i>Distichia muscoides</i>	68 <i>Juncus bufonius</i>	69 <i>Juncus bufonius</i>	70 <i>Juncus bufonius</i>
71 <i>Juncus bufonius</i>	72 <i>Distichia muscoides</i>	73 <i>Distichia muscoides</i>	74 <i>Distichia muscoides</i>	75 <i>Nassella inconspicua</i>	76 <i>Trifolium repens</i>	77 <i>Distichia muscoides</i>	78 <i>Distichia muscoides</i>	79 <i>Trifolium repens</i>	80 <i>Distichia muscoides</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Distichia muscoides</i>	83 <i>Nassella inconspicua</i>	84 <i>Juncus bufonius</i>	85 <i>Distichia muscoides</i>	86 <i>Juncus bufonius</i>	87 <i>Distichia muscoides</i>	88 <i>Daucus montanus</i>	89 <i>Distichia muscoides</i>	90 <i>Nassella inconspicua</i>
91 <i>Nassella inconspicua</i>	92 <i>Daucus montanus</i>	93 <i>Nassella inconspicua</i>	94 <i>Distichia muscoides</i>	95 <i>Distichia muscoides</i>	96 <i>Distichia muscoides</i>	97 <i>Juncus bufonius</i>	98 <i>Juncus bufonius</i>	99 <i>Juncus bufonius</i>	100 <i>Juncus bufonius</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	0- 10
<i>Juncus ebracteatus</i>	Buena	10 – 20
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	20 - 30
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	30 -40
<i>Juncus bufonius</i>	Buena	40 – 50
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	50 -60
<i>Juncus bufonius</i>	Buena	60 – 70
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	70 – 80
<i>Distichia muscoides</i>	Buena	80 – 90
<i>Juncus bufonius</i>	Buena	90 - 100





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE



PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021



TRANSECTO: 1			CÓDIGO: 300
Io	N: 8917946	E:0233449	FECHA: 05/09/22
Fo	N:8918002	E:0233360	HORA: 10:12 am

1 <i>Distichia muscoides</i>	2 <i>Distichia muscoides</i>	3 <i>Juncus ebracteatus</i>	4 <i>Sequia</i>	5 <i>Aristida</i>	6 <i>Penisetum clandestinium</i>	7 <i>Penisetum clandestinium</i>	8 <i>Penisetum clandestinium</i>	9 <i>Penisetum clandestinium</i>	10 <i>Pennisetum clandestinum</i>
11 <i>Nassella inconspicua</i>	12 <i>Nassella inconspicua</i>	13 <i>Distichia muscoides</i>	14 <i>Distichia muscoides</i>	15 <i>Distichia muscoides</i>	16 <i>Distichia muscoides</i>	17 <i>Distichia muscoides</i>	18 <i>Distichia muscoides</i>	19 <i>Lachemilla orbiculata</i>	20 <i>Lachemilla orbiculata</i>
21 <i>Lachemilla orbiculata</i>	22 <i>Distichia muscoides</i>	23 <i>Distichia muscoides</i>	24 <i>Distichia muscoides</i>	25 <i>Lachemilla orbiculata</i>	26 <i>Lachemilla orbiculata</i>	27 <i>Lachemilla orbiculata</i>	28 <i>Distichia muscoides</i>	29 <i>Nassella inconspicua</i>	30 <i>Distichia muscoides</i>
31 <i>Distichia muscoides</i>	32 <i>Distichia muscoides</i>	33 <i>Distichia muscoides</i>	34 <i>Lachemilla orbiculata</i>	35 <i>Distichia muscoides</i>	36 <i>Distichia muscoides</i>	37 <i>Polypogon semiverticillatus sp</i>	38 <i>Distichia muscoides</i>	39 <i>Lachemilla orbiculata</i>	40 <i>Lachemilla orbiculata</i>
41 <i>Nassella inconspicua</i>	42 <i>Nassella inconspicua</i>	43 <i>Lachemilla orbiculata</i>	44 <i>Distichia muscoides</i>	45 <i>Lachemilla orbiculata</i>	46 <i>Distichia muscoides</i>	47 <i>Lachemilla orbiculata</i>	48 <i>Distichia muscoides</i>	49 <i>Nassella inconspicua</i>	50 <i>Distichia muscoides</i>
51 <i>Distichia muscoides</i>	52 <i>Distichia muscoides</i>	53 <i>Nassella inconspicua</i>	54 <i>Distichia muscoides</i>	55 <i>Distichia muscoides mo</i>	56 <i>Distichia muscoides mo</i>	57 <i>Nassella inconspicua</i>	58 <i>Distichia muscoides</i>	59 <i>Distichia muscoides</i>	60 <i>Nassella inconspicua</i>
61 <i>Distichia muscoides</i>	62 <i>Distichia muscoides</i>	63 <i>Distichia muscoides</i>	64 <i>Penisetum clandestinium</i>	65 <i>Penisetum clandestinium</i>	66 <i>Pennisetum clandestinum</i>	67 <i>Distichia muscoides</i>	68 <i>Distichia muscoides</i>	69 <i>Distichia muscoides</i>	70 <i>Penisetum clandestinium</i>
71 <i>Penisetum clandestinum</i>	72 <i>Distichia muscoides</i>	73 <i>Distichia muscoides</i>	74 <i>Distichia muscoides</i>	75 <i>Distichia muscoides</i>	76 <i>Trifolium repens</i>	77 <i>Distichia muscoides</i>	78 <i>Distichia muscoides</i>	79 <i>Distichia muscoides</i>	80 <i>Lachemilla orbiculata</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Distichia muscoides</i>	83 <i>Distichia muscoides</i>	84 <i>Distichia muscoides</i>	85 <i>Distichia muscoides</i>	86 <i>Distichia muscoides</i>	87 <i>Distichia muscoides</i>	88 <i>Distichia muscoides</i>	89 <i>Distichia muscoides</i>	90 <i>Distichia muscoides</i>
91 <i>Distichia muscoides</i>	92 <i>Distichia muscoides</i>	93 <i>Distichia muscoides</i>	94 <i>Distichia muscoides</i>	95 <i>Lachemilla orbiculata</i>	96 <i>Lachemilla orbiculata</i>	97 <i>Distichia muscoides</i>	98 <i>Distichia muscoides</i>	99 <i>Lachemilla orbiculata</i>	100 <i>Distichia muscoides</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Malo	0 - 10
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	10 - 20
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	20 - 30
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	30 - 40
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	40 - 50
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	50 - 60
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Reg-Malo (- a +)	60 - 70
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	70 - 80
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	80 - 90
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	90 - 100



Registro del transecto al paso, primeros 400 m en el transecto N° 01

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		
PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021		
TRANSECTO: 1		CÓDIGO: 400
lo	N:8918002 E:0233360	FECHA: 05/09/22
Fo	N: 8918063 E:0233258	HORA: 10:32 am

1 <i>Distichia muscoides</i>	2 <i>Distichia muscoides</i>	3 <i>Distichia muscoides</i>	4 <i>Distichia muscoides</i>	5 <i>Lachemilla orbiculata</i>	6 <i>Nassella inconspicua</i>	7 <i>Nassella inconspicua</i>	8 <i>Nassella inconspicua</i>	9 <i>Nassella inconspicua</i>	10 <i>Nassella inconspicua</i>
11 <i>Nassella inconspicua</i>	12 <i>Nassella inconspicua</i>	13 <i>Nassella inconspicua</i>	14 <i>Nassella inconspicua</i>	15 <i>Pennisetum clandestinum</i>	16 <i>Distichia muscoides</i>	17 <i>Distichia muscoides</i>	18 <i>Pennisetum clandestinum</i>	19 <i>Pennisetum clandestinum</i>	20 <i>Pennisetum clandestinum</i>
21 <i>Pennisetum clandestinum</i>	22 <i>Pennisetum clandestinum</i>	23 <i>Pennisetum clandestinum</i>	24 <i>Pennisetum clandestinum</i>	25 <i>Pennisetum clandestinum</i>	26 <i>Pennisetum clandestinum</i>	27 <i>Pennisetum clandestinum</i>	28 <i>Pennisetum clandestinum</i>	29 <i>Pennisetum clandestinum</i>	30 <i>Pennisetum clandestinum</i>
31 <i>Pennisetum clandestinum</i>	32 <i>Pennisetum clandestinum</i>	33 <i>Pennisetum clandestinum</i>	34 <i>Pennisetum clandestinum</i>	35 <i>Pennisetum clandestinum</i>	36 <i>Pennisetum clandestinum</i>	37 <i>Pennisetum clandestinum</i>	38 <i>Pennisetum clandestinum</i>	39 <i>Pennisetum clandestinum</i>	40 <i>Pennisetum clandestinum</i>
41 <i>Pennisetum clandestinum</i>	42 <i>Pennisetum clandestinum</i>	43 <i>Pennisetum clandestinum</i>	44 <i>Pennisetum clandestinum</i>	45 <i>Pennisetum clandestinum</i>	46 <i>Pennisetum clandestinum</i>	47 <i>Pennisetum clandestinum</i>	48 <i>Pennisetum clandestinum</i>	49 <i>Pennisetum clandestinum</i>	50 <i>Pennisetum clandestinum</i>
51 <i>Nassella inconspicua</i>	52 <i>Pennisetum clandestinum</i>	53 <i>Pennisetum clandestinum</i>	54 <i>Nassella inconspicua</i>	55 <i>Pennisetum clandestinum</i>	56 <i>Pennisetum clandestinum</i>	57 <i>Nassella inconspicua</i>	58 <i>Pennisetum clandestinum</i>	59 <i>Trifolium repens</i>	60 <i>Nassella inconspicua</i>
61 <i>Pennisetum clandestinum</i>	62 <i>Juncus ebracteatus</i>	63 <i>Juncus ebracteatus</i>	64 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	65 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	66 <i>Juncus ebracteatus</i>	67 <i>Juncus ebracteatus</i>	68 <i>Juncus ebracteatus</i>	69 <i>Juncus ebracteatus</i>	70 <i>Juncus ebracteatus</i>
71 <i>Trifolium repens</i>	72 <i>Lachemilla orbiculata</i>	73 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	74 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	75 <i>Juncus ebracteatus im</i>	76 <i>Trifolium repens</i>	77 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	78 <i>Juncus ebracteatus im</i>	79 <i>Juncus bufonius</i>	80 <i>Juncus bufonius</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Lachemilla orbiculata</i>	83 <i>Distichia muscoides</i>	84 <i>Distichia muscoides</i>	85 <i>Lachemilla orbiculata</i>	86 <i>Lachemilla orbiculata</i>	87 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	88 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	89 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	90 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>
91 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	92 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	93 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	94 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	95 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	96 <i>Lachemilla orbiculata</i>	97 <i>Juncus bufonius</i>	98 <i>Juncus bufonius</i>	99 <i>Juncus bufonius</i>	100 <i>Trifolium repens</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Nassella inconspicua</i>	Malo seco	0 - 10
<i>Nassella inconspicua</i>	Malo seco	10 - 20
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Seco	20 - 30
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Seco	30 - 40
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Seco	40 - 50
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Seco	50 - 60
<i>Juncus ebracteatus</i>	Regular	60 - 70
<i>Juncus ebracteatus</i>	Regular	70 - 80
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	80 - 90
<i>Paspalum pilgerianum chase</i>	Bueno	90 - 100





UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021





TRANSECTO: 2			CÓDIGO: 100
lo	N	E:	FECHA: 05/09/22
Fo	N:8917930	E:0233632	HORA: 10:51 am

1 <i>Juncus ebracteatus</i>	2 <i>Juncus ebracteatus</i>	3 <i>Pennisetum clandestinum</i>	4 <i>Pennisetum clandestinum</i>	5 <i>Pennisetum clandestinum</i>	6 suelo	7 Suelo	8 Suelo	9 <i>Distichia muscoides mo</i>	10 <i>Distichia muscoides</i>
11 <i>Juncus bufonius</i>	12 Suelo	13 <i>Distichia muscoides</i>	14 <i>Juncus bufonius</i>	15 <i>Nassella inconspicua</i>	16 <i>Distichia muscoides</i>	17 <i>Nassella inconspicua</i>	18 <i>Juncus bufonius</i>	19 Oconal	20 <i>Distichia muscoides</i>
21 <i>Distichia muscoides</i>	22 <i>Distichia muscoides</i>	23 <i>Distichia muscoides</i>	24 <i>Distichia muscoides</i>	25 <i>Distichia muscoides</i>	26 <i>Distichia muscoides</i>	27 <i>Distichia muscoides</i>	28 Oconal	29 Oconal	30 Oconal
31 <i>Juncus bufonius</i>	32 <i>Juncus bufonius</i>	33 <i>Juncus bufonius</i>	34 <i>Juncus bufonius</i>	35 <i>Juncus bufonius</i>	36 <i>Juncus bufonius</i>	37 <i>Juncus bufonius</i>	38 <i>Juncus bufonius</i>	39 <i>Nassella inconspicua</i>	40 <i>Nassella inconspicua</i>
41 <i>Juncus bufonius</i>	42 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	43 <i>Nassella inconspicua</i>	44 <i>Nassella inconspicua</i>	45 <i>Nassella inconspicua</i>	46 <i>Trifolium repens</i>	47 <i>Juncus bufonius</i>	48 <i>Trifolium repens</i>	49 <i>Nassella inconspicua</i>	50 <i>Juncus bufonius</i>
51 <i>Juncus bufonius</i>	52 <i>Juncus bufonius</i>	53 <i>Distichia muscoides</i>	54 <i>Juncus bufonius</i>	55 <i>Juncus bufonius</i>	56 <i>Nassella inconspicua</i>	57 <i>Juncus bufonius</i>	58 <i>Juncus bufonius</i>	59 <i>Nassella inconspicua hle</i>	60 <i>Juncus bufonius</i>
61 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	62 <i>Juncus bufonius</i>	63 <i>Distichia muscoides</i>	64 <i>Distichia muscoides</i>	65 <i>Nassella inconspicua hle</i>	66 <i>Distichia muscoides</i>	67 <i>Lachemilla orbiculata</i>	68 <i>Lachemilla orbiculata</i>	69 sequia	70 <i>Juncus bufonius</i>
71 <i>Paspalum pilgerianum chase</i>	72 <i>Nassella inconspicua</i>	73 <i>Nassella inconspicua</i>	74 <i>Distichia muscoides</i>	75 <i>Distichia muscoides</i>	76 <i>Distichia muscoides</i>	77 <i>Lachemilla orbiculata</i>	78 <i>Polypogon semiverticillatus</i>	79 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	80 <i>Hydrocotyle pusilla</i>
81 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	82 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	83 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	84 <i>Hydrocotyle pusilla</i>	85 <i>Distichia muscoides</i>	86 <i>Distichia muscoides</i>	87 <i>Distichia muscoides</i>	88 <i>Distichia muscoides</i>	89 <i>Distichia muscoides</i>	90 <i>Distichia muscoides</i>
91 <i>Distichia muscoides</i>	92 <i>Distichia muscoides</i>	93 <i>Lachemilla orbiculata</i>	94 <i>Juncus ebracteatus</i>	95 <i>Juncus ebracteatus</i>	96 <i>Juncus ebracteatus</i>	97 <i>Juncus ebracteatus</i>	98 <i>Juncus ebracteatus</i>	99 <i>Juncus ebracteatus</i>	100 <i>Juncus ebracteatus</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Regular	0 - 10
<i>Distichia muscoides</i>	Mala	10 - 20
<i>Distichia muscoides</i>	Seco	20 - 30
<i>Juncus bufonius</i>	Regular	30 - 40
<i>Juncus bufonius</i>	Regular	40 - 50
<i>Juncus bufonius</i>	Regular	50 - 60
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	60 - 70
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	70 - 80
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	80 - 90
<i>Juncus ebracteatus</i>	Bueno	90 - 100



Registro del transecto al paso, primeros 200 m en el transecto N° 02

		UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE			
		PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021			
TRANSECTO: 2			CÓDIGO: 200		
Io	N:8917930	E:0233632	FECHA:05/09/22		
Fo	N:8918017	E:0233683	HORA: 11:15 am		

1 <i>Juncus ebracteatus</i>	2 <i>Juncus ebracteatus</i>	3 <i>Juncus ebracteatus</i>	4 <i>Juncus ebracteatus</i>	5 <i>Juncus ebracteatus</i>	6 <i>Rhynchospora aristata</i>	7 <i>Juncus ebracteatus</i>	8 <i>Distichia muscoides</i>	9 <i>Distichia muscoides</i>	10 <i>Distichia muscoides</i>
11 <i>Juncus ebracteatus</i>	12 <i>Juncus ebracteatus</i>	13 <i>Juncus ebracteatus</i>	14 <i>Juncus ebracteatus</i>	15 <i>Juncus ebracteatus</i>	16 <i>Juncus ebracteatus</i>	17 <i>Juncus ebracteatus</i>	18 <i>Lachemilla orbiculata</i>	19 <i>Distichia muscoides</i>	20 <i>Nassella inconspicua</i>
21 <i>Distichia muscoides</i>	22 <i>Distichia muscoides</i>	23 <i>Distichia muscoides</i>	24 <i>Distichia muscoides</i>	25 <i>Nassella inconspicua</i>	26 <i>Nassella inconspicua</i>	27 <i>Distichia muscoides</i>	28 <i>Nassella inconspicua</i>	29 <i>Distichia muscoides</i>	30 <i>Distichia muscoides</i>
31 <i>Distichia muscoides</i>	32 <i>Distichia muscoides</i>	33 <i>Nassella inconspicua</i>	34 <i>Polypogon semiverticillatus</i>	35 <i>Distichia muscoides</i>	36 <i>Distichia muscoides</i>	37 <i>Distichia muscoides</i>	38 <i>Distichia muscoides</i>	39 <i>Distichia muscoides</i>	40 <i>Distichia muscoides</i>
41 <i>Juncus ebracteatus</i>	42 <i>Nassella inconspicua</i>	43 <i>Distichia muscoides</i>	44 <i>Distichia muscoides</i>	45 <i>Distichia muscoides</i>	46 <i>Distichia muscoides</i>	47 <i>Nassella inconspicua</i>	48 <i>Distichia muscoides</i>	49 <i>Distichia muscoides</i>	50 <i>Distichia muscoides</i>
51 <i>Distichia muscoides</i>	52 <i>Distichia muscoides</i>	53 <i>Distichia muscoides</i>	54 <i>Distichia muscoides</i>	55 <i>Distichia muscoides</i>	56 <i>Nassella inconspicua</i>	57 <i>Nassella inconspicua</i>	58 <i>Juncus ebracteatus</i>	59 <i>Juncus ebracteatus</i>	60 <i>Trifolium repens</i>
61 <i>Pennisetum clandestinum</i>	62 <i>Pennisetum clandestinum</i>	63 <i>Pennisetum clandestinum</i>	64 <i>Oconal</i>	65 <i>Pennisetum clandestinum</i>	66 <i>Distichia muscoides</i>	67 <i>Distichia muscoides</i>	68 <i>Distichia muscoides</i>	69 <i>Distichia muscoides</i>	70 <i>paspalum pilgerianum chase</i>
71 <i>Juncus bufonius</i>	72 <i>Juncus bufonius</i>	73 <i>Juncus bufonius</i>	74 <i>Distichia muscoides</i>	75 <i>Nassella inconspicua</i>	76 <i>Trifolium repens</i>	77 <i>Lachemilla orbiculata</i>	78 <i>Distichia muscoides</i>	79 <i>Distichia muscoides</i>	80 <i>Distichia muscoides</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Juncus ebracteatus</i>	83 <i>Juncus ebracteatus</i>	84 <i>Juncus ebracteatus</i>	85 <i>Juncus ebracteatus</i>	86 <i>Trifolium repens</i>	87 <i>Distichia muscoides</i>	88 <i>Distichia muscoides</i>	89 <i>Trifolium repens</i>	90 <i>Trifolium repens</i>
91 <i>Distichia muscoides</i>	92 <i>Distichia muscoides</i>	93 <i>Trifolium repens</i>	94 <i>Distichia muscoides</i>	95 <i>Trifolium repens</i>	96 <i>Distichia muscoides</i>	97 <i>Distichia muscoides</i>	98 <i>paspalum pilgerianum chase</i>	99 <i>Distichia muscoides</i>	100 <i>Rhynchospora aristata</i>

ESPECIE	VIGOR	METROS
<i>Juncus bufonius</i>	Bueno	0 - 10
<i>Juncus bufonius</i>	Bueno	10 - 20
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	20 - 30
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	30 - 40
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	40 - 50
<i>Distichia muscoides</i>	Buenp	50 - 60
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Regular	60 - 70
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	70 - 80
<i>Juncus ebracteatus</i>	Bueno	80 - 90
<i>Distichia muscoides</i>	Bueno	90 - 100



Registro del transecto al paso, primeros 300 m en el transecto N° 02

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

PROYECTO: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Al, Mn, As y Pb) EN EL PRODUCTO LÁCTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL DE MESAPATA, DISTRITO DE CÁTAC, REGIÓN ANCASH 2021



TRANSECTO: 2			CÓDIGO: 300
Io	N:8918017	E:0233683	FECHA:05/09/22
Fo	N:8918066	E:0233756	HORA: 11:33 am

1 <i>Distichia muscoides</i>	2 <i>Distichia muscoides</i>	3 <i>Distichia muscoides</i>	4 <i>Distichia muscoides</i>	5 <i>Distichia muscoides</i>	6 <i>Distichia muscoides</i>	7 <i>Distichia muscoides</i>	8 <i>Distichia muscoides</i>	9 <i>Distichia muscoides</i>	10 <i>Distichia muscoides</i>
11 <i>Distichia muscoides</i>	12 <i>Distichia muscoides</i>	13 <i>Distichia muscoides</i>	14 <i>Juncus ebracteatus</i>	15 <i>Juncus ebracteatus</i>	16 <i>Distichia muscoides</i>	17 <i>Juncus ebracteatus</i>	18 <i>paspalum pilgerianum chase</i>	19 <i>paspalum pilgerianum chase</i>	20 <i>Daucus montanus</i>
21 <i>Juncus ebracteatus</i>	22 <i>Distichia muscoides</i>	23 <i>Distichia muscoides</i>	24 <i>Trifolium repens</i>	25 <i>Distichia muscoides</i>	26 <i>Distichia muscoides</i>	27 <i>Juncus ebracteatus</i>	28 <i>Juncus ebracteatus</i>	29 <i>Juncus ebracteatus</i>	30 <i>Juncus ebracteatus</i>
31 <i>Juncus ebracteatus</i>	32 <i>Juncus ebracteatus</i>	33 <i>Juncus ebracteatus</i>	34 <i>Juncus ebracteatus</i>	35 <i>Juncus ebracteatus</i>	36 <i>Juncus ebracteatus</i>	37 <i>Juncus ebracteatus</i>	38 <i>Juncus ebracteatus</i>	39 <i>Juncus ebracteatus</i>	40 <i>Juncus ebracteatus</i>
41 <i>Juncus ebracteatus</i>	42 <i>Juncus ebracteatus</i>	43 <i>Juncus ebracteatus</i>	44 <i>Trifolium repens</i>	45 <i>Juncus ebracteatus</i>	46 <i>Juncus ebracteatus</i>	47 <i>Pennisetum clandestinum</i>	48 <i>Juncus ebracteatus</i>	49 <i>Juncus ebracteatus</i>	50 <i>Trifolium repens</i>
51 <i>Juncus ebracteatus</i>	52 <i>Juncus ebracteatus</i>	53 <i>Juncus ebracteatus</i>	54 <i>Trifolium repens</i>	55 <i>Juncus ebracteatus</i>	56 <i>Daucus montanus</i>	57 <i>Daucus montanus</i>	58 <i>Juncus ebracteatus</i>	59 <i>Juncus ebracteatus</i>	60 <i>Juncus ebracteatus</i>
61 <i>Daucus montanus</i>	62 <i>Daucus montanus</i>	63 <i>Distichia muscoides</i>	64 <i>Distichia muscoides</i>	65 <i>Distichia muscoides</i>	66 <i>Distichia muscoides</i>	67 <i>Daucus montanus</i>	68 <i>Distichia muscoides</i>	69 <i>Juncus ebracteatus</i>	70 <i>Rhynchospora aristata</i>
71 <i>Rhynchospora aristata</i>	72 <i>Rhynchospora aristata</i>	73 <i>Rhynchospora aristata</i>	74 <i>Distichia muscoides</i>	75 <i>Distichia muscoides</i>	76 <i>Distichia muscoides</i>	77 <i>Rhynchospora aristata</i>	78 <i>Distichia muscoides</i>	79 <i>Distichia muscoides</i>	80 <i>Distichia muscoides</i>
81 <i>Distichia muscoides</i>	82 <i>Distichia muscoides</i>	83 <i>Distichia muscoides</i>	84 <i>Nassella inconspicua</i>	85 <i>Daucus montanus</i>	86 <i>Daucus montanus</i>	87 <i>Juncus ebracteatus</i>	88 <i>Daucus montanus</i>	89 <i>Distichia muscoides</i>	90 <i>Distichia muscoides</i>
91 <i>Distichia muscoides</i>	92 <i>Lachemilla orbiculata</i>	93 <i>Plantago lanceolata</i>	94 <i>Distichia muscoides</i>	95 <i>Distichia muscoides</i>	96 <i>Distichia muscoides</i>	97 <i>Distichia muscoides</i>	98 <i>Plantago lanceolata</i>	99 <i>Lachemilla orbiculata</i>	100 <i>Distichia muscoides</i>

ESPECIE	VIGOR	VIGOR
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	0 - 10
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	10 - 20
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	20 - 30
<i>Juncus ebracteatus</i>	Humedal seco	30 -40
<i>Juncus ebracteatus</i>	Humedal seco	40 - 50
<i>Juncus ebracteatus</i>	Humedal seco	50 -60
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	60 - 70
<i>Rhynchospora aristata</i>	Regular	70 - 80
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	80 - 90
<i>Distichia muscoides</i>	Regular	90 - 100



**ANEXO N°03: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO
DE METALES TOTALES DE Al, As, Mn Y Pb**



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMS- PR, de metales totales Al, As, Mn y Pb



INFORME DE ENSAYO N° MA22100064

Cod. Cliente	PMS-PR1	PMS-PR2	PMS-PR3
Cod. Lab.	MA22100064.01	MA22100064.02	MA22100064.03
Tipo de Producto	Suelo; relave	Suelo; relave	Suelo; relave
Fecha de Muestreo	10/08/2022	10/08/2022	10/08/2022
Hora de Muestreo	10:05	10:12	10:17
Cadena de Custodia	5722	5722	5722

Parámetros	Unidad	L.D.	L.C.	Resultados		
Metales ICP - MS						
Aluminio	mg/Kg (PS)	0,0629	0,157	3 715	3 702	2 660
Antimonio	mg/Kg (PS)	0,021	0,053	174,0	167,2	156,2
Arsénico	mg/Kg (PS)	0,025	0,063	75 855	73 889	69 163
Bario	mg/Kg (PS)	0,025	0,063	51,06	50,50	45,78
Berilio	mg/Kg (PS)	0,027	0,068	0,2692	0,1754	0,1487
Cadmio	mg/Kg (PS)	0,021	0,053	14,27	14,08	13,28
Cobalto	mg/Kg (PS)	0,023	0,058	14,09	12,53	12,24
Cobre	mg/Kg (PS)	0,023	0,058	249,4	243,2	237,6
Cromo	mg/Kg (PS)	0,019	0,048	21,60	20,93	19,83
Hierro	mg/Kg (PS)	10	25	142 579	141 321	134 802
Manganeso	mg/Kg (PS)	0,032	0,080	1 043	1 045	1 010
Mercurio	mg/Kg (PS)	0,0022	0,006	<0,0022	<0,0022	<0,0022
Molibdeno	mg/Kg (PS)	0,023	0,058	6,045	5,187	4,908
Niquel	mg/Kg (PS)	0,017	0,043	4,549	3,075	2,252
Plata	mg/Kg (PS)	0,0095	0,024	29,41	27,86	24,67
Plomo	mg/Kg (PS)	0,02	0,050	4 814	4 603	4 247
Selenio	mg/Kg (PS)	0,04	0,100	<0,04	<0,04	<0,04
Talio	mg/Kg (PS)	0,039	0,098	1,535	2,909	0,3436
Thorio	mg/Kg (PS)	0,036	0,090	<0,036	<0,036	<0,036
Uranio	mg/Kg (PS)	0,02	0,050	<0,02	<0,02	<0,02
Vanadio	mg/Kg (PS)	0,038	0,095	21,10	19,80	17,33
Zinc	mg/Kg (PS)	0,058	0,145	2 310	2 250	2 243

Leyenda: L.D = Limite de detección PS= Peso Seco

Lurin, 28 de Octubre del 2022

Gloria Uturunco Mamani
Supervisor de Lab Químico
XERTEK LIFE S.A.C.

USO DEL INFORME

- 1.- El presente informe sólo es válido para el lote de muestras de la referencia.
- 2.- El lote de muestras que incluye el presente informe y/o muestras dimerentes serán descartadas a los 30 días calendario de la fecha de emisión del presente documento, salvo que su perecibilidad exija un periodo menor, en este caso el periodo de custodia estará definido por los requisitos del método empleado. El cliente o parte licitante podrá solicitar la devolución del remanente de estas muestras antes del vencimiento aquí indicado.
- 3.- El presente informe de ensayo un documento oficial del interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y es regulada de acuerdo a las leyes vigentes tanto en Materia Civil como penal. Está prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, salvo autorización escrita de Xertek Life S.A.C. Laboratorio: Av. Los Eucaliptos, Sector Santa Genoveva, Parcela 5 Lurin
Central: +51 1 611 1891
E-mail: contacto@xerteklife.com



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMS01, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220001

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021

Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
Atención : Fiorella A. Herberos Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
Matriz : Suelos
Procedencia : A 100 metros del relave de Mesapata - Trans 01
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210001

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS01A	S-PMS01B	S-PMS01C
					Fecha de muestra ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestra ¹	10:03	10:04	10:05
					Código del Laboratorio	CS220001	CS220002	CS220003
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	35358.57	34982.51	33966.03	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTc	2.00	3706.18	3819.09	3667.33	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaloxina	2.5	5378.5	4397.8	3296.7	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	1643.430	1349.330	1653.350	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS02, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220002

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021

Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
Atención : Florella A. Herreros Tones

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
Matriz : Suelos
Procedencia : A 200 metros del relave de Mesapata - Trans 01
Ref./Condición : Cadena de Custodias CC210001

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS02A	S-PMS02B	S-PMS02C
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ²	10:43	10:45	10:48
					Código del Laboratorio	CS220004	CS220005	CS220006
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	32901.30	33966.03	32000.00	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	3311.07	3417.58	3471.00	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5	2343.0	2447.6	2500.0	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	847.460	1898.100	2000.000	

¹Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huancayo, 24 de Marzo de 2022



MSc. Quím. Mario Leyva Colías
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS03, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220003

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella A. Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
 Matriz : Suelos
 Procedencia : A 300 metros del relave de Mesapata - Trans 01
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210002

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS03A	S-PMS03B	S-PMS03C
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ²	11:12	11:14	11:17
					Código del Laboratorio	CS220007	CS220008	CS220009
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	32435.30	33416.46	32852.17	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	3763.47	3711.72	3604.78	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaloxina	2.5	2295.4	2094.8	2289.7	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	1347.310	748.130	846.190	

¹Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

Fin del Informe de Ensayo



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS04, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220004

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021

Dirección : Jr. Francisco Aroz 203
Atención : Fiorella A. Hereros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
Matriz : Suelos
Procedencia : A 400 metros del relave de Mesapata - Trans 01
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210002

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS04A	S-PMS04B	S-PMS04C
					Fecha de muestreo	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ¹	11:48	11:52	11:56
					Código del Laboratorio	CS220010	CS220011	CS220012
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	32000.00	33416.46	30969.03	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	3421.00	3562.09	3467.53	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5	2350.0	1845.4	1848.2	
MS24	Piomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	1150.000	997.510	1048.950	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"


MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS05, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220005

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella A. Herreros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
 Matriz : Suelos
 Procedencia : A 100 metros del relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210003

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS05A	S-PMS05B	S-PMS05C
					Fecha de muestreo ¹	16/09/2021	16/09/2021	16/09/2021
					Hora muestreo ¹	12:15	12:18	12:19
					Código del Laboratorio	CS220013	CS220014	CS220015
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	31968.03	34930.14	28471.53	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	3067.93	3214.57	3467.53	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5	1748.3	1746.5	1598.4	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	1048.950	1097.800	999.000	

¹Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edición-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

Fin del Informe de Ensayo



MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS06, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220006

CLIENTE	Razón Social	: FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
	Dirección	: Jr. Francisco Araoz 203
	Atención	: Fiorella A. Herreros Torres
MUESTRA	Producto declarado	: Muestra de Suelo
	Matriz	: Suelos
	Procedencia	: A 200 metros del relave de Mesapata - Trans 02
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC210003
MUESTREO	Responsable	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	: 04/Marzo/2022
	Fecha de análisis	: 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
	Cotización N°	: CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS06A	S-PMS06B	S-PMS06C
					Fecha de muestreo	16/09/2021	16/09/2021	16/09/2021
					Hora muestreo ¹	09:22	09:25	09:27
					Código del Laboratorio	CS220016	CS220017	CS220018
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	27972.03	33416.46	31421.45	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	3117.88	3063.34	3013.47	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaloxina	2.5	1898.1	1745.6	1845.4	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	949.050	1795.510	897.760	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"


MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de suelo PMS07, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO CS220007

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella A. Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de Suelo
 Matriz : Suelos
 Procedencia : A 100 metros del relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210004

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 04/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 04 de Marzo - 24 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220009

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	S-PMS07A	S-PMS07B	S-PMS07C
					Fecha de muestreo ¹	16/09/2021	16/09/2021	16/09/2021
					Hora muestreo ¹	10:07	10:09	10:11
					Código del Laboratorio	CS220019	CS220020	CS220021
MS	METALES EN ALIMENTOS							
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00	48975.51	37462.54	27944.11	
MS03	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00	2969.52	3217.78	3014.97	
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5	1799.1	1848.2	1796.4	
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100	749.630	849.150	798.400	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Ed99n-2017

Huaraz, 24 de Marzo de 2022

"Fin del Informe de Ensayo"



Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de monitoreo de especie vegetal PMP01, de metales totales de Al, As, Mn v Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220004

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 100 metros de Relave de Mesapata - Trans 01
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220003

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	PMP01A	PMP01B	PMP01C
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ¹	09:46	09:47	09:45
					Código del Laboratorio	OT220004-A	OT220005	OT220006
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS							
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	899.100	983.300	799.200	
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	567.930	566.860	567.930	
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	1948.050	1769.910	2247.750	
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	1448.550	1573.250	1298.700	

¹Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP02, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220005

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 200 metros de Relave de Mesapata - Trans 01
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220003

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PMP02A	PMP02B
					05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					10:30	10:32	10:33
					OT220007	OT220008	OT220009
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS						
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	850.000	842.000	891.500
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	552.500	555.230	539.380
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	2950.000	3021.300	3219.420
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	2000.000	1832.590	2279.360

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgcie-lca-av@unasam.edu.pe



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP03, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220006

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrereros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 300 metros de Relave de Mesapata - Trans 01
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220004

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	PMP03A	PMP03B	PMP03C
					05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021	
					10:56	10:58	11:00	
					Código del Laboratorio	OT220010	OT220011	OT220012
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS							
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	896.400	846.200	796.400	
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	550.300	526.130	534.100	
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	2041.830	2190.140	2090.590	
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	846.610	1095.070	1144.850	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Telef. 043 640020 - Anaxos: 3602-3501
 E-mail: dgca-ica-av@unasam.edu.pe



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP04, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220007

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 400 metros de Relave de Mesapata - Trans 01
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220004

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PMP04A	PMP04B
					05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					11:34	11:36	11:37
					OT220013	OT220014	OT220015
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS						
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	545.100	648.700	749.600
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	507.930	519.460	504.250
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	1585.730	1347.310	1299.350
MPT24	Piomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	1189.300	948.100	899.550

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto BMP05 de metales pesados de Al, As, Mn y Pb



INFORME DE ENSAYO OT220008

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 100 metros de Relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220005

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	PMP05A	PMP05B	PMP05C
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ¹	12:58	12:59	12:56
					Código del Laboratorio	OT220016	OT220017	OT220018
MTP					METALES TOTALES EN PLANTAS			
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	600.000	499.000	448.400	
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	496.500	487.520	502.740	
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaloxina	0.010	2100.000	2495.010	2541.110	
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	650.000	449.100	597.910	

¹ Datos proporcionados por el cliente

"Fin del informe de Ensayo"

Huaraz, 21 de Marzo de 2022



M.Sc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP06, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220009

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herrerros Torres
MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 200 metros de Relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220005
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					Código del cliente	PMP06A	PMP06B
					05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					13:20	13:23	13:25
					OT220019	OT220020	OT220021
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS						
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	399.000	448.900	547.800
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	407.480	431.420	414.840
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	2144.640	2493.770	2340.640
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	897.760	997.510	747.010

¹ Datos proporcionados por el cliente

Fin del informe de Ensayo

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

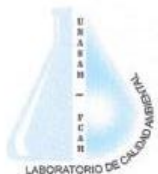


MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgclce-ica-av@unasam.edu.pe



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP07, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220010

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAZ, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herreros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 200 metros de Relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220006

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	PMP07A	PMP07B	PMP07C
					05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021	
					13:44	13:45	13:47	
					Código del Laboratorio	OT220022	OT220023	OT220024
MTP	METALES TOTALES EN PLANTAS							
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurof S	0.020	398.800	598.800	549.700	
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	423.230	423.650	416.290	
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	2193.420	1996.010	2048.980	
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	398.800	249.500	399.800	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto PMP PR, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO OT220011

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAK, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella Alejandra Herreros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de planta
 Matriz : Otros
 Procedencia : A 300 metros de Relave de Mesapata - Trans 02
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220006

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 01/Marzo/2022
 Fecha de análisis : 01 de Marzo - 21 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220073

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA			
					Código del cliente	PMP PRA	PMP PRB	PMP PRC
					Fecha de muestreo ¹	05/09/2021	05/09/2021	05/09/2021
					Hora muestreo ¹	10:08	10:10	10:11
					Código del Laboratorio	OT220025	OT220026	OT220027
MTP METALES TOTALES EN PLANTAS								
MPT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S	0.020	298.800	250.000	349.800	
MPT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405	0.010	390.940	400.500	384.310	
MPT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina	0.010	2091.630	2050.000	2098.950	
MPT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR	0.010	249.000	250.000	399.800	

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 21 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
 MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de muestreo de producto lácteo PML 1, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO AL220002

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021

Dirección : Jr. Francisco Araoz 203

Atención : Fiorella A. Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de leche

Matriz : Alimentos

Procedencia : Humedal de Mesapata - Catac

Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220002

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Febrero/2022

Fecha de análisis : 24 de Febrero - 16 de Marzo/2022

Cotización N° : CO220059

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PML.1
					Fecha de muestreo ¹	24/02/2022
					Hora muestreo ¹	06:30
					Código del Laboratorio	AL220002
MAL	METALES EN ALIMENTOS					
MAL01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00		0.75
MAL02	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTc	2.00		0.07
MAL06	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5		2.1
MAL08	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100		0.850

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 16 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
 MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de muestreo de producto lácteo PML 2, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO AL220003

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella A. Herrerros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de leche
 Matriz : Alimentos
 Procedencia : Humedal de Mesapata - Catac
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220002

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Febrero/2022
 Fecha de análisis : 24 de Febrero - 16 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220059

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PML2
					Fecha de muestreo ¹	24/02/2022
					Hora muestreo ²	08:33
					Código del Laboratorio	AL220003
MAL	METALES EN ALIMENTOS					
MAL01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00		0.70
MAL02	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00		0.06
MAL06	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaloxina	2.5		0.6
MAL08	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100		0.600

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 16 de Marzo de 2022

"Fin del informe de Ensayo"



MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



Resultados del análisis de laboratorio del punto de muestreo de producto lácteo PML 3, de metales totales de Al, As, Mn y Pb.



INFORME DE ENSAYO AL220004

CLIENTE Razón Social : FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (AL, MN, AS, PB) EN EL PRODUCTO LACTEO DEL GANADO VACUNO DEL HUMEDAL MESAPATA, DISTRITO DE CATAC, REGION ANCASH 2021
 Dirección : Jr. Francisco Araoz 203
 Atención : Fiorella A. Herreros Torres

MUESTRA Producto declarado : Muestra de leche
 Matriz : Alimentos
 Procedencia : Humedal de Mesapata - Catac
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220002

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 24/Febrero/2022
 Fecha de análisis : 24 de Febrero - 16 de Marzo/2022
 Cotización N° : CO220059

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PML_3
					Fecha de muestro ¹	24/02/2022
					Hora muestro ¹	06:35
					Código del Laboratorio	AL220004
MAL	METALES EN ALIMENTOS					
MAL01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S	4.00		0.75
MAL02	Arsénico total	mg/ Kg As	Plata - DDTC	2.00		0.07
MAL06	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina	2.5		0.4
MAL08	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR	0.100		0.500

¹ Datos proporcionados por el cliente

"Fin del informe de Ensayo"

Huaraz, 16 de Marzo de 2022



Mario Leyva Collas
MSc. Quim. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602-3501
 E-mail: dgcoie-lca-av@unasam.edu.pe



**ANEXO N°04: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN
(mg/Kg) DE METALES PESADOS (Al, As, Mn y Pb) EN LAS MUESTRAS DE SUELO
OBTENIDAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.**



Cuadro resumen de los resultados de la concentración (mg/Kg) de metales pesados (Al, As, Mn y Pb) en las muestras de suelo obtenidas del área de estudio.

	Puntos de muestreo	ALUMINIO TOTAL	ARSÉNICO TOTAL	MANGANESO TOTAL	PLOMO TOTAL
Suelo	S-PMS01A	35358.57	3706.18	5378.49	1643.43
	S-PMS01B	34982.51	3819.09	4397.8	1349.33
	S-PMS01C	33966.03	3667.33	3296.7	1653.35
	PMS01	34769.04	3730.87	4357.66	1548.70
	S-PMS02A	32901.30	3311.07	2342.97	847.46
	S-PMS02B	33966.03	3417.58	2447.55	1898.10
	S-PMS02C	32000.00	3471.00	2500.00	2000.00
	PMS02	32955.78	3399.88	2430.17	1581.85
	S-PMS03A	32435.30	3763.47	2295.40	1347.31
	S-PMS03B	33416.46	3711.72	2094.76	748.13
	S-PMS03C	32852.17	3604.78	2289.70	846.19
	PMS03	32901.31	3693.32	2226.62	980.54
	S-PMS04A	32000.00	3421.00	2350.00	1150.00
	S-PMS04B	33416.46	3562.09	1845.39	997.51
	S-PMS04C	30969.03	3467.53	1848.15	1048.95
	PMS04	32128.50	3483.54	2014.51	1065.49
	S-PMS05A	31968.03	3067.93	1748.25	1048.95
	S-PMS05B	34930.14	3214.57	1746.51	1097.80
	S-PMS05C	28471.53	3467.53	1598.40	999.00
	PMS05	31789.90	3250.01	1697.72	1048.58
	S-PMS06A	27972.03	3117.88	1898.10	949.05
	S-PMS06B	33416.46	3063.34	1745.64	1795.51
	S-PMS06C	31421.45	3013.47	1845.39	897.76
	PMS06	30936.65	3064.90	1829.71	1214.11
	S-PMS07A	48975.51	2969.52	1799.10	749.63
	S-PMS07B	37462.54	3217.78	1848.15	849.15
	S-PMS07C	27944.11	3014.97	1796.41	798.40
	PMS07	38127.39	3067.42	1814.55	799.06
	PMS-PR1	3715.00	75855.00	1043.00	4814.00
	PMS-P R2	3702.00	73889.00	1045.00	4603.00
	PMS-PR3	2660.00	69163.00	1010.00	4247.00
	PMS-PR	3359.00	72969.00	1032.67	4554.67

**ANEXO N°05: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN
(mg/Kg) DE METALES PESADOS (Al, As, Mn y Pb) EN LAS MUESTRAS DE ESPECIES
VEGETALES OBTENIDAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**



Cuadro resumen de los resultados de la concentración (mg/Kg) de metales pesados (Al, As, Mn y Pb) en las muestras de especies vegetales obtenidas del área de estudio.

Especie Vegetal	Puntos de muestreo	ALUMINIO TOTAL	ARSÉNICO TOTAL	MANGANESO TOTAL	PLOMO TOTAL
	PMP01A	899.10	567.93	1948.05	1448.55
PMS01B	983.30	566.86	1769.91	1573.25	
PMP01C	799.20	567.93	2247.75	1298.70	
PMP01	893.87	567.57	1988.57	1440.17	
PMP02A	850.00	552.50	2950.00	2000.00	
PMS02B	842.00	555.23	3021.30	1832.59	
PMP02C	891.50	539.38	3219.42	2279.36	
PMP02	861.17	549.04	3063.57	2037.32	
PMP03A	896.40	550.30	2041.83	846.61	
PMS03B	846.20	526.13	2190.14	1095.07	
PMP03C	796.40	534.10	2090.59	1144.85	
PMS03	846.33	536.84	2107.52	1028.84	
PMP04A	545.10	507.93	1585.73	1189.30	
PMS04B	648.70	519.46	1347.31	948.10	
PMP04C	749.60	504.25	1299.35	899.55	
PMP04	647.80	510.55	1410.80	1012.32	
PMP05A	600.00	496.50	2100.00	650.00	
PMS05B	499.00	487.52	2495.01	449.10	
PMP05C	448.40	502.74	2541.11	597.91	
PMS05	515.80	495.59	2378.71	565.67	
PMP06A	399.00	407.48	2144.64	897.76	
PMS06B	448.90	431.42	2493.77	997.51	
PMP06C	547.80	414.84	2340.64	747.01	
PMP06	465.23	417.91	2326.35	880.76	
PMP07A	398.80	423.23	2193.42	398.80	
PMS07B	598.80	423.65	1996.01	249.50	
PMP07C	549.70	416.29	2048.98	399.80	
PMS07	515.77	421.06	2079.47	349.37	
PMP-PRA	298.80	390.94	2091.63	249.00	
PMP-PRB	250.00	400.50	2050.00	250.00	
PMP-PRC	349.80	384.31	2098.95	399.80	
PMP-PR	299.53	391.92	2080.19	299.60	

ANEXO N°06: IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS VEGETALES





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 048-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Nassella inconspicua* (J. Presl) Barkworth y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Poales

FAMILIA : POACEAE

GÉNERO : *Nassella*

ESPECIE : *Nassella inconspicua* (J. Presl) Barkworth

Nombre vulgar: “EV-TRA02-05”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 045-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Polypogon semiverticillatus* (Forssk.) Hyl. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Poales

FAMILIA : POACEA

GÉNERO : *Polypogon*

ESPECIE : *Polypogon semiverticillatus* (Forssk.) Hyl.

Nombre vulgar: “EV-TRA01-18”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 044-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Juncus ebracteatus* E. Mey. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Poales

FAMILIA : JUNCACEA

GÉNERO : *Juncus*

ESPECIE : *Juncus ebracteatus* E. Mey.

Nombre vulgar: “EV-TRA01-17”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 049-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Rosales

FAMILIA : ROSACEAE

GÉNERO : *Lachemilla*

ESPECIE : *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb.

Nombre vulgar: “EV-TRA02-06”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 009-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Daucus montanus* Humb. & Bonpl. ex Spreng. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Apiales

FAMILIA : APIACEAE

GÉNERO : *Daucus*

ESPECIE : *Daucus montanus* Humb. & Bonpl. ex Spreng.

Nombre vulgar: “EV-TRA01-06”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 050-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Trifolium repens* L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Fabales

FAMILIA : FABACEAE

GÉNERO : *Trifolium*

ESPECIE : *Trifolium repens* L.

Nombre vulgar: “EV-TRA02-07”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 051-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Hydrocotyle pusilla* A. Rich. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Apiales

FAMILIA : ARALIACEAE

GÉNERO : *Hydrocotyle*

ESPECIE : *Hydrocotyle pusilla* A. Rich.

Nombre vulgar: “EV-TRA02-08”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 046-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (completa) recibida de **Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo**, ha sido estudiada y clasificada como: *Plantago lanceolata* L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Lamiales

FAMILIA : PLANTAGINACEAE

GÉNERO : *Plantago*

ESPECIE : *Plantago lanceolata* L.

Nombre vulgar: “EV-TRA02-01”

Procedencia: Huaraz

Determinado por: Mg. Maria Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de marzo de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>

