

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



TESIS

Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y
Opuntia ficus indica en aguas de riego agrícola para fines de uso
doméstico Paimas Piura-2022

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro
Ruiz Gallo para optar el Grado académico de: Doctor en Ciencias Ambientales

Investigador
Roberto Florentino Chiroque Luján

Asesor
Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez

Lambayeque, 2024.

Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y *Opuntia ficus indica* en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura-2022 .



Mag. Roberto Florentino Chiroque Luján

autor



Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez

asesor

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para obtener el Grado académico de: Doctor en Ciencias Ambientales

Aprobado Por:



: Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán
presidenta



Dr. Segundo Juan López Cubas
secretario



Dr. Horacio de la Cruz Silva
vocal

Lambayeque, 2024

Acta de sustentación

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

130

Siendo las 16:30 horas del día 16 de agosto del año Dos Mil

veintimatro, en la Sala de Sustentación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros del Jurado, designados mediante Resolución N° 330-2022-EPE de fecha 29/03/2022, conformado por:

Dra. Carmen Rosa Carreño Farfán PRESIDENTE (A)

Dr. Segundo Juan López Luján SECRETARIO (A)

Dr. Horacio de la Cruz Silva VOCAL

Dr. Eduardo Julio Tejada Sanchez ASESOR (A)

Con la finalidad de evaluar la tesis titulada Capacidad de Fitorremediación de Armatococcus cartwrightianus y Opuntia ficus indica en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura.

presentado por el (la) Tesista Roberto Florentino Chiroque Luján sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 550-2024-EPE de fecha 10 de agosto de 2024.

El Presidente del jurado autorizó del acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, las mismas que fueron absueltas por el (la) sustentante, quien obtuvo 17 puntos que equivale al calificativo de Bueno

En consecuencia el (la) sustentante queda apto (a) para obtener el Grado Académico de: Doctor en Ciencias Ambientales

Siendo las 18:00 horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.

[Signature] PRESIDENTE

[Signature] SECRETARIO

[Signature] VOCAL

[Signature] ASESOR

Declaración jurada de originalidad

Yo, Eduardo Julio Tejada Sánchez investigador principal, y, asesor del trabajo de investigación “Capacidad de fitorremediación de *Armatocereus cartwrightianus* y *Opuntia ficus indica* en aguas de riego para fines de uso doméstico Paimas. Piura”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 07 de setiembre de 2022.



.....
.....
Eduardo Julio Tejada Sánchez
DNI: 16467068
asesor



.....
.....
Roberto Florentino Chiroque Luján
DNI: 02770570
investigador

Dedicatoria

Ala memoria de mi madre que siempre nos
inculco el temor a Dios, la fe, la esperanza, el
amor, el respeto a las personas y la
responsabilidad en los compromisos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por todo lo que nos da cada día, que ha permitido el logro de este proyecto culminado con esta investigación.

Agradezco a los docentes de la escuela de postgrado de esta digna universidad por darse con sus conocimientos y experiencias profesionales.

Agradezco a los colegas y amigos de estudios de esta promoción que también con sus experiencias, conocimiento y gestión han participado en lograr culminar estos estudios de postgrado.

Índice General

Acta de sustentación (copia)	iii
Declaración jurada de originalidad de tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice General.....	vii
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	ix
Índice de Anexos	x
Resumen	xii
Introducción	14
Capítulo I. Diseño Teórico.....	18
1.1 Antecedentes de la Investigación	18
1.2 Base Teórica	20
1.2 Definiciones Conceptuales.....	24
1.4 Operacionalización de Variables	26
1.5 Hipótesis	29
Capítulo II. Métodos y Materiales	29
2.1 Tipo de Investigación	29
2.2 Diseño de Contrastación:.....	29
2.3 Población, Muestra y Muestreo	30
2.4 Métodos Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos	30
2.6 Procesamiento y Análisis de Datos	35
Capítulo III. Resultados	36
Capítulo IV. Discusión.....	49
Conclusiones	55
Recomendaciones	58
Referencias bibliográficas.....	59
Anexos.....	69

Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Operacionalización de variables del proyecto: Capacidad de remediación de <i>Armatocereus cartwrightianus</i> y <i>Opuntia ficus indica</i> en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura-2022 Ayabaca</i>	28
<i>Tabla 2 Comparación de resultados obtenidos de las mediciones de concentración de metales pesados presentes en las muestras de julio, agosto, setiembre y octubre de 2021 comparadas con los límites máximos permitidos por el MINAM</i>	37
<i>Tabla 3 Comparación de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para muestras de aguas del canal en estudio de los meses de agosto y setiembre de 2022</i>	39
<i>Tabla 4 Comparación de estándares de calidad de aguas para presencia de metales pesados en normas de calidad de Perú, Estados Unidos y España</i>	39
<i>Tabla 5 Prueba de homogeneidad de varianza para conductividad eléctrica</i>	41
<i>Tabla 6 Prueba TURKEY para los tratamientos</i>	41
<i>Tabla 7 Resultados de los análisis de glifosato en las muestras de agua de los meses julio, agosto, setiembre y octubre 2021</i>	46
<i>Tabla 8 Estadísticos descriptivos para los metales pesados</i>	48
<i>Tabla 9 Datos finales del análisis de laboratorio para determinar de la presencia de metales pesados a la aplicación de los tratamientos en estudio al mes de octubre de 2022</i>	48
<i>Tabla 10 Comportamiento del pH según los tratamientos en estudio</i>	51

Índice de Figuras

<i>Figura 1 Comparación del pH medido en los tratamientos de estudio Vs los límites máximos permitidos por el Minam para aguas A1</i>	<i>42</i>
<i>Figura 2 Comparación del pH medido en los tratamientos de estudio Vs los límites máximos permitidos por el Minam para tratamiento de aguas A2.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3 Comparación del comportamiento de los metales pesados ante la aplicación de los tratamientos en estudio.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4 Valoración de los ECAs para las observaciones experimentales en estudio (metales pesados)</i>	<i>52</i>
<i>Figura 5 Armatocereus cartwrightianus (Cactus).....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6 Opuntia Ficus indica (Tuna).....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 7 Limpieza, pelado y trozado del cactus para su uso como coagulante y sedimentador de material en suspensión en aguas.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 8 Aplicación del cactus para purificación de aguas de manera rústica (se sumerge el cactus en el agua turbia durante 15 minutos, 02 kg por un balde con 20 litros de agua turbia.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 09 Se espera 15 minutos para ver la sedimentación que se da por acción de la sabia que desprende el cactus, la misma que hace el efecto coagulante y de sedimentación de material en suspensión de las aguas turbias.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 10 Transcurrido los 15 minutos se puede ver que el agua queda cristalina y el material en suspensión esta sedimentado en la parte inferior del balde.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 11 Recojo desde el fondo del balde el material sedimentado, y el agua finalmente se ve más cristalina.e.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 12 Presentación del curso del Río Quiroz, del Canal en estudio Tupac Amaru II y su punto de captación de las aguas</i>	<i>100</i>
<i>Figura 13 Caserío de Tomapampa de Jambur, la carretera a Paimas y el Canal</i>	<i>101</i>
<i>Figura 14 El Río Quiroz visto desde el Caserío de Tomapampa de Jambur- Paimas Ayabaca-Piur.....</i>	<i>102</i>

Índice de Anexos

<i>Anexo 1 Informe de ensayo de metales pesados y propiedades físicas de las aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de setiembre para octubre de 2022 (1 de 3)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 2 Informe de ensayo de metales pesados del mes de setiembre hecho en octubre del 2022</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 3 Informe de ensayo de metales pesados y propiedades físicas de las aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de setiembre para octubre de 2022 (3 de 3)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 4 Análisis de glifosato (1/4)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 5 Análisis de glifosato (2/4)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 6 Informe de ensayo de presencia de glifosato en aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de julio a octubre de 2022. (3 de 4)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 7 Informe de ensayo de presencia de glifosato en aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de julio a octubre de 2022. (4 de 4)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 8 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (1 de 11)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 9 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (2 de 11)</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 10 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (3 de 11)</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 11 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (4 de 11)</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 12 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (5 de 11)</i>	<i>82</i>
<i>Anexo 13 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (6 de 11)</i>	<i>83</i>
<i>Anexo 14 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (7 de 11)</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 15 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (8 de 11)</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 16 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (9 de 11)</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 17 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (10 de 11)</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 18 Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (11 de 11)</i>	<i>88</i>
<i>Anexo 19 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (1 de 6)</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 20 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (2 de 6)</i>	<i>90</i>

<i>Anexo 21 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (3 de 6)</i>	91
<i>Anexo 22 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (4 de 6)</i>	92
<i>Anexo 23 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (5 de 6)</i>	93
<i>Anexo 24 Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (6 de 6)</i>	94
<i>Anexo 25 Identificación del propietario de las muestras para el análisis y ensayos de los tratamientos en estudio y en laboratorio acreditados</i>	95

Resumen

El presente trabajo se realizó con el fin de estudiar aguas de regadío que viene siendo consumida hace muchos años por familias campesinas y que se presumen contaminadas con metales pesados producidos por el uso de pesticidas por la actividad agrícola en la zona. Se midió la presencia de metales pesados y la posible remediación con especies vegetales existentes en la zona, durante la temporada agrícola 2021-2022 en el caserío de Tomapampa de Jambur del distrito de Paimas provincia de Ayabaca del departamento de Piura. Se dividió el trabajo en dos etapas, la primera en el año 2021, consistió en detectar la existencia y cantidad de metales pesados puntualmente arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio y cadmio como también la presencia de herbicida glifosato dados en miligramos por litro, durante cuatro meses consecutivos de muestreo de las aguas del canal en estudio, y la segunda etapa consistió identificar la presencia de metales pesados y glifosato que se encuentren sobrepasando el límite máximo permitido por los ECAs según el Organismo Mundial de la Salud como también del MINAM y así evaluar alternativas de remediación de aguas contaminadas utilizando plantas nativas como el cardo *Armatocereus cartwrightianus* y la espinosa *Opuntia ficus indica* existentes en la zona. Realizado los análisis de aguas no se encontró concentraciones de metales pesados que sobre pasen los ECAs del MINAN exigido para los metales tóxicos y el glifosato, salvo en un caso que se presentó para el mes de octubre con concentración alta de aluminio. Se evaluó el comportamiento de los cactus fitorremediadores y se encontró que ejercen un efecto de adhesión de los iones de los metales pesados ante la alteración del pH en las soluciones de prueba.

Palabras claves: aguas contaminadas, remediación de agua contaminadas, remediadores vegetales, Cactáceas, metales pesados o tóxicos, Herbicida glifosato, DPNM

Summary

This work was carried out in order to study irrigation water that has been consumed for many years by peasant families and that is presumed to be contaminated with heavy metals produced by the use of pesticides due to agricultural activity in the area. The presence of heavy metals and the possible remediation with existing plant species in the area were measured during the 2021-2022 agricultural season in the hamlet of Tomapampa de Jambur in the district of Paimas, province of Ayabaca, department of Piura. The work was divided into two stages, the first in 2021, consisted of detecting the existence and quantity of heavy metals, specifically arsenic, chromium, cobalt, lead, nickel, mercury and cadmium, as well as the presence of the herbicide glyphosate given in milligrams per liter, during four consecutive months of sampling the waters of the canal under study, and the second stage consisted of identifying the presence of heavy metals and glyphosate that are exceeding the maximum limit allowed by the ECAs according to the World Health Organization as well as the MINAM and thus evaluating alternatives for remediating contaminated waters using native plants such as the thistle *Armatocereus cartwrightianus* and the thorny *Opuntia ficus indica* existing in the area. After water analysis, no concentrations of heavy metals were found that exceeded the MINAM ECAs required for toxic metals and glyphosate, except in one case that occurred in October with a high concentration of aluminum. The behavior of phytoremediation cacti was evaluated and it was found that they exert an adhesion effect on heavy metal ions when the pH is altered in the test solutions.

Keywords: contaminated water, remediation of contaminated water, plant remediation, Cactaceae, heavy or toxic metals, glyphosate herbicides, DPNM.

Introducción

La contaminación del agua es un problema que se está dando por la actividad antropogénica, extractiva, de transformación o uso de recursos por parte de las industrias, los pobladores y que en algún momento hacen mal uso de los diferentes componentes del medio ambiente, actividades muchas de las veces están afectando peligrosamente, directamente o indirectamente al hombre y los seres vivos. Muchos de estos efectos contaminantes tienen relación directa afectando la salud del hombre, tal como lo viene generando la industria de la agricultura que va contaminando las aguas superficiales y subterráneas campaña tras campaña, esto a su vez, va generando aguas, suelos y alimentos con trazas de contaminantes que a la larga afectan la salud de las personas.

La FAO, (2022) señala que anualmente el Medio Ambiente recibe a nivel global 4,6 millones de toneladas de pesticidas contaminantes químicos.

El presente trabajo fue desarrollado en un caserío de la costa norte del departamento de Piura, donde los pobladores presentan un gran problema, la escases de agua para consumo humano por más de 40 años y durante siete a nueve meses cada año, el recurso es limitado desde los meses de abril a diciembre, y aquí viene el problema en estudio, con esta deficiencia, los pobladores se ven en la necesidad de usar fuentes de agua de un canal de riego agropecuario para sus necesidades de alimentación, higiene personal, entre otras, aguas estas, que se presumen estén contaminadas con metales pesados y residuos de herbicidas y otros pesticidas. Las aguas del canal TA-II son aguas del Río Quiroz, el mismo que es abastecido con aguas de la quebrada Montero y de diversas quebradas que desembocan a lo largo de este río, también, en este Río Quiroz desembocan las escorrentías de los riegos de la actividad agrícola de los predios a lo largo de las orillas izquierda y derecha de este río, en la mayoría de los cuales se practica el monocultivo de arroz siempre

por más de 40 años. (según el presidente de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento JASS del caserío TPDJ, comunicación personal 01 agosto de 2019).

Se estima que existan contaminantes tipo metales pesados debido al uso de pesticidas que usan para el monocultivo de arroz aguas arriba como son el distrito de Paimas, el caserío de Jambur, La Victorio, Culqui, entre otros. Esta actividad del monocultivo de arroz por muchos años en estos caseríos, la poca cultura en el buen manejo de los pesticidas, y una agricultura forzada sobre los suelos agotados por el uso también de herbicidas que matan la ecología del suelo son fuentes que aumentan la existencia y concentración de metales pesados o tóxicos en la tierra agrícola, el agua y los alimentos que se generan en estos ecosistemas productivos, y por ello se teme, esté en peligro la salud de los pobladores consumidores de estas aguas y de estos alimentos como el arroz, el maíz, entre otros cuya calidad ambiental también es de desconfiar.

Se sabe de situaciones de abortos en esposas de agricultores, problemas de insuficiencia renal en agricultores adultos y jóvenes, problemas de presión arterial, problemas de alergias a la piel, entre otras para los pobladores del caserío de Tomapampa de Jambur según nos comentan madres y padres de familia de este caserío. Es necesario hacer estudios de las aguas que usan para su consumo doméstico, el riesgo de presencia del glifosato y otros agroquímicos de la agricultura local trae muchos problemas a la salud. El riesgo eminente para la salud de las personas del uso del glifosato por parte de los agricultores arroceros de estas zonas de Paimas se ha hecho permanente y se teme que posiblemente se acarree en las aguas, en los suelos y en los productos agrícolas como el arroz, maíz, maracuyá. También se da el riesgo de efectos pasivos aguas abajo. Zirena et al., (2018) hace referencia que los sistemas acuáticos están altamente expuestos a contaminación por el uso indiscriminado de herbicidas glifosato, lo que prima la necesidad de conocer y prevenir los riesgos que implica sobre la salud humana (p. 325), igualmente

la FAO (2022) señala que “los países en desarrollo representan el 25 por ciento del uso mundial de plaguicidas en la agricultura, pero suman el 99 por ciento de las muertes derivadas de su uso en el mundo”.

Con este trabajo se pretende determinar la presencia de metales pesados en aguas posiblemente contaminadas con metales pesados y su remediación con especies vegetales existentes en la zona de investigación como son la tuna *Opuntia ficus indica* y el cactus *Armatocereus cartwrightianus*.

(FAO-ICARDA CACTUSNET, 2012) Las cactáceas pueden ser consideradas plantas multipropósito ... “Estas especies vegetales han desarrollado una adaptación fenológica, fisiológica y estructural favorable para su crecimiento en zonas áridas y semiáridas donde el agua es el principal factor limitante para la mayoría de las plantas”. (Pag95)

Se estima que plantas cactáceas que cumplen un papel de fitorremediación, desarrollan el proceso de absorción de metales pesados llamado biosorción, este es un proceso físico-químico, que consiste en la eliminación de sustancias contaminadas de la solución en estudio usando tejidos vegetales o por material biológico. Esta particularidad la presentan tejidos orgánicos vivos y muertos. Es una biotecnología esperanzadora, muy sencilla de usar según señala Macaskie (1991, citado por Vargas et al., 2011) es un proceso de intercambio iónico.

Este trabajo de investigación se realizó con el propósito de identificar y medir la presencia de metales pesados derivados del uso de pesticidas por el monocultivo de arroz y otros cultivos predominantes en el caserío TPDJ, y la posible fitorremediación con especies vegetales existentes en la zona para el caso de los resultados que se presentan superando los límites máximos permisibles según el MINAM. El trabajo se desarrolló en dos fases, lo que demora en dos años el tiempo del trabajo experimental. La primera para detectar la existencia de metales pesados como arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel,

mercurio, cadmio y también la presencia de herbicida glifosato posiblemente existentes en estas aguas y dados en miligramos por litro, ello para un periodo de cuatro meses de muestreo en estudio Julio, agosto, setiembre y octubre. La segunda fase consistió en identificar la concentración de metales pesados y glifosato que se encuentren superando los ECAs dados por el organismo mundial de la salud como también del Ministerio del Ambiente (MINAM) y así evaluar posibles alternativas de remediación de aguas contaminadas utilizando plantas nativas de la familia de los cactus, como el cardo *Armatocereus cartwrightianus* y la espinosa *Opuntia ficus indica* existentes en la zona.

Se estima de mucha importancia el desarrollo del presente trabajo, porque permitirá conocerse si los pobladores están consumiendo agua contaminada con metales pesados, y también de ser así, tener alternativas para remediar o purificar con el uso de especies vegetales de la zona el recurso que tanto necesitan las familias en estas condiciones que sufren por la escasez de agua para uso humano.

Capítulo I. Diseño Teórico

1.1 Antecedentes de la Investigación

Existen estudios realizados a nivel internacional sobre presencia de metales pesados en aguas subterráneas en zonas netamente agrícolas en Jalisco México Mancilla et al., (2020), determinó para Cd, Hg, Pb, As y B en aguas de riego agrícola con el método de espectrometría de emisión atómica con el ICP Perkin Elmer 5300 Óptima, que el Hg sobrepasó en 100% los límites máximos (LM) con 0.14 mg/L-1, El As superó el 16% los LM, pero Cd, Pb y B no excedieron los LM. La C.E. fue 665 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y el pH 7.7, valores sin restricciones para el uso del agua de regadío.

En Colombia Mahecha et al., (2017), para determinar una línea base de presencia de metales pesados en sistemas de producción agrícola hizo un Análisis de estudio de metales pesados en zonas agrícolas de la región Andina y costa Norte de Colombia, usando metodologías de recopilación de artículos científicos e informes de investigación disponibles en las bases de datos (Science Direct y Springer) y en portales de búsqueda académica (Google scholar, researchgate) identificó que los metales que tienen mayor atención se presentan en el siguiente orden Cd>Pb>Hg >Cu>Cr>Ni=Zn>As>Fe>Mn>Mg”

En el Cuzco (Peña, 2019) con el objetivo de estudiar la presencia de metales pesados (Hg, As, Cr, Ni, Pb, Zn) en los suelos irrigados con aguas del río Huatanay en los distritos de Saylla, provincia del Cusco, Oropesa y Lucre, provincia de Quispicanchi, con el método de Epa 200.8. Espect ICP-MS. se encontró la existencia de metales pesados (Hg, As, Cr, Ni, Pb, Zn) dentro de los rangos permisibles.

Fernández et al., (2020), para estudiar la remoción de plomo de aguas contaminadas usa un bioadsorbente de origen vegetal como es el cactus *Trichocereus cuzcoensis*. Las

técnicas usadas para medir las concentraciones de plomo antes y después del proceso de adsorción fueron espectroscopia de absorción atómica (AA) usando el equipo Perkin Elmer modelo Analyst 200, con lámpara de plomo y combustible acetileno-aire. Se determinó que el incremento de la propiedad de adsorción de los remedidores vegetales a partir de sus tejidos adsorbentes, es efectuada por la separación o descomposición de las cadenas poliméricas de los biomateriales (carbohidratos), esto influenciado por la presencia de un agente ácido o básico. De esta forma se facilita la obtención de una concentración y mayor disposición y área superficial de grupos funcionales que puedan adsorber e interactuar con los metales tóxicos como el plomo para a esta investigación.

Por su parte, Escobal (2020) en trabajos realizados para la remoción de sólidos totales de aguas de consumo humano usando el *Armatocereus rauhii subsp. balsasensis* y *Espostoa mirabilis*, con el método de prueba de jarras logra remoción de sólidos suspendidos totales (SST) de 34,10% con una relación masa/volumen de 25 g/L, seguido de 50 g/L alcanzando una remoción igual a 10,96%. Por otro lado, la especie *Espostoa mirabilis* logra remoción de sólidos suspendidos totales (SST) de 25,24% con la relación masa – volumen de 25 g/L, con 50 y 75 g/L se da un incremento de sólidos suspendidos totales.

Trabajos realizados para medir el grado de toxicidad del glifosato señalan que el glifosato tiene la familia de los formulantes grupos POEA compuestos oxidados derivados del petróleo que son los que tienen la mayor toxicidad. Muchos expertos advierten que la sustancia tiene efectos negativos para la salud humana. En 2015, la agencia de investigación del cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS) descubrió que el glifosato era «probablemente carcinogénico». El meta-estudio de este año publicado en Science Direct afirmó un «vínculo convincente» entre la exposición al glifosato y el

padecimiento de un linfoma no Hodgkin, un cáncer que se desarrolla a partir de un tipo de células sanguíneas. (Gomez, Rebelión, 2019)

Apaza (2013) haciendo estudios con el nopal para purificar aguas contaminadas con microorganismos patógenos y metales pesados tales como cromo, cadmio, zinc, mercurio, ácidos, etc. hace uso de una metodología de laboratorio *in situ* obteniendo un coagulante-floculante a partir de pencas de nopal y mide la eficacia de filtros mediante la cuantificación de remoción de contaminantes. Obteniendo como resultado final que el nopal es un apropiado coagulante-floculante en concentraciones de 80 % logrando reducir la turbidez hasta un valor de 18.34 y un pH de 7.11

1.2 Base Teórica

El recurso agua es de vital importancia al que deben acceder todas las personas esto lo señala el estado peruano en su decreto legislativo que aprueba... “El acceso a los servicios de saneamiento, en condiciones de eficiencia, sostenibilidad y calidad, es derecho de toda persona y es obligación del Estado asegurar su provisión por medio de prestadores que brinden los servicios en tales condiciones” (El Peruano, 2017)

Por las actividades antropogénicas los ecosistemas acuáticos y/o las aguas subterráneas son el destino final para la gran parte de los contaminantes de actividades industriales y agropecuarias. Esto a través de liberación por sistemas de aguas residuales domésticos, drenajes o desagües agrícolas o de desechos de depuración de aguas residuales. (Martínez, 2018).

El riego por su volumen en forma de drenaje agrícola es el mayor productor mundial de aguas residuales ... El medio ambiente recibe anualmente cerca de 4,6 millones de toneladas de pesticidas químicos... Los países del tercer mundo o en vías de desarrollo son responsables de emplear el 25 por ciento de plaguicidas en la

agricultura, pero producen el 99 por ciento de las muertes derivadas de su uso en el mundo. (FAO, 2018)

En América Latina y El Caribe se dan dos problemas principales relacionados con el recurso hídrico: disminución del agua disponible y pérdida de su calidad. ... se utiliza más agua de la que se encuentra disponible, y la pérdida de calidad (contaminación) sucede cuando la utilidad del agua se ve reducida y las propiedades del agua están dañadas por el entorno y sus organismos... (FAO, 2015)

Según Núñez, et al (2020) “el término fitorremediación son una serie de tecnologías que hace uso de plantas para limpiar o sanar lugares contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire... Fitorremediación es remediar un daño haciendo uso de plantas o vegetales”.

En estudios realizados por Morales y Gamboa (2021) lograron remover cobre (Cu^{2+}), hierro (Fe^{3+}) y cromo (Cr^{3+}) de aguas contaminadas mediante adsorbentes a base de cladodio de tuna (*Opuntia ficus*) modificado químicamente con Ca^{2+} (CTCa), alcanzando porcentajes de remoción de hasta 82.75%, 78.36% y 87.84%, superiores a los porcentajes de remoción obtenidos con el cladodio de tuna sin tratamiento (CT), de hasta 22.34%, 27.30% y 71.72%.

En México se ha usado el nopal de forma tradicional como fuente rudimentaria y tradicional de purificación de aguas turbias, para ello hierben el cactus, esta solución resultante que se forma la vierten al agua turbia a tratar, esta solución permite capturar los contaminantes existentes en esa solución de agua turbia, esto a través flóculos que se forman que va atrapando masa solida de la solución y que al ir aumentando de peso se sedimentan, esto permite que disminuya la turbidez y la concentración de distintos contaminantes existentes en esa aguas a tratar. (Carreño, 2016)

El cactus. *A. cartwrightianus* Respecto de este cactus (Britton y Rose) Backeb. Ex A. Whill 1938 señalan que es de la familia de las Cactáceas. Oriunda de Sudamérica como es del sur de Ecuador y el norte del Perú. Es una planta perenne sus tallos son maderables, presentan ramificación, crecen rápido alcanzando los 4,5 metros de altura, presentan ramas con diámetros de 15 cm junto con 7 u 8 costillas y... tienen espinas con longitudes entre 2 y 10 cm de largo, tallo de color verde. (como se citó en Naturalista, 2021; Nano, 2007).

El funcionamiento de la coagulación presenta inicialmente un mecanismo de adsorción y a continuación se da otro proceso de neutralización de carga. El uso de productos naturales disminuye la posibilidad de usar coagulantes químicos, pues reduce significativamente los costos de tratamiento si se encuentran con abundancia en la localidad. (Ramírez y Jaramillo, 2016)

El método convencional o común para tratar aguas superficiales es la coagulación química, se usa como coagulantes sales de aluminio o hierro se aplican al agua cruda teniendo en cuenta condiciones controladas obteniendo un sólido de hidróxido de metal. Las dosis usadas para coagulantes de aluminio son de 2,5 mg/L y para el hierro de 4,10 mg/L. (Organismo Mundial de la Salud, 2018)

El glifosato, N-(fosfonometil) glicina. Herbicida no selectivo usado para matar plantas malezas indeseables (pastos anuales y perennes, hierbas de hoja ancha y especies leñosas) esto para espacios agrícolas, paisajísticos y forestales en ambientes agrícolas, forestales y paisajísticos...últimamente se está volviendo a usar este herbicida creado en la década del 1960, esto por el progresivo encarecimiento de su investigación y desarrollo. (Kaczewer, 2003)

Herbicidas a base de glifosato. Este herbicida fue clasificado como probable cancerígeno para humanos en el 2015 y también un contaminante hormonal...

Los principales hallazgos a los análisis de estos herbicidas a la venta es que contienen metales pesados como el arsénico un veneno contaminante hormonal que usualmente no se declara como ingredientes en la elaboración de estos herbicidas.

(Defarge et al., 2018)

Número CAS 1071-83-6, Número DOT: 3077, sinónimos Glifosat, Glifomax; Roundup,® Nombre químico: Glicina, N-(Fosfometil); El glifosato es un polvo blanco inodoro y solido cristalino (como la arena) incoloro, El producto comercial es un líquido de color ámbar. Se utiliza como herbicida organofosforado para plantas y hierbas. (New Jersey Department of Health, 2012)

En un grupo de once herbicidas basados en el glifosato se ha identificado la presencia de metales pesados como cromo, cobalto, níquel, plomo. También se encontró residuos de petróleo que, probados sobre células de humanos evidencia la producción de efectos de disrupción endocrina. El estudio concluye que los herbicidas a base de glifosato presentan mayor facultad de disrupción endocrina que el glifosato por separado. (Defarge et al., 2018)

Varios metales tóxicos en concentraciones bajas y adecuadas cumplen funciones como micronutrientes indispensables en la vida de los seres vivos. Se absorben por las plantas a través de las raíces, luego son tomados por los herbívoros por ser fuente de alimentación a partir de los vegetales. “Por motivos naturales o por la acción del hombre, se encuentran al final de la cadena alimentaria, acumulándose en los suelos, las aguas, y los propios seres vivos, convirtiéndose en tóxicos peligrosos debido al proceso de bioacumulación”. (Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 2017)

1.2 Definiciones Conceptuales

Cactus.

Se da el nombre de cactus a cualquier especie de la familia de los cactus (cactáceas). Existen 1700 especies a partir de 120 géneros, generalmente son propias de América. Los cactus se caracterizan por resistir y prosperar en climas y regiones áridos. Su apariencia es de forma carnosa, presentan espinas y púas, también presentan grandes flores solitarias con colores brillantes. (McGraw-Hill, 1992)

Cactus como remediador vegetal.

El cactus como la tuna es un remediador vegetal muy antiguo. Tiene propiedades benéficas para purificar aguas contaminadas. ...el mucílago del cactus, la parte carnosa y viscosa de su interior, disecada y obtenida en forma de polvo, puede quitar residuos turbios, metales pesados, petróleo, isótopos radiactivos, e incluso bacterias del agua. (Los Ángeles Times, 2021)

Metales pesados o metales tóxicos.

Son elementos químicos que presentan un peso atómico comprendido de 63,55 a 200,59. Según la cantidad o concentración en que se presenten dentro del ser humano generan cierta toxicidad en las personas, siendo particularmente tóxicos los iones y compuestos que tienen. Se pueden señalar: Cadmio (Cd), Arsénico (As), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Mercurio (Hg), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Estaño (Sn) Plomo (Pb), y Zinc (Zn). (Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel", 2017)

El Glifosato en la salud humana. Es un herbicida de alta peligrosidad. Se encuentra en la lista de sustancias peligrosas...el contacto frecuente o repetido sobre la piel puede causar dermatitis con enrojecimiento. El glifosato podría causar daño al riñón y al hígado. La alta exposición puede causar arritmia cardiaca, que es un problema de la frecuencia de los latidos cardiacos y puede producir la muerte. (New Jersey Department of Health, 2012)

Entre otras enfermedades que se le atribuyen a este grupo de herbicidas podemos mencionar cánceres, trastornos gastrointestinales, enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias, alzhéimer, párkinson, ansiedad, insuficiencia renal, malformaciones en los fetos, abortos, problemas de fecundidad son algunas de las tantas enfermedades y consecuencias que traen consigo éste plaguicida. La ONU y el OMS argumentan que el Glifosato debe estar considerado como un producto de alta riesgo de peligrosidad y estar en el nivel 2, esto a nivel internacional (Aranda et al., 2016)

POEA. Polioxietilenoamin, son moléculas oxidadas a base petróleo que usan como surfactante o coadyuvantes el glifosato y tienen fuertes propiedades herbicidas y tóxicas.

El grupo POEA es un surfactante que usan con frecuencia los herbicidas glifosatos en una proporción aproximadamente del 15 % dentro de su formulación y según varias investigaciones toxicológicas este grupo POEA puede ser causante de perjuicios y afecciones gastrointestinales, algunos problemas respiratorios, ciertas afecciones al sistema nervioso central y ser capaz de destruir los glóbulos rojos en la sangre humana. Del grupo POEA también se dice que posiblemente contenga una impureza conocida como 1-4 Dioxano, ésta ha demostrado que genera cáncer en animales como también de producir daño en el hígado y los riñones de los

humanos. (Plan de Manejo Ambiental de Cultivos Ilícitos, 2000; Nivia, 2003; Aranda, 2016).

ECAS. Estándares de Calidad Ambiental; Las leyes ambientales peruanas definen a los ECAS como: “Medida nacional que señala el nivel de concentración de sustancias, elementos, o parámetros físicos, químicos y biológicos existentes en el agua, suelo o aire, que no es un riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente peruano”. (El Peruano, 17 de junio de 2017)

1.4 Operacionalización de Variables

De las variables en estudio.

Las variables involucradas en el estudio son:

- Vegetales Cactáceas (Variable independiente)
- Concentración de Metales pesados en agua de riego de canal TA II. (Variable dependiente)
- Variable Tiempo o Épocas de incidencia del uso de agroquímicos (Variable

interviniente) sobre la calidad de aguas del canal en estudio. El primer año 2021 se hizo un piloto, muestreando y llevando a analizar aguas que discurrían durante cuatro meses julio, agosto, setiembre y octubre para escoger el mes con mayor concentración de metales pesados, según ello, tener una referencia del comportamiento de la presencia de metales pesados, y así poder escoger un mes para hacer una recolección de agua en el siguiente año y desarrollar la aplicación de los tratamientos en estudio del proyecto de investigación. (variable interviniente).

En anexos se encuentra la relación operacionalización de variables dimensiones, problemas y los objetivos.

Arias (2021) hablando sobre la variable que deben presentar los trabajos de investigación menciona que las dimensiones e indicadores de una misma variable pueden tener diferentes enfoques en otros estudios de investigación, esto depende del contexto del estudio. También señala que es importante determinar la escala de medición de las variables, dado que permitirá establecer la prueba de hipótesis correcta, además, permitirá seleccionar el tipo de técnicas e instrumentos para recolectar la información para la investigación (Arias, 2021, p.54).

Tabla 1

*Operacionalización de variables del proyecto: Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y *Opuntia ficus indica* en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura-2022*

Variab	Definición conceptual	Definición operacional			
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicd.	Unid.
Remediadores vegetales	Castaceas, remediadores vegetales; La FAO-ICARDA CACTUSNET (2012) menciona que las cactáceas son plantas multipropósito ...y tiene estructura favorable para su crecimiento en zonas áridas y semiáridas donde el agua es el principal factor limitante para la mayoría de las plantas. (Pág. 95) Al hervir el cactus, y luego añadir el agua resultante al agua turbia, se consigue “capturar” los distintos contaminantes en conjuntos cada vez mayores, o flóculos, que al aumentar de peso acaban sedimentando, haciendo que el agua pierda turbidez y sea bebible. beneficios tangibles para la salud	La tuna: <i>Opuntia ficus indica</i>	F1: Tuna (<i>O ficus indica</i>) solución concentrada 50 cc.	pH, C:E, salinidad	pH, dsiemens/m, ppm
			F2: Cactus (<i>A. cartwrightianus</i>) solución concentrada 50 cc.	pH, C:E, salinidad	pH, dsiemens/m, ppm
		El cactus (<i>A. cartwrightianus</i>)	F3: Cactus (<i>A. cartwrightianus</i>) solución concentrada 0.25 cc	pH, C:E, salinidad	pH, dsiemens/m, ppm
			F4: Cactus (<i>A. cartwrightianus</i>) tejido fresco 250 gr	pH, C:E, salinidad	pH, dsiemens/m, ppm
			F5: Cactus (<i>A. cartwrightianus</i>), tejido fresco 25 gr	pH, C:E, salinidad	pH, dsiemens/m, ppm
Concentración de metales pesados.	Concentración de metales pesados en aguas del canal T.A. II para el consumo humano;	Concentración de metales pesados en aguas	arsénico cromo cobalto plomo níquel mercurio cadmio	Concentración de Arsénico Concentración de cromo Concentración de cobalto Concentración de plomo Concentración de níquel Concentración de mercurio Concentración de cadmio	mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L

** cactus en proporción 1: 1 es decir 1 kg de tejido fresco de cactus preparado hervido en 1 kg o litro de agua

1.5 Hipótesis

La aplicación de vegetales *A. cartwrightianus* y *O. ficus indica* contribuyen a la absorción de metales pesados y la mejora de la calidad de agua del Canal de riego Túpac Amaru II de Paimas para consumo humano.

Capítulo II. Métodos y Materiales

2.1 Tipo de Investigación

Investigación Experimental

Según Grajales (2,000) señalo que la investigación experimental permite la manipulación de tan solo una o diferentes variables experimentales no comprobadas, en condiciones de control, para poder identificar de qué manera se produce un hecho o reacción particular. Este experimento que es manipulado o producido por el investigador exige el uso de variables que son manejadas por el mismo para ver el efecto en los sujetos o estructuras estudiadas.

2.2 Diseño de Contrastación:

Se uso la prueba Tukey “La Prueba de Tukey es el test más exacto y potente para analizar comparaciones emparejadas, permitiendo incluso al investigador comparar todos los pares de medias” (Rubattino, 2021).

2.3 Población, Muestra y Muestreo

La población en estudio fue el agua del Canal TA II que circula durante los doce meses del año en el caserío de TPDJ.

La muestra. El tamaño de la muestra para la aplicación de los tratamientos en estudio fue de dieciocho (18) muestras de agua de tres (3) litros cada una.

El muestreo

Se determinó el mes para hacer la aplicación de los tratamientos en estudio, sería en setiembre de 2021, se recolecto muestras de agua del canal de cinco litros durante siete días entre los 15 al 21 día del mes de setiembre de 2021, entre las 5.00 de la tarde a 8,00 de la noche. Haciendo un total de 35 litros de agua recolectada y en un mismo punto de recolección.

2.4 Métodos Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos

2.4.1 Método de investigación.

El método de investigación fue un método Empírico. (Cobas, 2010) Los métodos de investigación empírica conllevan a una serie de procedimientos prácticos que facilitan apreciar las características fundamentales y relaciones esenciales del objeto; que son accesibles a la contemplación sensorial.

Materiales

Remediadores vegetales para aguas contaminadas con metales pesados

Respecto de las dosis de tratamientos a trabajar. Cabe señalar que para el presente experimento se tuvo en cuenta las especies cactus de tuna *O. ficus indica* y el cactus *A. cartwrightianus* las mismas que se trabajaron previamente de dos maneras, Para el caso de: *A. cartwrightianus*, dos tratamientos fueron con tejido fresco y dos con solución

concentrada de los cactus obtenidos a partir de proceso de cocción en proporción 1:1. (kg de tejido fresco/litro de agua de canal)

Para la especie *O. ficus indica* se usó con solución concentrada.

Solución concentrada de tuna (*O. ficus Indicas*). Se preparó una solución de 1 a 1, es decir 1kg de tuna trozado se vertió y se hirvió en 1 litro de agua, Para ello se toma porción de tallo de Tuna, se le quitó las espinas las cascara verde y se trozó su tejido parenquimático en pequeñas proporciones de 2.0 a 3.00 cc y se puso a hervir por 5 minutos. Luego de enfriado se separó la solución líquida y se toma un (0.50) litro que se disolvió en diez (10) litros de agua de canal de las cuales se tomó 03 litros por separado en envases de 1 litro de agua previamente lavados con agua destilada. Estas son las 03 repeticiones del tratamiento **T1**, esto para el análisis de laboratorio respectivo.

Solución concentrada de cactus. (*A. cartwrightianus*)

Esta solución se obtuvo a partir de la cocción de *Cactus Armatocereus cartwrightianus* en agua sola en la proporción 1:1, es decir 1kg de cactus trozado se vertió y se hirvió en 1 litro de agua. Para ello se tomó porción de tallo de cactus, se le quitó las espinas las cascara verde y se trozó su tejido parenquimático en pequeñas proporciones de 2.0 a 3.00 cc y se puso a hervir por 5 minutos. Luego de se enfrió, se separa la solución líquida y quedo lista para preparar los tratamientos T2 y T3

Variable remediadores vegetales

T1: Tuna (*O. ficus indica*) solución concentrada de 50 cc. (o 5%, cocción de tallo) de solución por litro de agua del canal en estudio.

T2: Cactus (*A. cartwrightianus*) solución de concentrada 50 cc. (o 5%) en un litro de agua del canal en estudio.

T3: Cactus (*A. cartwrightianus*) solución concentrada de 25 cc. (2.5 %) en un litro de agua del canal en estudio.

T4: Cactus (*A. cartwrightianus*), tejido fresco sin cocción 250 gr en un litro de agua del canal en estudio.

T5: Cactus (*A. cartwrightianus*), tejido fresco sin cocción 25 gr en un litro de agua del canal TA en estudio.

T0: Sin uso de algún fitorremediador o mejorador de aguas contaminadas.

Variable **Concentración de Metales pesados** en aguas del canal Tupac Amaru II.

Esta variable se refiere a la influencia de las actividades agropecuarias de la zona y en zonas aguas arriba de este canal, actividades que se intensifican por inicio de campaña ya sea grande o chica, y se estima que se vierten a los terrenos de cultivo considerables cantidades de productos agroquímicos como herbicidas, insecticidas funguicidas entre otros que van a terminar al Río Quirós el mismo que con estas aguas alimenta en su mayor parte al canal TA II. del caserío de Tomapampa de Jambur.

Respecto de las aguas de riego, (Mancilla et al. 2020). sostiene que las altas concentraciones de metales pesados en los acuíferos subterráneas resultados de riegos en los cultivos agrícolas tienen un potencial de causar daños fisiológicos en las plantas cultivadas, disminuir la calidad y el rendimiento de las cosechas. Además, la de generar efectos en la salud humana por el consumo de alimentos agrícolas contaminados. (p.995).

Estos elementos tóxicos en las aguas subterráneas usadas para riego agrícola pueden acumularse en los suelos, y por su naturaleza no biodegradable ingresan a las plantas por medio de las raíces, lo que propicia riesgo de toxicidad y afectaciones en el desarrollo fisiológico; la consecuencia es una disminución de los rendimientos de la cosecha y la calidad de los productos. Los metales pesados ingresan a la cadena trófica en las plantas irrigadas con aguas contaminadas. Por su

naturaleza los metales no son biodegradables y se bioacumulan en los tejidos de los organismos, lo cual causa efectos tóxicos crónicos (como se citó en Reyes et al. 2016).

La incidencia de la variable tiempo se evaluó para cuatro fases que corresponden a cuatro meses consecutivos. Con el fin de poder identificar en una fracción del año (cuatro meses) la incidencia de la mayor presencia de herbicidas. Para ello se tomaron las muestras de agua respectiva en cada uno de estos meses y se envió al laboratorio de SGS en el primer año de estudio y según ello se pudo escoger un mes para hacer la aplicación de los tratamientos en el segundo año de estudio.

En un trabajo realizado por Vizcaya, (2018) se encontró en las aguas de estudio. como glifosato y la liberación de los metales pesados como arsénico, cromo, cobalto, plomo y níquel que son elementos tóxicos y disruptores endócrinos en la mayoría de las formulaciones para 11 herbicidas a base de glifosato que genera según. (Vizcay, 2018)

Los efectos tóxicos dependen del tipo de metal, de la concentración y en algunos casos de la edad de la población expuesta. Algunos estudios que evalúan la contaminación de metales pesados en alimentos, carne y leche, han encontrado que el cadmio, el mercurio, el plomo y el arsénico, son cuatro de los elementos que por su impacto en la salud y concentración deben ser cuidadosamente evaluados y monitoreados. (Reyes et al., 2016)

La técnica para la recolección de la información fue por observación estructurada o sistemática, esto considerando el esquema de la tabla 2.

Según Tabla 2 adjunto, para la recolección de datos esta se dividió en dos fases, la primera fase se dio al primer año 2021, para la evaluación de la concentración de metales pesados o tóxicos en 04 meses seguidos (julio agosto setiembre y octubre) y la segunda

fase se dio en el mes de setiembre del 2022, donde se aplicó los tratamientos en estudio, contó con dos recipientes o envases de 3.0 litros de capacidad para la recolección diaria de la muestra a partir del canal de riego en estudio, un balde de 21 litros de capacidad para cada mes, para ir almacenando el agua recolectada durante los ocho días de cada mes. También se usó de un equipo multiparamétrico electrónico y de bolsillo para medir pH, C.E y turbidez (NTU), esto se hizo cuando se terminó de recolectar y homogenizar las aguas recogidas para cada mes en estudio.

Para el análisis de metales pesados se llevó las muestras a un laboratorio con certificado de reconocimiento garantizado a nivel nacional e internacional como los laboratorios de agua y suelos de la empresa SGS. y también en los laboratorios de Pacific Control.

Para el recojo y análisis de las muestras se tuvo el siguiente esquema de actividades.

Para la recolección de muestras, estas se realizaron por el responsable del trabajo experimental, las mismas que se llevaron terminado el proceso de recolección a los laboratorios antes señalados y usando los envases alcanzados por estos para sus respectivos análisis.

Métodos y procedimientos para recolección de datos.

La recolección de datos en dos fases:

Primera fase: Se realizó una evaluación de ensayo el primer año de estudio del experimento para los meses de julio, agosto, setiembre y octubre de 2021, para observar en qué mes se presentaba mayor concentración de metales pesados que excedan los límites máximos permisibles según el MINAM. El laboratorio de SGS fue usado para la medición de los diferentes parámetros en estudio (pH, C.E. Turbidez, y metales pesados, para glifosato se usó laboratorios de Pacific Control.

Segunda fase: Esta fase se realizó al siguiente año (setiembre a octubre de 2022). Dado que durante el ensayo piloto del año anterior (2021) no se encontraron concentración de metales pesados que sobre pase los límites máximos permisibles según el MINAM para los metales pesados en estudio de las aguas de consumo humano, es que se hizo otro ensayo de muestreo en el mes de setiembre y se encontró presencia de metal pesado plomo dentro de los límites permitido por las ECAs del MINAM, pero se distinguían con mayor frecuencia que el resto de metales encontrados, es entonces que a finales de este mes se hizo la aplicación de los seis (06) tratamientos en estudio y con tres repeticiones.

Cabe señalar que después de aplicar los tratamientos en estudio se dejó reposar las muestras 48 horas para que sedimenten los sólidos y se tomó el material líquido no sedimentado como muestra para ser llevado a los laboratorios de análisis respectivos. SGS y control Pacific.

2.6 Procesamiento y Análisis de Datos

En el procesamiento de los datos se consideró los promedios obtenidos de cada tratamiento bajo el sistema de Bloques Completos con tres repeticiones (BCA). Se usó un análisis estadístico ANOVA y un diseño de bloques Completos.

Capítulo III. Resultados

Para atender el primer objetivo específico de investigación: Evaluar la presencia de metales pesados en las aguas del canal TA II del caserío TDJ que toman los pobladores para uso doméstico durante cuatro meses seguidos, se hizo la evaluación en dos años consecutivos, en el primer año 2021 se muestreo las aguas durante cuatro meses julio, agosto, setiembre y octubre enviando los análisis en forma independiente cada mes a los laboratorios de SGS, encontrándose que durante esos cuatro meses existía la presencia de concentraciones mínimas para arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio y cadmio tal como se muestra en la tabla 02.

Tabla 2

Comparación de resultados obtenidos de las mediciones de concentración de metales pesados presentes en las muestras de julio, agosto, setiembre y octubre de 2021 comparadas con los límites máximos permitidos por el MINAM

ECAS DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias				RESULTADOS (análisis de muestras 2021)			
	Unidad de medida	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	M1 JULIO	M2 AGOSTO	M3 SETIEMBRE	M4 OCTUBRE
FÍSICOS- QUÍMICOS								
Conductividad	▾ (μS/cm)	1 500	1 600	**	382.00	473.00	494.00	478.00
Potencial de Hidrógeno (pH)	▾ Unidad de	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0	7.58	7.71	7.62	7.89
Turbiedad	▾ UNT	5	100	**	31.1	21.7	27.6	11.5
INORGÁNICOS								
Aluminio	▾ mg/L	0,9	5	5	▾ 1.223	▾ 0.891	▾ 0.643	▾ 0.645
Arsénico	▾ mg/L	0,01	0,01	0,15	▾ 0.00261	▾ 0.00272	▾ 0.00305	▾ 0.00242
Cadmio	▾ mg/L	0,003	0,005	0,01	▾ 0.00009	▾ 0.00013	▾ 0.00006	▾ 0.00008
Cobalto Total	▾ mg/L				▾ 0.00073	▾ 0.00062	▾ 0.00048	▾ 0.00040
Cromo total	▾ mg/L	0,5	0,5	0,5	0.0013	0.0003	<0.0003	<0.0003
Mercurio	▾ mg/L	0,001	0,002	0,002	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Niquel	▾ mg/L	0,07	0,1 ** **	**	0.0016	0.0011	0.0010	0.0009
Plomo	▾ mg/L	0,01	0,05	0,0	0.0012	0.0010	<0.0006	<0.0006

*Material extraído de ECAS Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y de SGS Informe de ensayo MA2224878 Rev 0

Para atender al segundo objetivo: Valorar el nivel de concentración de los metales tóxicos dado en miligramos por litro de Arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio y cadmio presentes en las aguas de estudio y distinguir las que hayan superado el límite máximo de tolerancia según MINAM. En el primer año 2021, según tabla 2, se encontró mayor frecuencia de presencia de metales pesados para los tres primeros meses de evaluación julio, agosto y setiembre, y a pesar que no sobrepasaban los Estándares de Calidad Ambiental permisibles según las normativas del MINAM, es que se escogió el mes de setiembre para realizar la aplicación de los tratamientos en estudio del siguiente año (2022), observándose nuevamente, que los metales tóxicos en estudio y demás características físicas presentes en estas aguas para estos meses no supera los límites máximos permisibles dados por las normas o ECAS del MINAM. Decreto Supremo No 004-2014 MINAM, esto se puede apreciar en la tabla 03.

Se puede comparar con normativas extranjeras para la presencia de metales pesados en aguas subterráneas y superficiales como los que señala (Pavón, 2021), lo que alarma si tenemos en cuenta que los límites permisibles de metales como el plomo, cromo y arsénico en el agua para consumo humano según el MINAM es 50.0 µg/L, 500 µg/L y 150 µg/L respectivamente, esto comparado con los límites de tolerancia señalados por la Norma legislación de la RD 3/2023 y la NTC 183 de España que exige 10 µg/L, 50 µg/L y 10 µg/L respectivamente como los valores de máxima tolerancia. También comparando con los estándares de calidad dados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) señala como valores máxima tolerancia para el plomo, cromo y arsénico 15 µg/L, 100µg/L y 10µg/L respectivamente.

Tabla 3

Comparación de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para muestras de aguas del canal en estudio de los meses de agosto y setiembre de 2022, previos al ensayo.

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3	LCM	2022	
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con Tratamiento avanzado		agosto	setiemb
FÍSICOS-QUÍMICOS							
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**			461.67
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0			7.27
Turbiedad	UNT	5	100	**			
INORGÁNICOS							
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15	0,008	<0,008	< 0,008
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	0,0004	<0,0004	< 0,0004
Cobalto Total	mg/L				0,007	<0,007	< 0,007
Cromo total	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,0008	<0,0008	< 0,0008
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	<0,001	< 0,001
Níquel	mg/L	0,07	0,1 ** **	**	0,001	<0,001	< 0,001
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,0	0,006	<0,006	< 0,006

*Material extraído de ECAS Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y de Pacific Control Informe de ensayo 220009301/2022

*LCM: Limite de cuantificación del medio

* < menor que el LCM

Tabla 4

Comparación de estándares de calidad de aguas para presencia de metales pesados en normas de calidad de Perú, Estados Unidos y España.

Metal pesado	Unidad	Norma peruana			Norma legislación RD 3/2023 y la NTC 183 (España)	Agencia de protección ambiental de Estados Unidos (EPA)
		A-1	A-2	A-3		
mercurio	μgr/L	1	2	2	1	2
plomo	μgr/L	10	50	0	10	15
cromo	μgr/L	500	500	500	50	100
Arsénico	μgr/L	10	10	150	10	10
Cadmio	μgr/L	3	5	10	5	5
Cobalto	μgr/L	0	0	0	NN	NN
Níquel	μgr/L	70	100	0	20	100
glifosato	μgr/L	No existe reglamento de límites en Perú			0.1	700

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, (2023)

National Primary Drinking Water Regulations. (EPA, 2024)

Para atender el tercer objetivo de estudio: Identificar el comportamiento de los metales pesados ante la acidez generado por los remediadores vegetales en un mes seleccionado de estudio, se puede apreciar que para el caso de aguas (A1) que pueden ser potabilizadas con desinfección los resultados en la figura 01 nos permiten ver que el tratamiento 04 registra la menor acidez (pH: 4.99)

Tabla 5*Prueba de homogeneidad de varianza para conductividad electrica*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CE	Se basa en la media	13,761	5	12	,000
	Se basa en la mediana	,917	5	12	,502
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,917	5	2,163	,589
	Se basa en la media recortada	10,928	5	12	,000

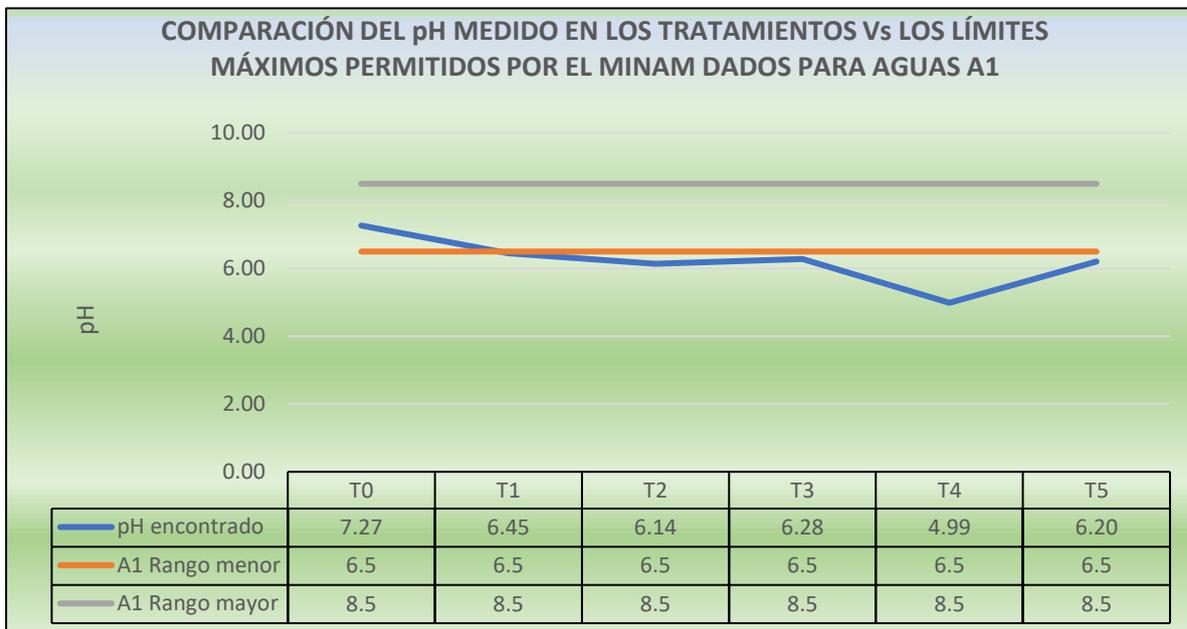
Tabla 6*Prueba TUKEY para los tratamientos CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)*

TRATAMIENTOS		N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	
HSD Tukey ^a	T0	3	461,67			
	T3	3	541,67	541,67		
	T2	3	650,33	650,33		
	T1	3	694,00	694,00		
	T5	3		1165,33		
	T4	3			1821,00	
	Sig.			,833	,065	1,000

Se observa que el tratamiento T4 presenta mayor significancia estadística en lo que respecta a mayor CE generada al aplicar este tratamiento en las muestras de aguas en estudio. También podemos apreciar que la C.E. en los tratamientos T0, T3, T2 y T1 son similares estadísticamente, es un grupo con valores estadísticamente similares.

Figura 1

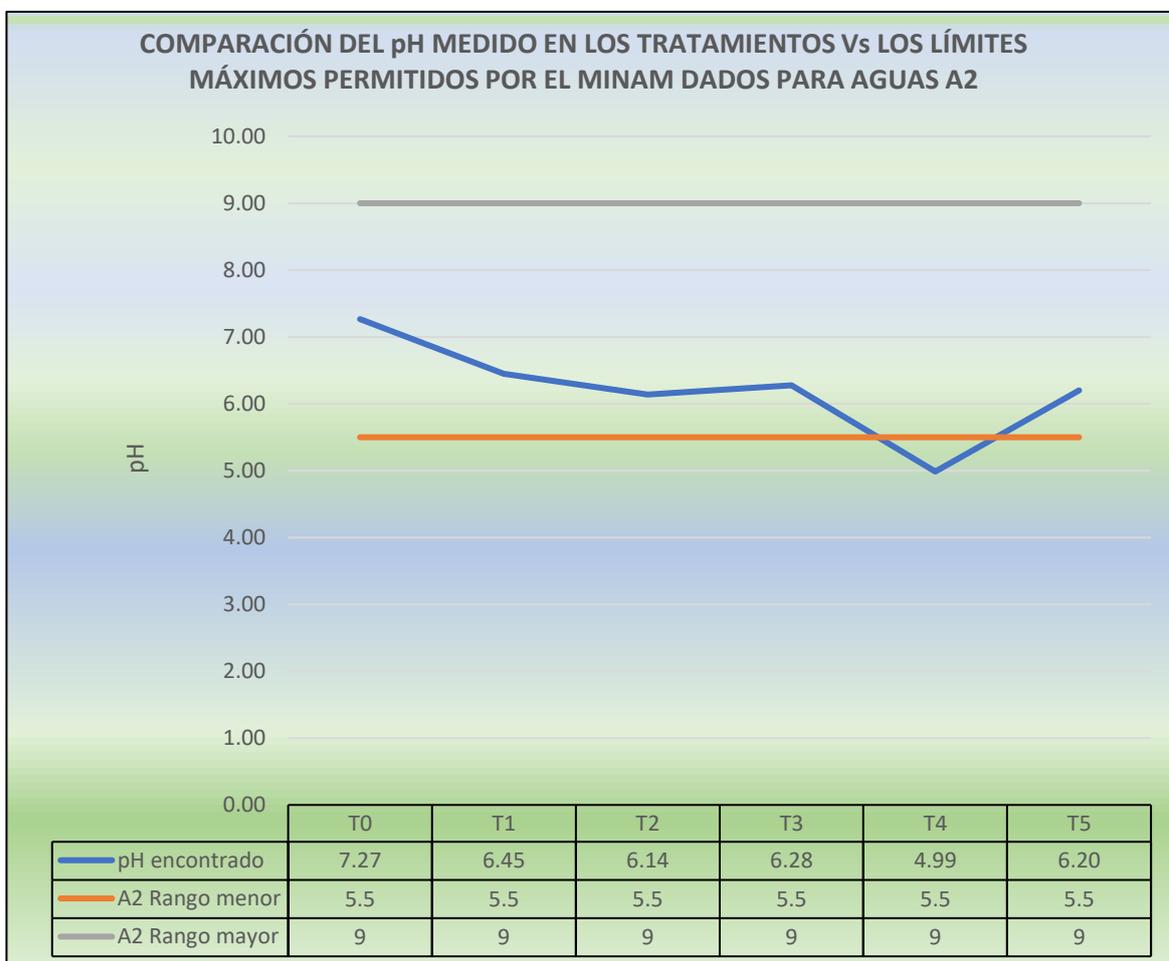
Comparación del pH medido en los tratamientos de estudio Vs los límites máximos



Para el caso de aguas (A2) que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional los resultados en el figura N°02 nos permiten ver que el tratamiento 04 está dentro de los parámetros de tolerancia según el MINAN.

Figura 2

Comparación del pH medido en los tratamientos de estudio Vs los límites máximos permitidos por el MINAM para tratamiento de aguas A2

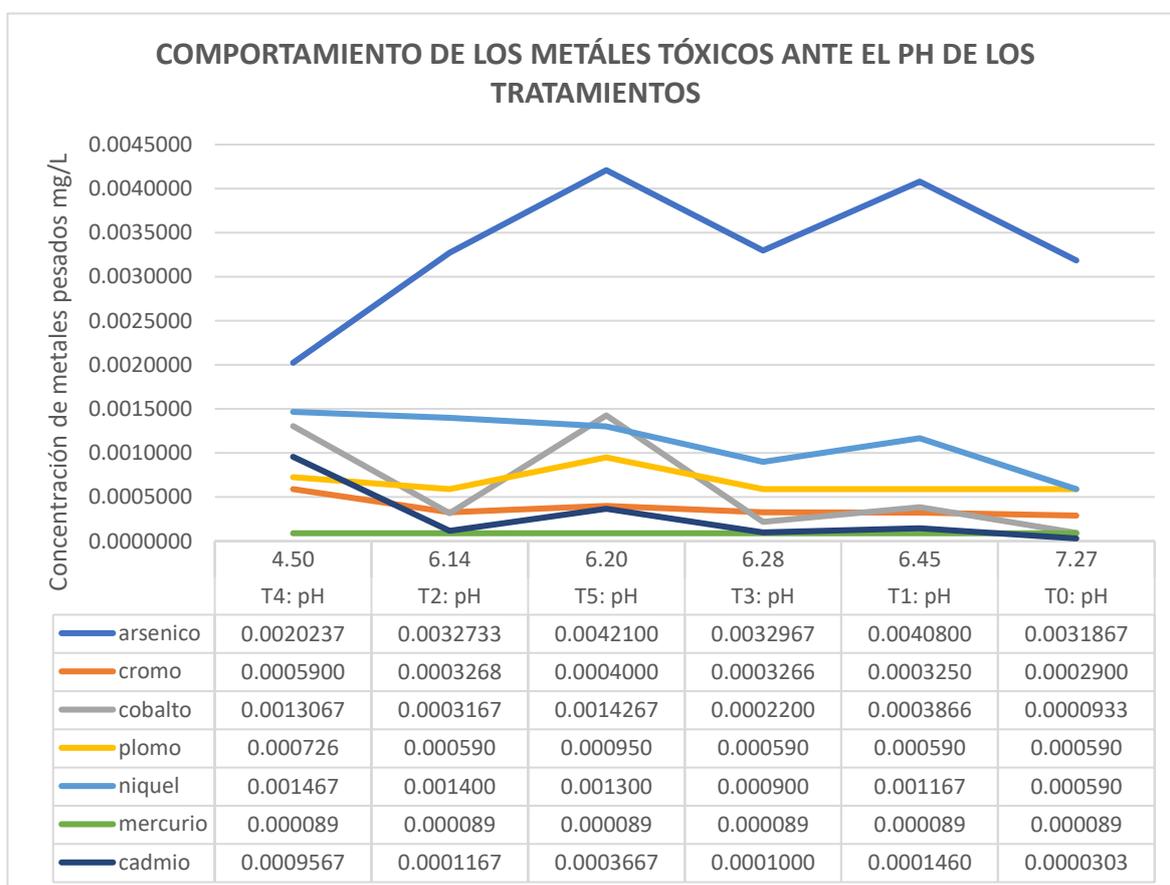


Para conocer el efecto del pH de los tratamientos en la concentración de metales pesados, podemos apreciar en la figura 03, que hay un ligero movimiento de la concentración de los metales pesados haciéndolos más detectables o disponibles como en el T4 que ha aumentado su acidificación del medio. Una excepción se ve con el arsénico que tiene un movimiento opuesto al de los demás metales en estudio. el T4 genera un pH

4.5, y que, a su vez, esto permite una mayor liberación de metales pesados como son cromo, plomo, cobalto, níquel a excepción del arsénico que disminuye ante un menor pH. En cambio, el T0, tratamiento testigo, tiene un pH mayor y permite menor liberación de metales pesados en el medio a excepción del arsénico que se aumenta con el incremento del pH.

Figura 3

Comparación del comportamiento de los metales pesados ante la aplicación de los tratamientos en estudio



Para atender el objetivo específico 04: De encontrar presencia de metales pesados arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio, cadmio en concentraciones mayores a las permitidas por el MINAN, determinar el efecto de remediación usando vegetales cactus como *A. cartwrightianus* y *O. ficus indica*, podemos señalar que primero no se encontró

alguna concentración de metales pesados presentes en las aguas del canal TAI que sobrepasen los ECAs establecidos por el MINAM para ninguno de los elementos seleccionados en este estudio como son: arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio y cadmio. Pero si se pudo apreciar como en la figura 3, que el T4 genera un pH 4.5 y que, a su vez, esto permite una mayor liberación o identificación en el medio de metales pesados como son cromo, plomo, cadmio, cobalto, níquel a excepción del arsénico que disminuye ante un menor pH y aumenta ante un mayor pH. Caso del T0, tratamiento testigo, tiene un pH mayor 7.27 y permite menor liberación de metales pesados en el medio a excepción del arsénico que se ve aumenta su presencia con el incremento del pH.

Para atender el objetivo específico 5: De encontrar la presencia de glifosato que sobre pase los límites máximos establecidos por el MINAM, determinar el efecto de remediación de este contaminante usando los diferentes tratamientos con los fitorremediadores, se encontró que en ningún caso existe presencia de moléculas de glifosato en concentraciones que sobrepasen los ECAs exigidos por el MINAM para aguas de tratamientos para consumo humano, tal como se aprecia en la tabla 7. Similares resultados encontraron (Paravani, 2016) “El análisis de agua de escorrentía en sistemas agrícolas reveló la presencia de glifosato en bajas concentraciones, inferiores a 250 µg/L en el 75 % de las muestras”

Tabla 7

Resultados de los análisis de glifosato en las muestras de agua de los meses julio, agosto, setiembre y octubre 2021

Análisis	LCM	Unidad	Resultado
Muestra Glifosato - mes de julio	0.001	mg/L	< 0,001
Muestra Glifosato - mes de agosto	0.001	mg/L	< 0,001
Muestra Glifosato - mes de setiembre	0.001	mg/L	< 0,001
Muestra Glifosato - mes de octubre	0.001	mg/L	< 0,001

*LCM Limite de cuantificación del medio

* < menor que el LCM

Fuente: Pacific Control, Informe de ensayo N° 220007075, 220007076, 220007077, 220007078/2022

Tabla 8*Eestadísticos descriptivos para los metales pesados*

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
metal pesado arsénico mg/L	6	,0020270	,0042100	,003345667	,0007820516	,000
metal pesado Co mg/L	6	,0000930	,0014270	,000625167	,0005842747	,000
metal pesado Cr mg/L	6	,0002900	,0006000	,000366667	,0001220929	,000
metal pesado Pb	6	,0000000	,0007300	,000511167	,0002572706	,000
metal pesado Ni mg/L	6	,0005900	,0014670	,001137333	,0003349374	,000
metal pesado Hg mg/L	6	,0000890	,0008900	,000222500	,0003270069	,000
metal pesado Cd mg/L	6	,0000110	,0009570	,000283000	,0003507506	,000
N válido (por lista)	6					

Tabla 9

Datos finales del análisis de laboratorio para determinar de la presencia de metales pesados a la aplicación de los tratamientos en estudio al mes de octubre de 2022

Variables dependientes	Tratamientos en estudio																	
	T0			T1			T2			T3			T4			T5		
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
	TOR1	TOR2	TOR3	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3	T5R1	T5R2	T5R3
mg/L																		
Arsénico mg/L	0.002790	0.003360	0.003410	0.003620	0.004190	0.004430	0.003140	0.003950	0.002730	0.003690	0.004120	0.002080	0.000130	0.002430	0.003520	0.004970	0.003680	0.003980
Cromo mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.000400	<0.0003	0.000300	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.000300	0.000400	0.000700	0.000700	<0.0003	0.000700	0.000500
Cobalto mg/L	0.000120	0.000070	0.000090	0.000380	0.000260	0.000520	0.000290	0.000360	0.000300	0.000230	0.000200	0.000230	0.001330	0.001350	0.001240	0.001320	0.001120	0.001840
Plomo mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.000900	<0.0007	<0.0006	<0.0006	0.001700
Niquel mg/L	<0.0006	<0.0006	0.000600	0.001000	0.001300	0.001200	0.001400	0.001500	0.001300	0.000800	0.000700	0.001200	0.001800	0.001400	0.001200	0.001300	0.000900	0.001700
Mercurio mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.0009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Cadmio mg/L	<0.00003	<0.00003	0.000033	0.000290	0.000120	<0.00003	0.000060	0.000250	0.000040	0.000060	0.000110	0.000130	0.000850	0.001040	0.000980	0.000300	0.000370	0.000430
C.E. (us/cm)	459.0	464.0	462.0	744.0	596.0	742.0	594.0	610.0	747.0	549.0	534.0	542.0	1827.0	1812.0	1824.0	825.0	1826.0	845.0
pH	7.5	6.9	7.4	6.3	6.8	6.3	6.1	6.0	6.3	6.3	6.3	6.2	5.0	5.0	5.0	6.2	6.2	6.2
salinidad ppm	231.0	231.0	229.0	367.0	298.0	369.0	297.0	294.0	367.0	272.0	270.0	275.0	910.0	900.0	897.0	408.0	404.0	420.0

Capítulo IV. Discusión

Para cumplir con el primer objetivo específico, realizados los análisis de muestras de agua en la primera fase, se registró la presencia de metales pesados como el arsénico, el cromo, el cobalto, el plomo, el níquel, el mercurio y cadmio, que son los únicos elementos que están por debajo de los límites de tolerancia máximo que tiene los Estándares de Calidad de aguas dadas por el MINAM en el Perú. La excepción la dio el aluminio cuya concentración fue de 1.223 mg/L frente a los de 0.9 mg/L. exigidos por el MINAM. Esto sería una variable más a tener en cuenta para considerar que la presencia de metales pesados como aluminio o mercurio entre otros, en las aguas de ríos no son aptas para consumo humano directo, (Osore, 2010).

Para el caso de los demás contaminantes en estudio que se presentan con valores promedios por debajo de los ECAs del MINAM posiblemente se deban a la acción mecánicas de disolución de flujos al entrar en el curso de las aguas del Río Quiroz, pues, cuando las aguas de la parte alta o aguas arriba, de los desagües de cultivos agropecuarios conteniendo y arrastrando los contaminantes llegan a desembocar al Río Quiroz y entran en contacto con mayores masas de agua menos expuesta a contaminantes de metales pesados, disminuyen la concentración de los elementos contaminantes en las aguas que son acarreadas para captarse aguas abajo por el canal Tupac Amaru II de TDJ y que son usadas para riego y consumo humano. Es posible que la carga de materia orgánica, limos, arcillas, carbonatos y más el volumen de agua que incide en esos momentos de las quebradas laterales contribuyen a diluir y disminuir la concentración y las cantidades de metales pesados y restos de químicos que resultan de los desagües agrícolas de los monocultivos de arroz en la zona aguas arriba, y estas aguas a su vez cuando son captadas por el Canal TAIL, tienen menor concentración o menor disponibilidad de los metales pesados en estudio, también, por ejemplo, en trabajos realizados con residuos agroindustriales como la

casara de frejol de palo utilizada sin ningún tratamiento fueron capaces de remover al mineral arsénico presente en el agua natural de quebradas. (Benel, 2022)

Respecto al Objetivo específico 2. En los análisis enviados al laboratorio de SGS el primer año (2022) se encontró que no superaron los ECAS según el MINAM y lo mismo en el segundo año (2023) cuando se realizó la aplicación de los tratamientos no había ningún indicio de que hayan sobrepasado los -ECAs, tal como se aprecia en la tabla 7.

Respecto al Objetivo específico 3. En la tabla 7 encontramos que los metales pesados han experimentado un movimiento a expresarse más o disponerse más a medida que disminuye el pH de su medio como se da en el caso de cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio y cadmio, caso contrario se manifiesta el comportamiento del arsénico, al cual se le observa una disminución de este elemento a medida que el pH disminuye. Según señala Méndez et al. (2012) dice que la adsorción es una de las principales causas que limitan la concentración de metales pesados en solución, estando ligado a la cantidad de hierro lixiviado y a al pH de la solución. las especies de metales en solución se adsorben preferentemente sobre el hierro (ferrihidrita), cuando se agote el fierro lixiviado (ferrihidrita), el pH de los lixiviados tenderá a disminuir, disminuyendo también la capacidad de adsorción de los metales tóxicos e incrementándose así su movilidad en los efluentes.

Según lo anterior podríamos decir que el pH al disminuir en la aplicación de los tratamientos en estudio permite que el líquido viscoso de los fitorremediadores actúen como adsorbentes de los iones para el caso del metal pesado Arsenio. Como se observa en la tabla N°07, pues el tratamiento T4 en la que se usó 250 grs de tejido fresco de A.

cartwrightianus (cactus) genera un pH de 4.5 lo que permite una presencia o movilidad del Arsénico de 0.0020237 miligramos por litro en el agua de canal en estudio.

Para el caso de las concentraciones de mercurio el plomo y el cromo en los tratamientos, estos se han mantenido iguales ante la disminución del pH, dando a entender que estos metales pesados ligeramente se liberan al medio a medida que el pH se hace más ácido. Para el caso de los metales pesados cadmio, cobalto y níquel se observa que se disponen más libres en el medio a medida que el pH de la solución disminuye.

Presentándose una mayor retención por los fitorremediadores cuando el pH se encuentra con valores de 6.276 caso que se da con el tratamiento T3, en la que se ha usado solución concentrada de 25 cc de Cactus (*A. cartwrightianus*). Esto se da de manera semejante con los tratamientos T2, T5, T3 y T1 según vemos el cuadro de la prueba Tukey

Tabla 10

Comportamiento del pH según los tratamientos en estudio

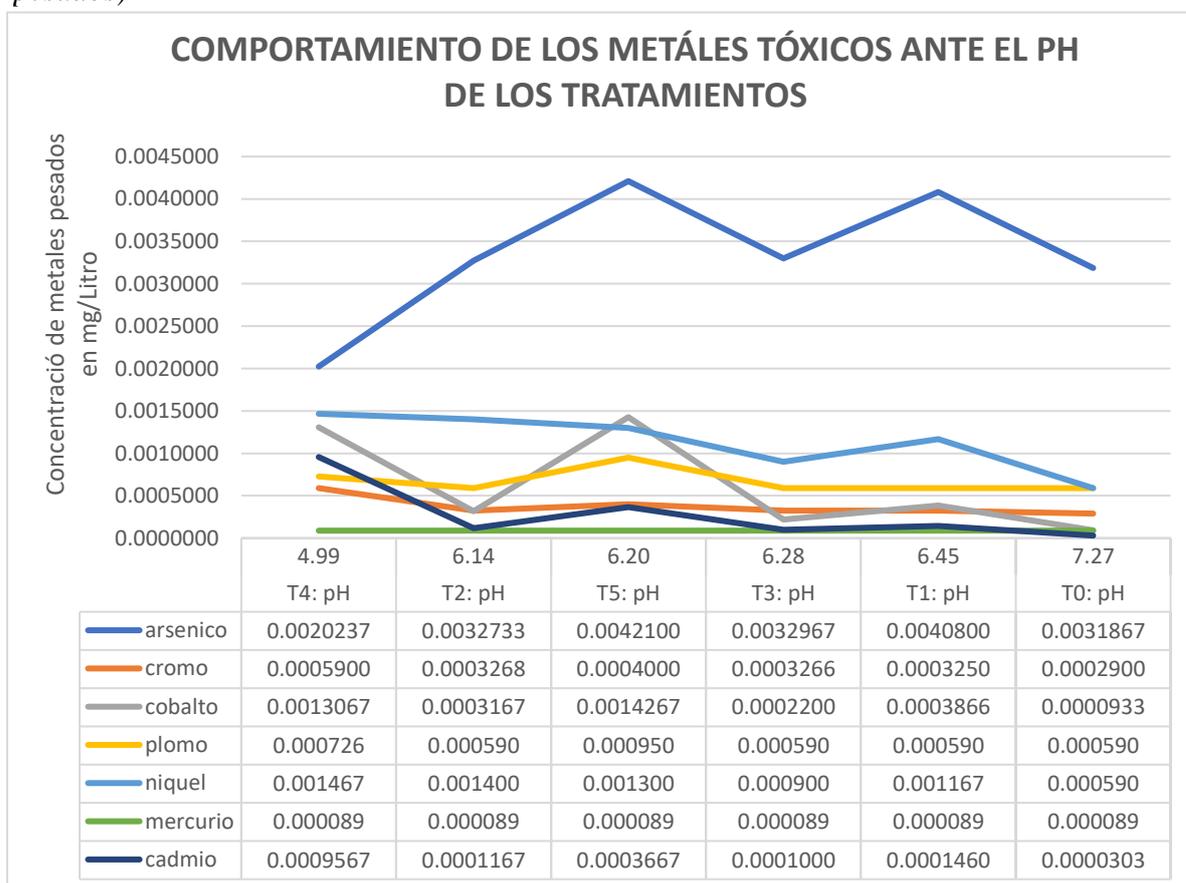
HSD				
TUKEY*				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa=0.05		
		1	2	3
T4	3	49,867		
T2	3		61,367	
T5	3		6,200	
T3	3		6,267	
T1	3		64,500	
T0	3			72,667
Sig		1,00	0	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra armónica=3,000

Figura 4

Valoración de los ECAs para las observaciones experimentales en estudio (metales pesados)



Con respecto al Objetivo específico 4. A pesar de no encontrarse concentraciones mayores a las ECAs que exige el MINAM, se puede apreciar que el movimiento o la disponibilidad de las concentraciones de metales pesados en las soluciones de los tratamientos en estudio se ve afectado y en sentidos diferentes, parece ser que los coloides de los fitorremediadores actúan adhiriendo a su estructura los metales pesados y esto varía según el pH que generan en la solución. Para el caso del arsénico a medida que el pH disminuye, el arsénico se adhiere más al coloide y se encuentra menos libre o disponible en la solución. Comportamiento diferente se da para el caso de mercurio, plomo y cromo, que

son despreciables su medición por encontrarse en concentraciones muy por debajo de las detectables por el sistema de medición.

Para los casos del cadmio, cobalto y níquel estos disminuyen más su adhesión a los fitorremediadores y se disponibilizan o liberan más en el medio cuando el pH disminuye. (tabla 8).

Respecto al objetivo específico 5 Ante los resultados de los análisis en los cuatro meses de julio, agosto, setiembre y octubre de 2021 se encontró que la concentración de glifosato para los cuatro meses es < 0.001 mg/L, Se puede señalar que los parámetros medidos de las aguas en el presente estudio están dentro de los rangos permitidos por las ECAs del MINAM, pero las ECAs del MINAM para el caso del glifosato no manifiesta los estándares que corresponden el glifosato, permitiendo así acogida a las normativas dadas por el OMS 2018 que recomienda usar estándares de toxicidad máximo de 0.9 mg/L para el glifosato y para el AMPA exige estándares de calidad máxima de 0.3 mg/kg de peso corporal (Organismo Mundial de la Salud, 2018). (OMS, 2018, pág. 469), Esto en comparación a los valores de 0.1 μ g/L (microgramo por litro) para el glifosato y de 1.6 μ g/L (microgramo por litro) para el AMPA dados y usados por la comunidad europea en la actualidad (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2022) pag, 17, nos pone en alerta de tener mucho cuidado y solicitar al MINAN que actualice sus estándares de calidad para el glifosato y el AMPA en nuestro país o retirarlo como lo ha hecho Austria que tiene prohibido el uso de glifosato y Francia lo ha prohibido en algunos espacios públicos. (Congreso de la República del Perú, 2020) pag, 4.

Si bien en la actualidad hay una normativa política del estado peruano el proyecto de ley 5540/2020 C.R. que prohíbe el uso del glifosato en la agricultura a nivel de todo el Perú. Por lo tanto, en el Perú seguimos con los estándares de calidad señalados por el

Organismo Mundial de la salud del 2018 que recomiendan al mundo perfiles toxicológicos de 0.9 mg/l para el glifosato y para el AMPA de 0.3 mg/kg. (OMS, 2018, pág. 469)

Viendo este conflicto de intereses que se ha generado donde se involucran transnacionales de mucho poder económico que tienen capacidad de influencia tan fuerte en la comunidad Económica Europea me permite concluir en no usar las aguas del canal en estudio para consumo humano y no recomendar el uso del glifosato por parte de los agricultores de esta región Norte del País.

Conclusiones

1. Los análisis de muestras de agua arrojaron la presencia de metales pesados en las siguientes concentraciones para los cuatro meses julio, agosto, setiembre y octubre. En ese orden son: arsénico 0.00261, 0.891, 0.643, 0.645 mg/L; cadmio: 0.00009, 0.00013, 0.00006, 0.00008 mg/L; Cobalto: 0.00073, 0.00062, 0.00048, 0.0004 mg/L; cromo: 0.0013, 0.0003, <0.0003, <0.0003 mg/L; mercurio: <0.00009, <0.00009, <0.00009, <0.00009 mg/L; níquel: 0.0016, mg/L; 0.0011, 0.001, 0.0009 mg/L; plomo: 0.0012, 0.0010, <0.0006, <0.0006.
2. Se evaluó la presencia de metales pesados y arrojaron los valores que se han mencionado en la anterior conclusión, pero ninguno de estos supera los estándares máximos tolerables de toxicidad exigidos por el MINAM para el caso de los metales pesados. sin embargo, al Identificar el comportamiento de los metales pesados por la acidez generado con los remediadores vegetales en el mes seleccionado de estudio, se puede apreciar que las concentración de metales pesados a pesar de que están por debajo de los ECAs, presentan una reacción como si se generara una movilización de estos metales pesados por acción del pH alterado por la aplicación de los fitorremediadores en estudio, caso más resaltante es del arsénico con 0.003186 mg/L en el tratamiento T0, testigo sin aplicación de tejidos fitorremediadores (pH: 7.27), posteriormente la concentración en el medio que va disminuyendo 0.00202 mg/L a medida que el pH disminuye a 4.5 como es el tratamiento T4. Movimiento contrario se da en el caso de los demás metales pesados. Un caso más resaltante es el caso del cadmio que a un pH 7.27 presenta

una concentración de 0.0000303 mg/L del T0 y luego en el tratamiento T4 a un pH 4.5 presenta una concentración de 0.000956 mg/L.

3. El efecto de remediación de los vegetales cactus como *A. cartwrightianus* y *O. ficus indica* sobre de metales pesados arsénico, cromo, cobalto, plomo, níquel, mercurio, cadmio, presentes en las aguas de estudio y en concentraciones mayores a las permitidas por el MINAN, no se dieron las condiciones de que superen los ECAs, pero si se pudo evaluar alguna respuesta sobre los valores posiblemente medibles de concentraciones de metales pesados existentes. que reaccionaron ante la aplicación de los tejidos remediadores vegetales, posiblemente adhiriéndose o liberándose de las moléculas de los tejidos de los vegetales remediadores ante la alteración de pH generada por la presencia de cargas iónicas que presentan los coloides de los tejidos vegetales en estudio.

4. Respecto de la posible presencia de glifosato, se encontró que las concentraciones detectadas y medidas de glifosato en las aguas de estudio eran de <0.001 mg/L, pero el MINAM, como ente normativo de los ECAS y de comparación en este estudio, no señala con claridad los límites máximos permisibles en el Perú para el glifosato en aguas de consumo humano. A pesar de ello se pudo encontrar información de tolerancia máxima para el glifosato en aguas de consumo humano dadas por el Comité Científico sobre Riesgos Sanitarios, Ambientales y Emergentes (SCHERR) en la UE, quien recomienda ECAs para el glifosato con valores de 0.1 ug/L para agua dulce utilizada para la extracción y preparación de agua potable. Los valores de los datos obtenidos para el glifosato en el presente ensayo no tienen precisión para poder comparar con seguridad con los valores que

usa el Comité Científico sobre Riesgos Sanitarios, Ambientales y Emergentes (SCHERR) de la UE

Recomendaciones

Dado que el Glifosato y el AMPA en otros países de Europa como es en Austria se han prohibido y en nuestro país no hay interés por parte de las autoridades políticas de aprobar y publicar leyes para prohibir el uso de estos productos recomendaría hacer un plan de capacitación e información a los pobladores para no consumir esas aguas, no seguir usando el Glifosato por parte de los agricultores y hacer gestión para la construcción de pozos con tanques elevados de agua potable ante las instituciones competentes.

Mientras no tengan otras alternativas en los tiempos de escasez de agua recomendaría el uso de los remediadores vegetales para tratar las aguas recogidas de las fuentes del Canal Tupac Amaru II a nivel familiar por parte de los pobladores para que puedan ser usadas para el consumo doméstico.

Recomendar urgentemente generar otra fase de investigación para medir con equipos de medición de trazas de mayor precisión fracciones más pequeñas de las partículas de metales pesados, glifosato y AMPA para estas aguas en prueba y comparar con las ECAs de España o de Austria.

Recomendaría hacer un diagnóstico más detallado y preciso del uso de pesticidas en la zona para determinar los productos que más vienen usando en la agricultura.

Puesto que no se tiene resultados del comportamiento de metales pesados en los demás meses del año que no se han estudiado en este ensayo, se recomienda que aún no se dé la garantía o seguridad total para el uso doméstico de las aguas del canal Tupac Amaru II con fines de consumo doméstico durante los otros meses que no fueron cuestión del ensayo.

Referencias bibliográficas

- Apaza, H. (Diciembre de 2013). Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa. Arequipa: Perú. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41014685/Tratamiento_de_agua-libre.PDF?1452306552=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTratamiento_de_agua.pdf&Expires=1712607494&Signature=UzLnSHXhlMsriDUWBnJQT5fAozMRTj2qQBGHV1CnD-lpsUQCU~9YwCOenYAzpxv
- Aranda, G. V. (2016). Efectos del glifosato sobre la salud humana. *El Centauro*(11). Obtenido de <file:///C:/Users/Roberto%20F/Downloads/portalderevistas,+art.+6+CENTAURO.pdf>
- Arias, L. (2021). *Guía para elaborar la operacionalización de variables*. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-3250-5287>
- Benel, I. (2022). *Tratamiento alternativo con biomasa vegetal para disminuir la concentración de arsénico en aguas subterránea utilizada como agua potable en el distrito de Mórrope*. Mórrope. Obtenido de file:///C:/Users/ING.Florentino%20Lujan/Downloads/Benel_Fern%C3%A1ndez_Doye_Isabel.pdf
- Carreño. (30 de marzo de 2016). *Scientificamerican*. Obtenido de <https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/cientificos-usan-cactus-para-purificar-el-agua/>

- Cobas, J. R. (marzo de 2010). La investigación científica como componente del proceso formativo del licenciado en literatura física. *Podium*, 10. Obtenido de <file:///C:/Users/Roberto%20F/Downloads/Dialnet-LaInvestigacionCientificaComoComponenteDelProcesoF-6174064.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2020). Proyecto de Ley que promueve la agroexportación y la seguridad alimentaria nacional., (pág. 12). Lima. Obtenido de https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/PL05540_20200617.pdf
- Defarge. (2018). Toxicidad de formulantes y metales pesados en herbicidas a base de glifosato y otros pesticidas. *Toxicology Reports*(5), 160. Obtenido de <https://www.elsevier.com/locate/toxrep>
- Echarte, L. Q. (Abril de 2019). EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS A TRAVÉS DEL CONSUMO DE ALIMENTOS EN LA POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. Burjassot, Valencia, España. Recuperado el 1 de noviembre de 2020, de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=uvT5MhKldug%3D>
- El Peruano. (07 de junio de 2017). *Decreto Supremo, N°004 2017 MINAM*. Obtenido de Decreto Supremo, N°004 2017 MINAM: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- El Peruano. (24 de abril de 2017). *Nomas Legales ELW*. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1280.pdf>

El Peruano. (24 de abril de 2017). Normas Legales El Peruano. Lima, Lima, Perú.

Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1280.pdf>

El Peruano. (16 de Enero de 2020). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-de-urgencia>. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 20 de noviembre de 2020, de

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-de-urgencia>:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-de-urgencia-que-modifica-el-decreto-legislativo-n-1-decreto-de-urgencia-n-011-2020-1846271-1/>

El Peruano. (31 de mayo de 2020). Normas Legales. (E. P. S.A., Ed.) *Aprueban el*

Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento en el Ambito Rural, págs. 36, 37. Recuperado el 13 de agosto de 2020

EPA. (junio de 2024). *National Primary Drinking Water Regulations*. Obtenido de

<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>

Escobal, L. (30 de abril de 2020). Eficiencia del tejido vegetal de *Armatocereus rauhii*

subsp. *balsasensis* (F. Ritter) Ostolaza y *Espostoa mirabilis* F. Ritter (Cactaceae) en la remoción de sólidos suspendidos totales en el agua para consumo humano del distrito de Balzas – Amazonas. *Arnaldoa*, 1(27). Obtenido de

<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v27n1/2413-3299-arnal-27-01-157.pdf>

Estado, A. E. (2023). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3>. Obtenido de

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-628

FAO. (2015). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>

FAO. (20 de junio de 2018). *FAO*. Obtenido de

<http://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>

- FAO-ICARDA CACTUSNET. (2012). *CACTUSNET NEWSLETTER*. San Tiago del Estero- Argentina: CACTUSNET. Obtenido de <https://www.cactusnetwork.org/wp-content/uploads/2016/12/Issue13January2013.pdf#page=96>
- Fernandez. (setiembre de 2020). Adsorción de Plomo de Aguas Cotaminadas Usando Cactus *Trichocereus cuzcoensis*. *ResearchGate*, 4. doi: 10.18687 / LACCEI2020.1.1.295
- Gomez, G. V. (08 de enero de 2018). *América Latina en Movimiento*. (ALAI, Ed.) doi:<https://www.alainet.org/es/articulo/190215>
- Gomez, G. V. (17 de julio de 2019). *Rebelión*. Obtenido de Rebelión: <https://rebellion.org/austria-el-primer-pais-de-la-ue-que-prohibe-el-glifosato/>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Obtenido de <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Kaczewer, J. (2003). Toxicología del Glifosato: Riesgos Para La Salud Humana. *Mama Coca*. Editora: Arq. Nancy Mac Kay. Obtenido de http://www.mamacoca.org/FSMT_sept_2003/es/doc/kaczewer_toxicologia_del_glifosato_es.htm
- Livia, E. (Abril de 2004). *Mama Coca*. Obtenido de http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/Ecosistemas_Colombianos.htm
- Los ÁngelesTimes. (21 de mayo de 2021). La sabiduría de una abuela mexicana dio el éxito a su nieta inventora en EEUU. *Los Angeles Times*. Obtenido de <https://www.latimes.com/espanol/>: <https://www.latimes.com/espanol/>
- Mahecha, P. T. (21 de diciembre de 2017). Análisis de estudios en metales pesados en zonas agrícolas de Colombia. *Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana ICAOC*, 85. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v21s1/0121-3709-rori-21-s1-00083.pdf>

- Mancilla, C. S. (31 de diciembre de 2020). Metales pesados arsénico y boro en agua de riego subterráneo en Zacoalco de Torres y Autlán en Navarra Jalisco. *Agrociencia CP*, 55(23), 2021. Jalisco, México. Obtenido de <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/issue/view/181/7>
- Martínez, E. C. (enero de 2018). CONTAMINANTES DE PROBLEMÁTICA EMERGENTE EN EL MEDIO AMBIENTE. EL RÍO TURIA COMO. Burjassot, Valencia, España. Recuperado el 15 de nov de 2020, de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=5QLqbnHjooE%3D>
- Martínez, M. L. (26 de enero de 2018). DETERMINACIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EMERGENTES EN EL MEDIO AMBIENTE Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN HUMANOS. Moncada, Valencia, España. Recuperado el 14 de noviembre de 2020, de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=DS6ljdNvtcc%3D>
- McGraw-Hill. (1992). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Cactus>
- Méndez, b. C. (diciembre de 2012). Influencia del pH y la alcalinidad en la adsorción de As y metales pesados por oxihidróxidos de Fe en jales mineros de tipo skarn de Pb-Zn-Ag. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol.29 no.3(Párrafo 29). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742012000300009
- Milenio. (19 de mayo de 2021). *Milenio*. Obtenido de <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/norma-alcantar-ingeniera-quimica-limpia-agua-nopal>
- MINISTERI DE JUSTICIA. (24 de ABRIL de 2017). DECRETO LEGISLATIVO N° 1280. LIMA, LIMA, PERÚ. Recuperado el 10 de NOVIEMBRE de 2020, de

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1280.pdf>

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2022). *Glifosato en aguas continentales*. Madrid , ESpaña. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/informe-glifosato-julio-2022_tcm30-544631.pdf

Morales, J. y. (2021). *Tuna, potencial adsorbente de cobre (Cu²⁺), hierro (Fe³⁺) y cromo (Cr³⁺) de aguas contaminadas*. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29395/Tesis_K.Gamboa_J.Morales_PDF_TOTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morán. G., A. D. (2010). *Métodos de Investigación*. Mexico: Pearson. Obtenido de <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>

N. Defarge J. Spiroux de Vendômois, G. S. (2018). Toxicidad de formulantes y metales pesados en herbicidas a base de glifosato y otros pesticidas. *ELSEVIER*, 158, 159. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221475001730149X?token=41F1AFFC7064A4BB1C54D9BC5CDE62A359D0271C948D3E0F9F4DB74479E6A30F539644F7F56407A78B1000840CCF7D77&originRegion=us-east-1&originCreation=20210525024729>

Nacimiento., G. A. (mayo de 2019). El derecho social al agua y su efectividad en la realidad brasileña y española. Valencia, España.

Nano, C. O. (2007). El Género *Armatocereus* Backeberg. En C. O. Nano. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/articulos/ART%2011%20corregido.pdf>

Naturalista. (2021). *colombia.naturalista.org*. Obtenido de colombia.naturalista.org:

<https://colombia.inaturalist.org/taxa/437289-Armatocereus-cartwrightianus>

New Jersey Department of Health. (2012). Hoja Informativa. *NJHealth*, 06. Obtenido de

<https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/3139sp.pdf>

Neyra, J. L. (2018). ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA, CUENCA MOTUPE – OLMOS – LA LECHE.

MOTUPE – OLMOS, LAMBAYEQUE. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3040/BC-TES-TMP-1859.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nivia, E. (2003). *Efectos sobre la salud y el ambiente del herbicida que contiene glifosato*.

Recuperado el 29 de julio de 2022, de

http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/Nivia_Efectos_salud_ambiente_herbicidas_con_Glifosato.pdf

Ordoñez, e. a. (octubre de 2018). *Efectos del glifodato en la salud reproductiva humana*.

Universidad de Valle. Universidad de Valle. Recuperado el 24 de julio de 2022, de <https://reproductiverights.org/sites/default/files/documents/Glifosato%20y%20salud%20reproductiva.pdf>

Organismo Mundial de la Salud. (26 de abril de 2018). *Sitio Web Mundial OMS*. (OMS, Ed.) Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de Sitio Web Mundial OMS:

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq-4-anexo5-spa.pdf

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura . (2022). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta*. Obtenido

de <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>

Osores, F. G. (diciembre de 2010). *Mercurio y salud en Madre de Dios, Perú*. Obtenido de

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-646122>

- Paravani, E. S. (2016). Determinación de la concentración de glifosato en agua mediante la técnica de inmunoabsorción ligada a enzimas (elisa). *4*, 32 (4) 399-406,. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v32n4/0188-4999-rica-32-04-00399.pdf>
- Pavón, Z. (14 de setiembre de 2021). *Escuela Superior Politécnica del Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/15439>
- Peña, G. y. (2019). *Estudio del efecto de la contaminación de roductos agrícolas irrigados con aguas de a Sub cuenca del Río Huantanay*. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4259/253T20190354_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Plan de Manejo Ambiental de Cultvos Ilícitos. (2000). Obtenido de http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/glifosato_DNE.pdf
- Ramierz, J. y. (Enero de 2016). Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua. *researchgate.net*, *11*(2), 136-153.
doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.1303>
- Ramírez, F. (febrero de 2021). El herbicida glifosato. *Universidad Nacional de Costa Rica*(44). Obtenido de https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/Documentos-recopilatorios-relevantes/El_herbicida_glifosato_y_sus_alternativas_UNA.pdf
- Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". (2017). Metales Tóxicos en Ailmentos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"*, *48*(1-2). Obtenido de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_inhrr/article/view/15102/144814481766
- Reyes, Y. I. (2016). *Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Ingeniería Investigación y Desarrollo.
doi:<https://doi.org/10.19053/1900771X.v16.n2.2016.5447>

- Rodríguez, K. d. (2019). Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas de Mérida C.A. (Venezuela). Merida, Venezuela. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de <file:///C:/Users/ROBERTO%2069/Downloads/Pe%C3%B1a%20-%20Desarrollo%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20del%20desempe%C3%B1o%20y%20la%20sostenibilidad%20ambient....pdf>
- Rosales, E. R. (julio de 2019). “EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL USO Y GESTIÓN DEL AGUA DE RIEGO EN LA JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO CHIRA, PROVINCIA DE SULLANA – REGIÓN PIURA.”. Sullana, Piura, Perú. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1849/DOC-RUI-ROS-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rubattino, G. (2021). *Relación entre la naturaleza de las variables y el nivel investigativo con las medidas estadísticas utilizadas en tesis sustentadas por egresados de pregrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María Arequipa - 2017*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11418/B4.2319.MG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ugaz, W. A. (21 de diciembre de 2018). “Modelo de gestión para la gobernabilidad del agua en la cuenca Chancay – Lambayeque”. “*Modelo de gestión para la gobernabilidad del agua en la cuenca Chancay – Lambayeque*”. Lambayeque, Lambayeque, Perú. Recuperado el 15 de noviembre de 2020, de

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/5900/Tesis%20Walter%20Antonio%20Campos%20Ugaz.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Vargas, K. L. (2011). *Biosorción de metales pesados en aguas contaminadas, utilizando diferentes cortezas de frutos de desecho*. Puebla, Mexico. Obtenido de file:///C:/Users/Roberto%20F/Downloads/Biosorption_of_heavy_metals_in_polluted.pdf

Verastegui, Á. G. (2012). Enfermedad del parkinson por exposición ocupacional al Paracuat. *Reportes Breves*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2012/im126n.pdf>

Vizcay, G. (marzo de 2017). *Zero biocidas*. doi:<https://zero-biocidas.blogspot.com.ar/>

Vizcay, G. (18 de enero de 2018). *EcoDebate*. Obtenido de <https://www.ecodebate.com.br/2018/01/08/impactante-estudio-muestra-que-los-herbicidas-de-glifosato-contienen-niveles-toxicos-de-arsenico-por-graciela-vizcay-gomez/>

World Health Organization. (2015). Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. *International Agency for Research on Cancer, 112, 2*. Obtenido de <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>

Zirena, G. C. (agosto de 2018). Cielo Perú. *Glifosato en cuerpos hídricos: problema ambiental, 20(3)*. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.396>

Anexos

Anexo 01

Informe de ensayo de metales pesados y propiedades físicas de las aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de setiembre para octubre de 2022 (1 de 3)

INFORME DE ENSAYO N° 220010887/2022

Razón social del cliente: Roberto Florentino Chiroque Lujan **RUC:** 10027705702
Domicilio legal del cliente: Calle Callao 712 Castilla, Piura. **CMA:** CMA2022/5920

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial
Número de Muestras: 01
Presentación: Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 3L
Procedencia: No Indica
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: No Indica
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: No Indica
Fecha de recepción de la muestra: 06/10/2022
Código de Muestra: 220010887
Fecha de inicio de análisis: 06/10/2022
Fecha de término de análisis: 14/10/2022
Fecha de emisión: 19/10/2022

Página 1 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Níquel	0,001	mg Ni/L	< 0,001
Plomo	0,006	mg Pb/L	< 0,006
Arsénico	0,008	mg As/L	< 0,008
Cadmio	0.0004	mg Cd/L	< 0,0004
Cobalto	0,007	mg Co/L	< 0,007
Cromo	0,0008	mg Cr/L	< 0,0008
Mercurio	0,001	mg Hg/L	< 0,001
pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	6,87

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

Anexo 2

Informe de ensayo de metales pesados y propiedades físicas de las aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de setiembre para octubre de 2022 (2 de 3)

INFORME DE ENSAYO N° 220010887/2022

Página 2 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Salinidad	0,01	ppt	0,31
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	0,01	uS/cm	476,00
Turbidez	0,05	NTU	0,42

..C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Níquel	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Arsénico	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cadmio	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cobalto	Method 200.7: Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio	EPA Method 245.1, Rev. 3 1994 Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Salinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. Salinity. Electrical Conductivity Method. 2017.
Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd.Ed.2017 Conductivity. Laboratory Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd.Ed.2017 Turbidity. Nephelometric Method

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

Anexo 3

Informe de ensayo de metales pesados y propiedades físicas de las aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de setiembre para octubre de 2022 (3 de 3)

INFORME DE ENSAYO N° 220010887/2022

Página 3 de 3

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".

FIN DE DOCUMENTO

Análisis de glifosato

Anexo 04

Análisis de Glifosato 1/4

INFORME DE ENSAYO N° 220007075/2022

Razón social del cliente: Roberto F. Chiroque **RUC:** DNI. 02770570
Domicilio legal del cliente: LIMA **CMA:** CMA2022/2903

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial
Número de Muestras: 01
Presentación: Frasco de vidrio / Una (01) unidad de 1Lt
Procedencia: AYABACA PIURA
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 07/07/2022-17:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P-1 / MUESTRA CAMAL RIEGO / PARTE ALTA 1
Fecha de recepción de la muestra: 08/07/2022
Código de Muestra: 220007075
Fecha de inicio de análisis: 08/07/2022
Fecha de término de análisis: 18/07/2022
Fecha de emisión: 19/07/2022

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Glifosato	0,001	mg/L	< 0,001

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Glifosato	BC-CMA-920-Determinación de Glifosato por HPLC

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

Anexo 05

Análisis de Glifosato 2/4

INFORME DE ENSAYO N° 220007076/2022

Razón social del cliente: Roberto F. Chiroque **RUC:** DNI. 02770570
Domicilio legal del cliente: LIMA **CMA:** CMA2022/2903

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial
Número de Muestras: 01
Presentación: Frasco de vidrio / Una (01) unidad de 1Lt
Procedencia: AYABACA PIURA
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 07/07/2022-17:30 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P-2 / MUESTRA CAMAL RIEGO / PARTE MEDIA 2
Fecha de recepción de la muestra: 08/07/2022
Código de Muestra: 220007076
Fecha de inicio de análisis: 08/07/2022
Fecha de término de análisis: 18/07/2022
Fecha de emisión: 19/07/2022

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Glifosato	0,001	mg/L	< 0,001

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Glifosato	BC-CMA-920-Determinación de Glifosato por HPLC

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

Anexo 06

Informe de ensayo de presencia de glifosato en aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de julio a octubre de 2022. (3 de 4)

INFORME DE ENSAYO N° 220007077/2022

Razón social del cliente: Roberto F. Chiroque **RUC:** DNI. 02770570
Domicilio legal del cliente: LIMA **CMA:** CMA2022/2903

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial
Número de Muestras: 01
Presentación: Frasco de vidrio / Una (01) unidad de 1Lt
Procedencia: AYABACA PIURA
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 07/07/2022-18:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P-3 / MUESTRA CAMAL RIEGO / PARTE BAJA 3
Fecha de recepción de la muestra: 08/07/2022
Código de Muestra: 220007077
Fecha de inicio de análisis: 08/07/2022
Fecha de término de análisis: 18/07/2022
Fecha de emisión: 19/07/2022

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Glifosato	0,001	mg/L	< 0,001

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Glifosato	BC-CMA-920-Determinación de Glifosato por HPLC

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

Anexo 07

Informe de ensayo de presencia de glifosato en aguas del canal Tupac Amaru II del caserío Tomapampa de Jambur del mes de julio a octubre de 2022. (4 de 4)

INFORME DE ENSAYO N° 220007078/2022**Razón social del cliente:** Roberto F. Chiroque**RUC:** DNI. 02770570**Domicilio legal del cliente:** LIMA**CMA:** CMA2022/2903

Producto declarado: Agua Natural / Agua Superficial
 Número de Muestras: 01
 Presentación: Frasco de vidrio / Una (01) unidad de 1Lt
 Procedencia: AYABACA PIURA
 Condición de la muestra: Refrigerada
 Muestreado por: El cliente
 Procedimiento de muestreo: No Aplica
 Plan de muestreo: No Aplica
 Fecha y hora de muestreo: 07/07/2022-18:30 h
 Coordenadas: No Indica
 Punto de muestreo: P-4 / MUESTRA CAMAL RIEGO / PARTE ORILLA 4
 Fecha de recepción de la muestra: 08/07/2022
 Código de Muestra: 220007078
 Fecha de inicio de análisis: 08/07/2022
 Fecha de término de análisis: 18/07/2022
 Fecha de emisión: 19/07/2022

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Glifosato	0,001	mg/L	< 0,001

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Glifosato	BC-CMA-920-Determinación de Glifosato por HPLC

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".

FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-16-01 / V03, 2022.03.30

INFORME DE ENSAYO DE METALES PESADOS

Anexo 08

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (1 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO MA2238616 Rev. 0

Página 1 de 11

Análisis solicitado por:	CH PROJEKTE SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - CH PROJEKTE S.R.L.		
Dirección:	CAL.CALLAO NRO. 712 SECT. CASTILLA (A DOS CASAS DE REGENDA MOTOS) PIURA - PIURA - CASTILLA - PIURA		
Solicitud de Ensayo:	235839	Cantidad Muestras:	18
Categoría:	AGUA	Fecha de Recepción:	05-10-2022
Sub-categoría:	AGUA SUPERFICIAL	Fecha de Ensayo:	07-10-2022
Procedencia:	MUESTRA RECIBIDA	Fecha de Emisión:	07-10-2022
Muestreado por:	MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE		
Recepción de Muestra:	FRASCO DE PLASTICO		

Análisis	Método
Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)

Emitido en Callao-Perú el 07-10-2022

Frank M. Julcamoro Quispe
CQP 1033
Coordinador de Laboratorio

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo 09

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (2 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 2 de 11

Metales Totales

Identificación de Muestra	L.D.	L.C.	AGUA / T0 R3 / CH PROJEKTE	AGUA / T1 R3 / CH PROJEKTE	AGUA / T2 R3 / CH PROJEKTE	AGUA / T3 R3 / CH PROJEKTE
			01-10-2022 00:00	01-10-2022 00:00	01-10-2022 00:00	01-10-2022 00:00
Aluminio Total (mg/L)	0.001	0.003	0.025	0.152	0.167	0.106
Antimonio Total (mg/L)	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00341	0.00443	0.00273	0.00208
Bario Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0265	0.0652	0.0662	0.0334
Berilio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total (mg/L)	0.002	0.006	0.048	0.063	0.064	0.057
Cadmio Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00004	<0.00003	0.00004	0.00013
Calcio Total (mg/L)	0.003	0.009	29.252	42.132	40.781	32.435
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00009	0.00052	0.00030	0.00023
Cobre Total (mg/L)	0.00003	0.000090	0.00120	0.00270	0.00209	0.00383
Cromo Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0004	<0.0003	0.0003
Estaño Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00012	0.00011	<0.00010	0.00044
Estroncio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.1944	0.2892	0.2922	0.2246
Fósforo Total (mg/L)	0.015	0.047	<0.047	0.326	0.324	0.290
Galio Total (mg/L)	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00024	0.00025	0.00019
Germanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.0367	0.1177	0.1206	0.1085
Lantano Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0006	0.0010	0.0010	0.0007
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total (mg/L)	0.001	0.003	15.565	29.728	29.261	17.042
Manganeso Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00238	0.05714	0.05483	0.02759
Mercurio Total (mg/L)	0.00003	0.000090	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00408	0.00426	0.00448	0.00451
Niobio Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0006	0.0012	0.0013	0.0012
Plata Total (mg/L)	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 10

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (3 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 3 de 11

Metales Totales

			AGUA / T0 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T2 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Piombo Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total (mg/L)	0.04	0.13	1.48	60.96	60.64	27.83
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0009	0.0018	0.0186	0.0188	0.0066
Selenio Total (mg/L)	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total (mg/L)	0.04	0.128	10.59	11.64	11.31	9.65
Sodio Total (mg/L)	0.006	0.019	54.283	56.750	56.039	56.529
Talio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total (mg/L)	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total (mg/L)	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
torio Total (mg/L)	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0016	0.0027	0.0027	0.0027
Uranio Total (mg/L)	0.000003	0.000010	0.000685	0.000652	0.000669	0.000669
Vanadio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0129	0.0116	0.0119	0.0127
Wolframio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0026	0.0380	0.0219	0.0153	0.0141
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

			AGUA / T4 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T0 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Aluminio Total (mg/L)	0.001	0.003	0.222	0.122	0.027	0.152
Antimonio Total (mg/L)	0.00004	0.00013	0.00014	0.00018	0.00014	0.00017
Arsénico Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00352	0.00398	0.00336	0.00419
Bario Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.2327	0.1370	0.0338	0.0462
Berilio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total (mg/L)	0.002	0.006	0.140	0.094	0.051	0.057
Cadmio Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00098	0.00043	<0.00003	0.00012
Calcio Total (mg/L)	0.003	0.009	88.900	62.381	31.633	35.448
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.00024	0.00052	0.00036	<0.00024	<0.00024
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00124	0.00184	0.00007	0.00026
Cobre Total (mg/L)	0.00003	0.000090	0.01324	0.00478	0.00153	0.00652

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (1 de 11)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 11

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (4 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 4 de 11

Metales Totales

	AGUA / T4 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T0 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00		
Cromo Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0007	0.0005	<0.0003	<0.0003
Estaño Total (mg/L)	0.0003	0.0001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.9456	0.6034	0.2405	0.2943
Fósforo Total (mg/L)	0.015	0.047	2.794	0.641	<0.047	0.475
Galio Total (mg/L)	0.00004	0.00012	0.00051	0.00038	0.00022	0.00042
Germanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.3894	0.4627	0.0441	0.1464
Lantano Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0026	0.0020	0.0006	0.0007
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total (mg/L)	0.001	0.003	57.119	36.941	15.339	17.888
Manganeso Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.16613	0.16706	0.00168	0.03531
Mercurio Total (mg/L)	0.00003	0.000090	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00498	0.00479	0.00505	0.00607
Niobio Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0012	0.0017	<0.0006	0.0013
Plata Total (mg/L)	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Piombo Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0017	<0.0006	<0.0006
Potasio Total (mg/L)	0.04	0.13	290.74	60.75	1.56	46.77
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0009	0.0650	0.0154	0.0022	0.0122
Selenio Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.0017	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total (mg/L)	0.04	0.128	11.09	12.98	10.98	11.72
Sodio Total (mg/L)	0.006	0.019	67.349	67.069	53.814	56.014
Talio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00015	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total (mg/L)	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total (mg/L)	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total (mg/L)	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0131	0.0044	0.0012	0.0038
Uranio Total (mg/L)	0.000003	0.000010	0.000504	0.000543	0.000734	0.000645
Vanadio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0120	0.0138	0.0124	0.0135
Wolframio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 12

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (5 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 5 de 11

Metales Totales

			AGUA / T4 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R3 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T0 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0026	0.0415	0.0185	0.0057	0.0197
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

Identificación de Muestra	L.D.	L.C.	AGUA / T2 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T4 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R2 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Aluminio Total (mg/L)	0.001	0.003	0.146	0.118	0.220	0.098
Antimonio Total (mg/L)	0.00004	0.00013	0.00015	0.00013	0.00018	0.00017
Arsénico Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00395	0.00412	0.00243	0.00368
Bario Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0390	0.0387	0.2735	0.1182
Berilio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total (mg/L)	0.002	0.006	0.056	0.055	0.149	0.087
Cadmio Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00025	0.00011	0.00104	0.00037
Calcio Total (mg/L)	0.003	0.009	33.173	34.271	94.979	57.383
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024	0.00050	0.00024
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00036	0.00020	0.00135	0.00112
Cobre Total (mg/L)	0.00003	0.000090	0.00648	0.00408	0.01373	0.00360
Cromo Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0003	<0.0003	0.0007	0.0007
Estaño Total (mg/L)	0.00003	0.0001	<0.00010	<0.00010	0.00018	<0.00010
Estroncio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.2482	0.2563	1.0848	0.5306
Fósforo Total (mg/L)	0.015	0.047	0.511	0.299	2.756	0.522
Galio Total (mg/L)	0.00004	0.00012	0.00027	0.00031	0.00076	0.00037
Germanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.1484	0.1138	0.3641	0.3024
Lantano Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0007	0.0007	0.0027	0.0018
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total (mg/L)	0.001	0.003	16.881	17.314	58.182	31.455
Manganeso Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.03625	0.02422	0.17388	0.12197
Mercurio Total (mg/L)	0.00003	0.000090	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 13

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (6 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N°LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 6 de 11

Metales Totales

			AGUA / T2 R2 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R2 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T4 R2 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R2 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00
Molibdeno Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00489	0.00523	0.00578	0.00471
Niobio Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0015	0.0007	0.0014	0.0009
Plata Total (mg/L)	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	0.0009	<0.0006
Potasio Total (mg/L)	0.04	0.13	44.67	28.13	305.53	54.11
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0009	0.0103	0.0073	0.0756	0.0141
Selenio Total (mg/L)	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	0.0019	<0.0013
Silicio Total (mg/L)	0.04	0.128	10.44	11.32	11.46	11.43
Sodio Total (mg/L)	0.006	0.019	52.546	56.762	68.348	60.055
Talio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	0.00014	<0.00006
Tantalo Total (mg/L)	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total (mg/L)	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
torio Total (mg/L)	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0037	0.0027	0.0137	0.0037
Uranio Total (mg/L)	0.000003	0.000010	0.000619	0.000680	0.000483	0.000489
Vanadio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0110	0.0120	0.0121	0.0114
Wolframio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0026	0.0244	0.0057	0.0346	0.0182
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

			AGUA / T0 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T2 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00
Identificación de Muestra	L.D.	L.C.				
Aluminio Total (mg/L)	0.001	0.003	0.033	0.153	0.130	0.142
Antimonio Total (mg/L)	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00279	0.00362	0.00314	0.00369
Bario Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0298	0.0722	0.0350	0.0355
Berilio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total (mg/L)	0.002	0.006	0.054	0.068	0.057	0.060
Cadmio Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	0.00029	0.00006	0.00006
Calcio Total (mg/L)	0.003	0.009	32.837	43.252	33.507	34.157

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Anexo 14

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (7 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 7 de 11

Metales Totales

			AGUA / T0 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T2 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R1 / CH PROYEKTE 01-10-2022 00:00
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00012	0.00038	0.00029	0.00023
Cobre Total (mg/L)	0.00003	0.000090	0.00099	0.00388	0.00615	0.00451
Cromo Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total (mg/L)	0.00003	0.0001	<0.00010	<0.00010	0.00014	<0.00010
Estroncio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.2143	0.3060	0.2192	0.2298
Fósforo Total (mg/L)	0.015	0.047	<0.047	0.302	0.485	0.314
Galio Total (mg/L)	0.00004	0.00012	0.00023	0.00043	0.00026	0.00027
Germanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.0340	0.1314	0.1372	0.1553
Lantano Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total (mg/L)	0.001	0.003	16.102	28.586	17.464	17.859
Manganeso Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00332	0.05948	0.03738	0.03017
Mercurio Total (mg/L)	0.00003	0.000090	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00468	0.00470	0.00433	0.00464
Niobio Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0011	0.0014	0.0008
Plata Total (mg/L)	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total (mg/L)	0.04	0.13	1.65	62.79	46.09	30.32
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0009	0.0020	0.0204	0.0091	0.0068
Selenio Total (mg/L)	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total (mg/L)	0.04	0.128	11.81	11.41	10.95	11.91
Sodio Total (mg/L)	0.006	0.019	56.399	55.604	54.400	57.770
Talio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total (mg/L)	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total (mg/L)	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total (mg/L)	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Anexo 15

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (8 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 8 de 11

Metales Totales

			AGUA / T0 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T1 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T2 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T3 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Titanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0012	0.0026	0.0037	0.0040
Uranio Total (mg/L)	0.000003	0.000010	0.000731	0.000656	0.000605	0.000693
Vanadio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0132	0.0123	0.0116	0.0128
Wolframio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0026	<0.0026	0.0149	0.0126	0.0106
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

Identificación de Muestra

	L.D.	L.C.	AGUA / T4 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Aluminio Total (mg/L)	0.001	0.003	0.190	0.146
Antimonio Total (mg/L)	0.00004	0.00013	<0.00013	0.00014
Arsénico Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00304	0.00497
Bario Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.2580	0.1244
Berilio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	<0.00003	<0.00003
Boro Total (mg/L)	0.002	0.006	0.159	0.090
Cadmio Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00085	0.00030
Calcio Total (mg/L)	0.003	0.009	105.257	59.451
Cerio Total (mg/L)	0.00008	0.00024	0.00048	0.00033
Cesio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total (mg/L)	0.00001	0.000030	0.00133	0.00132
Cobre Total (mg/L)	0.00003	0.000090	0.01434	0.00410
Cromo Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0004	<0.0003
Estaño Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.00013	<0.00010
Estroncio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	1.0016	0.5347
Fósforo Total (mg/L)	0.015	0.047	2.878	0.577
Galio Total (mg/L)	0.00004	0.00012	0.00063	0.00052
Germanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total (mg/L)	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.3775	0.3787
Lantano Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0029	0.0019

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo 16

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (9 de 11)

INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 9 de 11

Metales Totales

			AGUA / T4 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00	AGUA / T5 R1 / CH PROJEKTE 01-10-2022 00:00
Lutecio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total (mg/L)	0.001	0.003	60.883	33.316
Manganeso Total (mg/L)	0.00003	0.0001	0.17993	0.13157
Mercurio Total (mg/L)	0.00003	0.000090	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00547	0.00502
Niobio Total (mg/L)	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0018	0.0013
Plata Total (mg/L)	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total (mg/L)	0.04	0.13	325.65	57.12
Rubidio Total (mg/L)	0.0003	0.0009	0.0703	0.0141
Selenio Total (mg/L)	0.0004	0.0013	0.0016	<0.0013
Silicio Total (mg/L)	0.04	0.128	11.92	12.12
Sodio Total (mg/L)	0.006	0.019	70.428	61.779
Talio Total (mg/L)	0.00002	0.000060	0.00016	<0.00006
Tantalio Total (mg/L)	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total (mg/L)	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total (mg/L)	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	0.0138	0.0045
Uranio Total (mg/L)	0.000003	0.000010	0.000511	0.000595
Vanadio Total (mg/L)	0.0001	0.0003	0.0131	0.0135
Wolframio Total (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total (mg/L)	0.0008	0.0026	0.0332	0.0112
Zirconio Total (mg/L)	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900

www.sgs.pe

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

Anexo 17

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (10 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 10 de 11

Control de Calidad

MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Metales Totales

Método : EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled
Plasma-Mass spectrometry, 2015 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Plata Total	mg/L	1e-005	<0.000010	0%	98 - 101%	98%	1%
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 100%	99%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.0001	<0.00010	0%	100 - 103%	101%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 8%	91 - 96%	101%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 5%	99 - 100%	98%	0%
Berilio Total	mg/L	6e-005	<0.00006	0%	95 - 99%	101%	0%
Bismuto Total	mg/L	3e-005	<0.00003	0%	97 - 98%	98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	99 - 102%	100%	0%
Cadmio Total	mg/L	3e-005	<0.00003	0%	100 - 102%	96%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	103 - 122%	100%	1%
Cobalto Total	mg/L	3e-005	<0.00003	1 - 7%	91 - 93%	95%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	94 - 95%	94%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	99 - 103%	103%	0%
Cobre Total	mg/L	9e-005	<0.00009	0 - 6%	98 - 103%	100%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	96 - 99%	98%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	1 - 2%	99 - 101%	100%	0%
Alemanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 104%	97%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	102 - 109%	102%	1%
Mercurio Total	mg/L	9e-005	<0.00009	0 - 1%	100 - 110%	100%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 3%	99 - 100%	98%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	96 - 100%	99%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	98 - 99%	93%	0%
Lutecio Total	mg/L	6e-005	<0.00006	0%	98 - 106%	106%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 4%	101 - 107%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.0001	<0.00010	0 - 5%	96 - 99%	101%	0%
Molibdeno Total	mg/L	6e-005	<0.00006	0 - 1%	93 - 99%	95%	1%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 3%	102 - 106%	104%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	105 - 106%	99%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	99%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	1 - 8%	99%	100%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	96 - 99%	100%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 5%	104 - 106%	101%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	101%	95%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	98 - 101%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.13	0 - 5%	93 - 99%	92%	0%

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo 18

Informe de ensayo de laboratorio para los tratamientos en estudio 2022 (11 de 11)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2238616 Rev. 0

Página 11 de 11

			MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Estaño Total	mg/L	0.0001	<0.00010	0 - 2%	103 - 109%	99%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	97 - 102%	99%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	99 - 101%	100%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 100%	100%	0%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	95 - 100%	92%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 8%	98 - 102%	97%	0%
Talio Total	mg/L	6e-005	<0.00006	0%	91 - 92%	100%	0%
Uranio Total	mg/L	1e-005	<0.000010	0 - 3%	100%	100%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	94 - 97%	92%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	105 - 107%	97%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 5%	99 - 109%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	102 - 108%	102%	0%

Este documento es emitido bajo sus Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo 19

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (1 de 6)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0**

**CH PROJEKTE SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - CH
PROJEKTE S.R.L.**

CAL.CALLAO NRO. 712 SECT. CASTILLA (A DOS CASAS DE REGENDA MOTOS) PIURA - PIURA -
CASTILLA - PIURA

ENV / LB-351133-002

PROCEDENCIA : PAIMAS - AYABACA - PIURA

Fecha de Recepción SGS : 16-06-2022

Fecha de Ejecución : Del 16-06-2022 al 22-06-2022

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M1
M2
M3
M4

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 22/06/2022

Frank M. Julcamoro Quispe

C.Q.P. 1033

Coordinador de Laboratorio

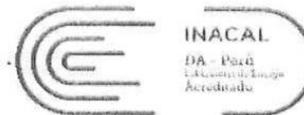
"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Anexo 20

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N.º LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M1	M2
FECHA DE MUESTREO					15/06/2022	15/06/2022
HORA DE MUESTREO					02:30:00	02:50:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
SUB CATEGORIA					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Conductividad	EW APHA2510B	µS/cm	--	--	382.00 ± 80.22	473.00 ± 99.33
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.223 ± 0.110	0.891 ± 0.080
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00261 ± 0.00029	0.00272 ± 0.00030
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0345 ± 0.0031	0.0384 ± 0.0035
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00010	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.034 ± 0.004	0.047 ± 0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00009 ± 0.00002	0.00013 ± 0.00003
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	40.399 ± 4.040	45.564 ± 4.556
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00129 ± 0.00010	0.00080 ± 0.00006
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00073 ± 0.00007	0.00062 ± 0.00006
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00330 ± 0.00083	0.00285 ± 0.00071
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0013 ± 0.0003	0.0003 ± 0.0001
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1901 ± 0.0171	0.2302 ± 0.0207
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	0.109 ± 0.031	0.157 ± 0.044
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00048 ± 0.00004	0.00038 ± 0.00003
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.4573 ± 0.1186	1.0716 ± 0.0857
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ± 0.0001	0.0008 ± 0.0001
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	9.575 ± 1.149	11.082 ± 1.330
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.04865 ± 0.00341	0.04790 ± 0.00335
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00288 ± 0.00066	0.00381 ± 0.00088
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0016 ± 0.0004	0.0011 ± 0.0003
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.0001	0.0010 ± 0.0001
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	1.96 ± 0.16	1.86 ± 0.15
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0044 ± 0.0004	0.0029 ± 0.0003
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	24.39 ± 2.93	24.85 ± 2.98
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	11.40 ± 1.37	11.61 ± 1.39
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	25.227 ± 2.775	31.083 ± 3.419
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Torio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0471 ± 0.0061	0.0366 ± 0.0048
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000778 ± 0.000163	0.000908 ± 0.000191
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0117 ± 0.0018	0.0122 ± 0.0018
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0131 ± 0.0013	0.0155 ± 0.0016
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

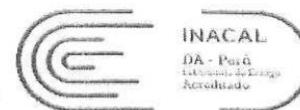
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M3	M4
FECHA DE MUESTREO					15/06/2022	15/06/2022
HORA DE MUESTREO					03:15:00	04:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
SUB CATEGORIA					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Conductividad	EW APHA2510B	µS/cm	--	--	494.00 ± 103.74	478.00 ± 100.38
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.643 ± 0.058	0.645 ± 0.058
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00305 ± 0.00034	0.00242 ± 0.00027
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0423 ± 0.0038	0.0402 ± 0.0036

Anexo 21

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0

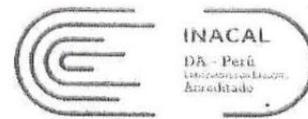
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M3	M4
FECHA DE MUESTREO					15/06/2022	15/06/2022
HORA DE MUESTREO					03:15:00	04:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metas pesadas						
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00010	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.057 ± 0.007	0.056 ± 0.007
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00006 ± 0.00001	0.00008 ± 0.00002
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	48.641 ± 4.864	43.484 ± 4.348
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00061 ± 0.00005	0.00043 ± 0.00003
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00048 ± 0.00004	0.00040 ± 0.00004
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00250 ± 0.00063	0.00239 ± 0.00060
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2626 ± 0.0236	0.2511 ± 0.0226
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	0.149 ± 0.042	0.058 ± 0.016
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00025 ± 0.00002	0.00029 ± 0.00002
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.8111 ± 0.0649	0.7518 ± 0.0601
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0011 ± 0.0001	0.0006 ± 0.0001
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	13.534 ± 1.624	11.935 ± 1.432
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03484 ± 0.00244	0.02851 ± 0.00200
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00428 ± 0.00098	0.00424 ± 0.00098
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0010 ± 0.0002	0.0009 ± 0.0002
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	1.81 ± 0.14	1.26 ± 0.10
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0025 ± 0.0003	0.0020 ± 0.0002
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	27.33 ± 3.28	24.04 ± 2.88
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	12.77 ± 1.53	11.24 ± 1.35
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	40.126 ± 4.414	37.071 ± 4.078
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0262 ± 0.0034	0.0321 ± 0.0042
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.001013 ± 0.000213	0.001035 ± 0.000217
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0133 ± 0.0020	0.0121 ± 0.0018
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0083 ± 0.0008	<0.0026
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Anexo 22

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro RPL - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

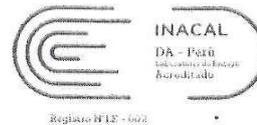
Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Conductividad	µS/cm	--		1 - 2%	99 - 100%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	91 - 96%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 95%	94%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 3%	94 - 101%	99%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	5 - 8%	93 - 98%	97%	4%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 106%	103%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	95 - 100%	92%	4%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 5%	101%	105%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 1%	92 - 97%	95%	1%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	102 - 103%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	98 - 117%	91%	6%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 100%	92%	3%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 2%	91 - 92%	95%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 97%	98%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93%	94%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	98 - 101%	95%	2%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 8%	100 - 108%	100%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 1%	99 - 100%	97%	5%
Gaio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	101 - 106%	105%	3%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 102%	91%	3%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	92 - 104%	95%	7%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	92 - 101%	91%	4%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 97%	94%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1 - 3%	98 - 104%	93%	0%
Lulecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 108%	101%	7%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	98 - 102%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 96%	93%	3%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	101 - 104%	99%	8%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99%	102%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 98%	93%	8%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 1%	94 - 95%	96%	0%
Plata Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	97 - 98%	98%	3%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 107%	94%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	2 - 6%	96 - 101%	93%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	1 - 3%	103%	106%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	3 - 4%	93 - 100%	94%	2%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 5%	93%	94%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 5%	93 - 100%	94%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	5 - 7%	105%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	96%	4%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	94 - 101%	97%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	101 - 104%	100%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	93 - 95%	93%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 98%	97%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 7%	95 - 96%	94%	6%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	96 - 99%	94%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	97 - 107%	100%	5%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 100%	94%	4%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	97 - 99%	109%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	97 - 107%	104%	4%

Anexo 23

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2510B	Callao	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed. 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)

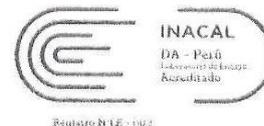
Presionar aquí para editar texto

Anexo 24

Ensayo de muestras de aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur de julio a octubre de 2021 (6 de 6)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2224878 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*). Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio; su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo 25

Identificación del propietario de las muestras para el análisis y ensayos de los

tratamientos en estudio y en laboratorio acreditados

REPRESENTANTES LEGALES DE 20601668701 - CH PROJEKTE SOCIEDAD
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - CH PROJEKTE S.R.L.

Resultado de la Búsqueda

La información exhibida en esta consulta corresponde a lo declarado por el contribuyente ante la Administración Tributaria.

Documento	Nro. Documento	Nombre	Cargo	Fecha Desde
DNI	02770570	CHIROQUE LUJAN ROBERTO FLORENTINO	GERENTE GENERAL	11/11/2016

Figura 05

Armatocereus cartwrightianus (Cactus)



Figura 6

la Tuna Opuntia ficus indica



Prueba piloto, Evaluación del cactus *Armatocereus cartwrightianus* como sedimentador de partículas y coloides en suspensión en las aguas del Canal Tupac Amaru II del Caserío de Tomapampa de Jambur Paimas Ayabaca Piura 2019

Figura 07

Limpieza, pelado y trozado del cactus para su uso como coagulante y sedimentador de material en suspensión en aguas.



Figura 08

Aplicación del cactus para purificación de aguas de manera rustica (se sumerge el cactus en el agua Turbia durante 15 minutos 02 kilos par un balde con 20 litros de agua turbia)



Figura 09

Se espera 15 minutos para ver la sedimentación que se da por acción de la sabia que desprende el cactus, la misma que hace el efecto coagulante y de sedimentación de material en suspensión de las aguas turbias

**Figura 10**

Transcurrido los 15 minutos se puede ver que el agua queda cristalina y el material en suspensión esta sedimentado en la parte inferior del balde



Figura 11

Recojo desde el fondo del balde el material sedimentado, y el agua finalmente se ve más cristalina.



Figura 12

Presentación del curso del Río Quiroz, del Canal en estudio Tupac Amaru II y su punto de captación de las aguas.

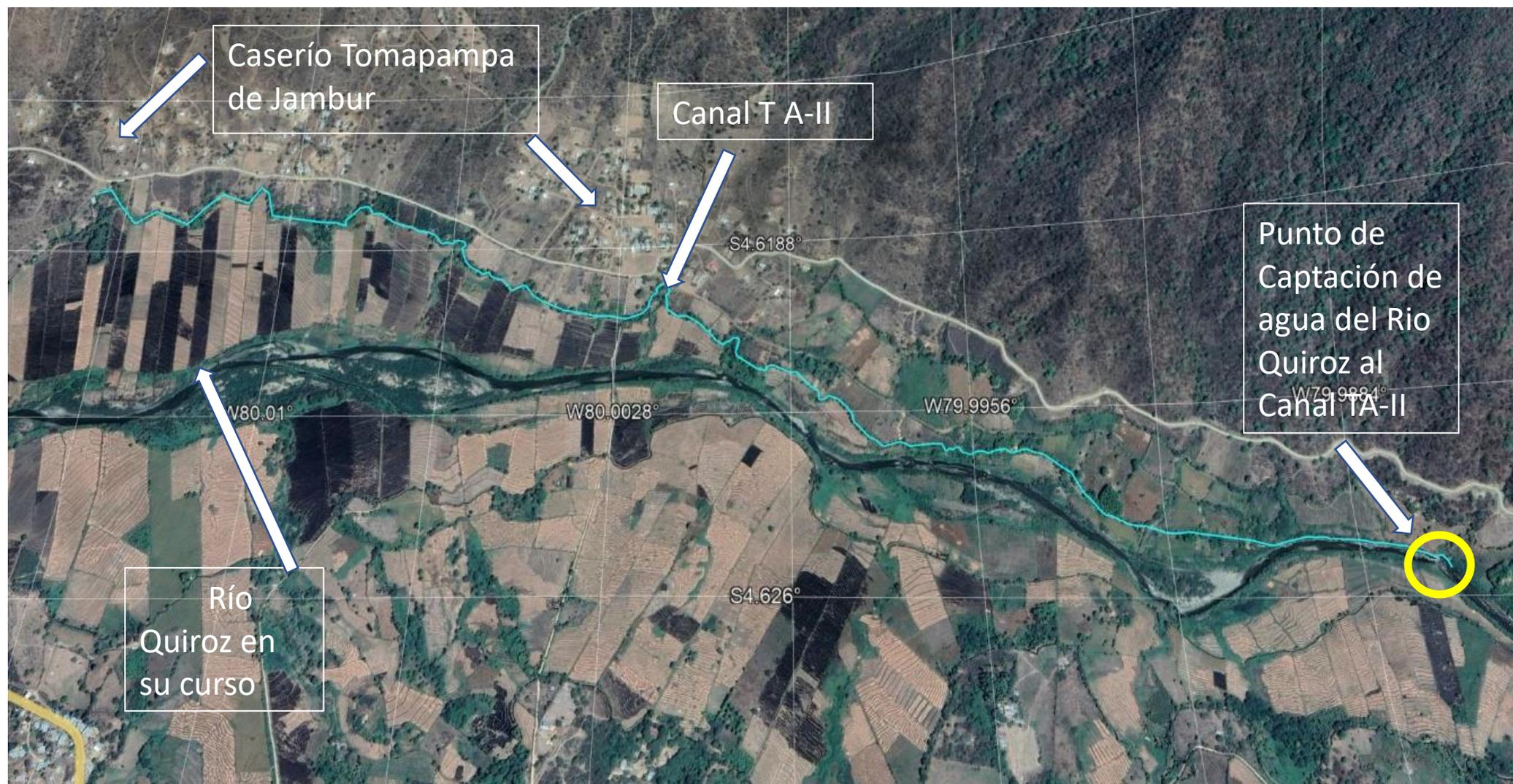


Figura 13

Caserío de Tomapampa de Jambur, la carretera a Paimas y el Canal Tupac Amaru II

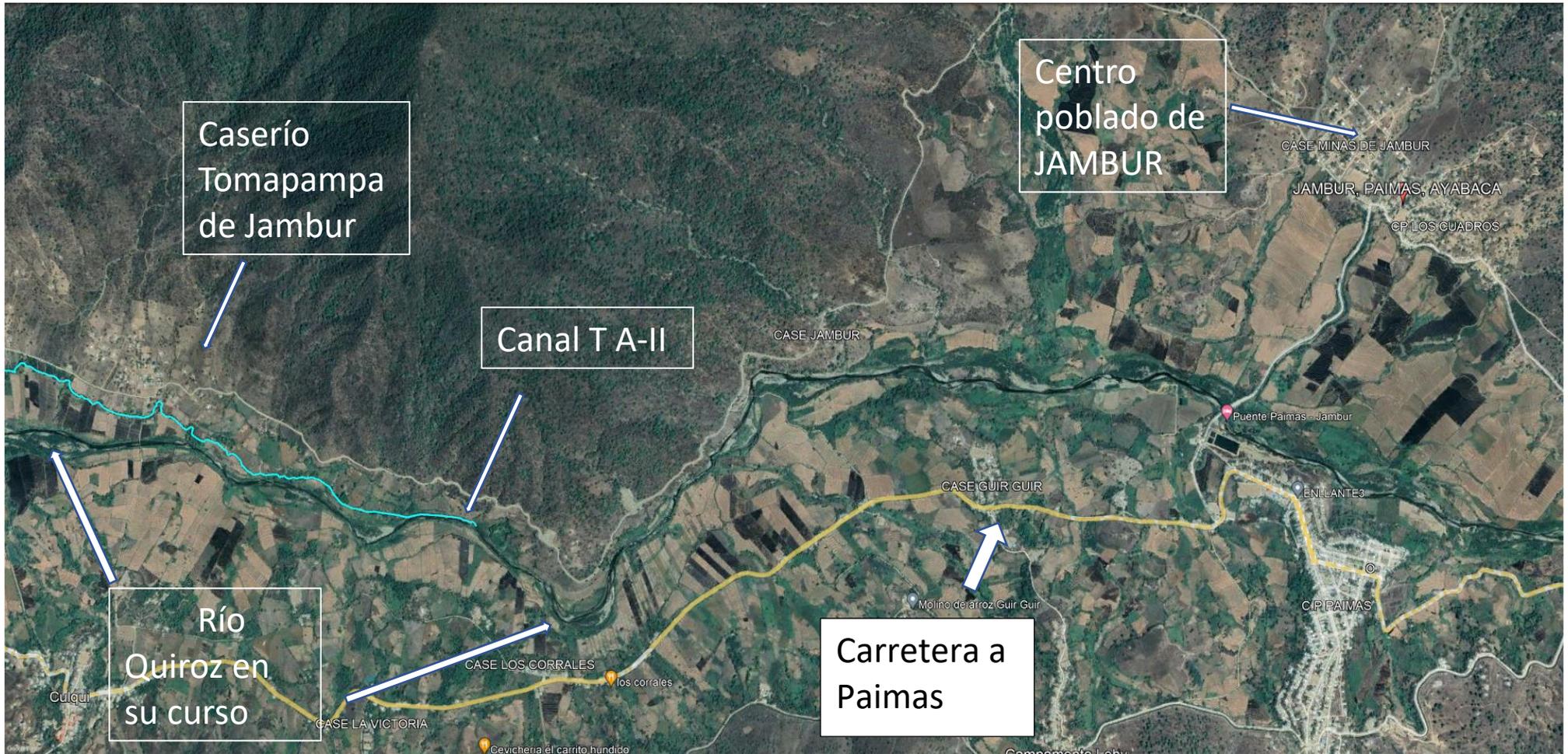


Figura 14

El Río Quiroz visto desde el Caserío de Tomapampa de Jambur- Paimas Ayabaca-Piura



CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Eduardo Julio Tejada Sánchez, Asesor de tesis del trabajo de investigación del doctorando Roberto Florentino Chiroque Luján

Titulada:

Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y *Opuntia ficus indica* en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura-2022, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro -Ruiz Gallo.

Lambayeque, 04 de setiembre del 2024



EDUARDO JULIO TEJADA SANCHEZ
DNI: 18467068
ASESOR



ROBERTO FLORENTINO CHIROQUE
LUJÁN
DNI: 02770570
TESISTA



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Roberto Florentino Chiroque Luján
Título del ejercicio:	PROYECTO DE TESIS DOCTORAL
Título de la entrega:	Capacidad de remediación de <i>Armatocereus cartwrightianu...</i>
Nombre del archivo:	Roberto_Ch_Informe_de_Tesis_11_mayo_2023_125632.pdf
Tamaño del archivo:	3.21M
Total páginas:	94
Total de palabras:	13,903
Total de caracteres:	73,529
Fecha de entrega:	11-may.-2023 08:32p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	2090896778

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



TESIS

Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y
Quinta fuefue indica en aguas de riego agrícola para fines de uso
doméstico Palmas Puro 2022

Investigador:
Mag. Ing. Roberto Florentino Chiroque Luján

Asesor:

Dr. Eduardo Julio Tejeda Sánchez

Lambayeque, 2023.

Roberto Chiroque
Eduardo Julio Tejeda Sánchez
DEPARTAMENTO AGROPECUARIO
Biología
DNI 16467066

Capacidad de remediación de *Armatocereus cartwrightianus* y *Opuntia ficus indica* en aguas de riego agrícola para fines de uso doméstico Paimas Piura-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.siapa.gob.mx Fuente de Internet	2%
2	agrociencia-colpos.mx Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.fao.org Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Trabajo del estudiante	1%
6	www.pressenza.com Fuente de Internet	1%
7	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
8	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%



9	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repodigital.unrc.edu.ar Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	www.nj.gov Fuente de Internet	1 %
14	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
15	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
16	haztevegetariano.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.biodiversidadla.org Fuente de Internet	<1 %
18	www.scientificamerican.com Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
20	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	<1 %