



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Lixiviación del cromo hexavalente usando diferentes concentraciones de quitosano en suelos alterados por una curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Paría Chiara, Arnold Richard

ASESOR:

Ing. Alcántara Boza, Francisco Alejandro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

DEDICATORIA

En la manera que creo en Dios, agradezco sinceramente por este momento importante en mi vida, por los triunfos y derrotas que me hicieron crecer como persona y profesional.

A mi familia, en especial a mi madre Rosa Chiara T. y a mi padre Richard Paría T., por la oportunidad de brindarme estudios superiores y la paciencia que tuvieron, por todos los momentos buenos y malos que les hice pasar.

Finalmente, a mi gran amigo Robert Vicente F. que durante toda la etapa de mis estudios me apoyó y aconsejó para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a ese ser celestial que todo lo ve y todo lo sabe, porque en la manera en que creo y en la fe que tengo, me ayudó a incrementar todos los valores que he aprendido, las fortalezas que he obtenido y las oportunidades que han aparecido en el corto tiempo de la vida que tengo. Gracias Dios por todo.

Agradezco a todos los docentes que conocí, por los conocimientos adquiridos, ya que todos los momentos en clase me han servido para ser una persona competente y con mucha confianza.

De igual manera, agradezco a mi madre Rosa Chiara T., a mi padre Richard Paría T. y a mi hermana Sheila Paría Ch. por el apoyo incondicional, los alientos de ánimo y su fe, gracias por creer en mí.

También quisiera agradecer a mi abuelo Segundino Chiara Ll. que a pesar de no estar a mi lado, lo tengo muy presente y lo recuerdo en cada momento de mi vida. Gracias abuelo por ser mi ejemplo a seguir, en todos los aspectos y es por ti lo que tengo y lo que soy, por tus enseñanzas y dedicación hacia mí. Donde estés, gracias Papo.

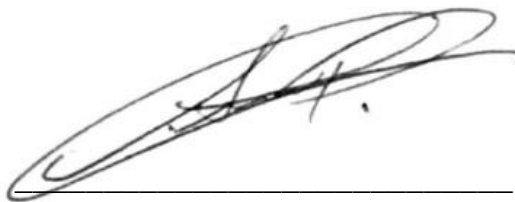
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo PARÍA CHIARA, ARNOLD RICHARD con DNI N°72519102 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grafos y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de agosto del 2018.



Arnold Richard Paría Chiara

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “LIXIVIACIÓN DEL CROMO HEXAVALENTE USANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE QUITOSANO EN SUELOS ALTERADOS POR UNA CURTIEMBRE – SAN JUAN DE LURIGANCHO – 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Arnold Richard Paría Chiara

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se consideró la recolección de datos en un área residencial ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, con el objetivo de determinar la lixiviación del cromo hexavalente en suelos alterados por curtiembres. La metodología usada fue experimental con muestreo no destructivo, la cual consistió en utilizar recipientes pilotos y la fórmula de lámina de riego para calcular la profundidad en que el diluyente (quitosano) con el contaminante se sitúa y posteriormente determinar la concentración del contaminante. Asimismo, se determinó las características del suelo siendo poroso, permeable y masiva. Además, se determinó la concentración del contaminante siendo 0.61 ppm, sobrepasando los Límites Máximos Permisibles y los Valores Máximos Admisibles. Los resultados que se obtuvieron en los recipientes pilotos fue de 0.47; 0.32 y 0.19 ppm, por lo tanto, el contaminante presente en la superficie y a 20 cm más abajo está dentro de lo permitido según los Estándares de Calidad Ambiental del Suelo. Constatando la presencia del contaminante en niveles más profundos, esto se verificó por las compuertas que tiene el recipiente diseñado.

Palabras clave: lixiviación, lámina de riego, cromo hexavalente y quitosano.

ABSTRACT

In the present research work, data collection was considered in a residential area located in the San Juan de Lurigancho district, with the objective of determining hexavalent chromium leaching in soils altered by tanneries. The methodology used was experimental with non-destructive sampling, which consisted of using pilot containers and the irrigation sheet formula to calculate the depth in which the diluent (chitosan) with the contaminant is located and subsequently determine the concentration of the contaminant. Likewise, the characteristics of the soil were determined to be porous, permeable and massive. In addition, the concentration of the pollutant was determined to be 0.61 ppm, exceeding the Maximum Allowable Limits and the Maximum Allowable Values. The results that were obtained in the pilot vessels was 0.47; 0.32 and 0.19 ppm, therefore, the pollutant present on the surface and 20 cm below is within what is allowed according to the Soil Environmental Quality Standards. Verifying the presence of the contaminant at deeper levels, this was verified by the gates that the designed container has.

Keywords: leaching, irrigation sheet, hexavalent chromium and chitosan.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	5
1.3.1. Cromo	5
1.3.1.1. Cromo hexavalente	6
1.3.1.2. Cromo trivalente.....	6
1.3.2. Quitosano.....	7
1.3.2.1. Propiedades físico-químicas	7
1.3.2.2. Grado de desacetilación.....	8
1.3.2.3. Peso molecular.....	8
1.3.2.4. Solubilidad.....	8
1.3.3. Suelos.....	8
1.3.3.1. Propiedades físicas	9
1.3.3.1.1. Textura.....	9
1.3.3.1.2. Densidad real (DR)	9
1.3.3.1.3. Densidad aparente (DA)	9
1.3.3.2. Propiedades químicas.....	9
1.3.3.2.1. Potencial hidrógeno (pH)	10
1.3.3.2.2. Conductividad eléctrica (CE).....	10
1.3.3.2.3. Contenido de macronutrientes	10
1.3.3.2.4. Materia orgánica (MO)	10
1.3.4. Fertilidad del suelo.....	11
1.3.5. Proceso de lixiviación	11
1.3.6. Efectos del cromo en la salud.....	12

1.4.	Formulación del problema.....	12
1.4.1.	Problema general.....	12
1.4.2.	Problemas específicos.....	12
1.5.	Justificación del estudio	13
1.5.1.	Justificación por su relevancia social	13
1.5.2.	Justificación por su implicancia práctica	13
1.5.3.	Justificación por su valor teórico	13
1.5.4.	Justificación por su utilidad metodológica	14
1.6.	Hipótesis	14
1.6.1.	Hipótesis general	14
1.6.2.	Hipótesis específicas	14
1.7.	Objetivos	15
1.7.1.	Objetivo general.....	15
1.7.2.	Objetivos específicos	15
II.	MÉTODO	16
2.1.	Diseño de investigación	16
2.1.1.	Procedimiento experimental.....	17
2.1.1.1.	Muestreo de agua y suelo de la curtiembre	18
2.1.1.2.	Armado de materiales y equipos.....	18
2.1.1.3.	Preparación de la simulación del contaminante	19
2.1.1.4.	Proceso de lixiviación del contaminante.....	19
2.1.1.5.	Sistema de riego	19
2.1.1.6.	Tratamientos	20
2.2.	Variables y definición operacional.....	21
2.3.	Población y muestra.....	22
2.3.1.	Población	22
2.3.2.	Muestra	22
2.3.3.	Muestreo.....	23
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	23
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	23
2.4.3.	Validez de los instrumentos	23

2.4.4. Confiabilidad de los instrumentos	24
2.5. Métodos de análisis de datos.....	25
2.6. Aspectos éticos.....	25
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN.....	46
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	52

Ficha de observación N°01: Registro de la concentración del contaminante

Ficha de observación N°02: Registro de la caracterización del quitosano

Ficha de observación N°03: Registro de la caracterización del suelo

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Niveles del Factor de Investigación

Tabla N°02: Tratamientos del Diseño Experimental

Tabla N°03: Datos del primer recipiente piloto

Tabla N°04: Datos del segundo recipiente piloto

Tabla N°05: Datos del tercer recipiente piloto

Tabla N°06: Matriz de operacionalización

Tabla N°07: Prueba Binomial para la validación de los instrumentos

Tabla N°08: Alfa de Cronbach para la fiabilidad de los instrumentos

Tabla N°09: Concentración del contaminante cromo hexavalente (VI) presente en el suelo.

Tabla N°10: Caracterización del suelo alterado por cromo hexavalente (VI) en el suelo de la curtiembre

Tabla N°11: Concentración del contaminante cromo hexavalente (VI) presente en la caja de registro conectada al alcantarillado – VMA – Anexo 2

Tabla N°12: Otros parámetros del contaminante cromo hexavalente (VI) – VMA – Anexo 1

Tabla N°13: Caracterización del suelo para la simulación del contaminante

Tabla N°14: Caracterización del quitosano
Tabla N°15: Concentraciones del tratamiento A en cada compuerta
Tabla N°16: Concentraciones del tratamiento B en cada compuerta
Tabla N°17: Concentraciones del tratamiento C en cada compuerta
Tabla N°18: Potencial hidrógeno del tratamiento A en cada compuerta
Tabla N°19: Potencial hidrógeno del tratamiento B en cada compuerta
Tabla N°20: Potencial hidrógeno del tratamiento C en cada compuerta
Tabla N°21: Conductividad eléctrica del tratamiento A en cada compuerta
Tabla N°22: Conductividad eléctrica del tratamiento B en cada compuerta
Tabla N°23: Conductividad eléctrica del tratamiento C en cada compuerta
Tabla N°24: Materia orgánica del tratamiento A en cada compuerta
Tabla N°25: Materia orgánica del tratamiento B en cada compuerta
Tabla N°26: Materia orgánica del tratamiento C en cada compuerta
Tabla N°27: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la Concentración final del cromo hexavalente (VI)
Tabla N°28: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para la concentración final del cromo hexavalente (VI)
Tabla N°29: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para el potencial hidrógeno (pH)
Tabla N°30: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para el potencial hidrógeno (pH)
Tabla N°31: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la conductividad eléctrica (CE)
Tabla N°32: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para la conductividad eléctrica (CE)
Tabla N°33: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la materia orgánica (MO)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Concentración final del Cromo hexavalente (VI)
Figura N° 02: Potencial Hidrógeno (pH) de cada tratamiento
Figura N° 03: Conductividad eléctrica de cada tratamiento
Figura N° 04: Materia orgánica de cada tratamiento

ÍNDICE DE PANEL FOTOGRÁFICO

Foto N°01: Fachada de la curtiembre ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho

Foto N°02: Muestreo del suelo en el punto 1 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante

Foto N°03: Muestreo del suelo en el punto 2 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante

Foto N°04: Muestreo del suelo en el punto 3 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante

Foto N°05: Muestra del agua de curtiembre para su caracterización e identificación de la concentración del contaminante

Foto N°06: Medición del pH y temperatura in situ

Foto N°07: Equipos necesarios para la ejecución del proyecto - Recipientes de acrílico y el sistema de riego por aspersión

Foto N°08: Características del recipiente de acrílico

Foto N°09: Obtención del suelo en el distrito de Comas con las mismas características de la curtiembre

Foto N°10: Ensamblado de los equipos

Foto N°11: Simulación del contaminante cromo hexavalente (VI) con el agua de curtiembre obtenida de Sedapal

Foto N° 12: Funcionamiento óptimo de los equipos ensamblados

Foto N°13: Tratamientos A1 – B2 – C3

Foto N°14: Muestras para analizar en el laboratorio de Universidad Nacional Agraria La Molina

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la contaminación de nuestro entorno por medio de insumos químicos en esencia “metales pesados” es de gran peligro para el medio ambiente y todo ser vivo que lo habita. El cromo, considerado un metal pesado, es usado para diversos sectores de producción y fácilmente desechado, con mayor presencia en los efluentes industriales. En los últimos años, la necesidad de generar métodos rentables y eficientes para la remoción del cromo hexavalente (VI) en los diferentes medios contaminados es dificultoso, debido al elevado costo que implica y la baja eficiencia que brinda para tan alto grado de impacto negativo (GARCÉS & COAVAS, 2012).

Los sectores industriales y las actividades principales que generan esta fuerte contaminación por el metal pesado cromo son: La industria del cemento, minería, curtiembres, textil, energía nuclear, producción de acero, fabricación de colorantes, pinturas corrosivas, galvanoplastia, conservación de la madera y elaboración de cromato (HIGUERA & FLOREZ, 2009).

La entidad científica se ve en la obligación de desarrollar y proponer metodologías que traten de eliminar o minimizar la contaminación por cromo en los efluentes industriales, debido al gran impacto negativo que genera este metal, los tratamientos que se proponen son: La oxidación, intercambio iónico, precipitación, filtración, reducción, recuperación por evaporación y tratamiento electroquímico (CAÑIZARES, 2000).

Se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental (suelos, agua subterránea, flora) en las zonas expuestas al proceso de curtido, ya que una porción de las aguas residuales que contiene cromo hexavalente (VI) entra en dinámica con el suelo logrando contaminarla y perjudicando el bienestar del personal de trabajo (LAGOS, 2016).

En este contexto, el uso del bio-adsorbente quitosano se propone como alternativa para el aislamiento del cromo hexavalente (VI), brindando dos fines: colocar al contaminante en niveles más profundos y como fertilizante para el suelo alterado.

1.1. Realidad problemática

En el Perú, el desarrollo de diversas actividades que generan el recurso económico del país, son: La minería, la industria, la agricultura, entre otras más. Ubicando dentro del sector industrial las empresas de curtiembres o también llamadas tenerías, siendo el lugar donde el proceso de curtido se realiza, convirtiendo las pieles de los animales en un producto que es el “cuero” (URCIA, 2013).

En la actualidad las empresas de curtiembres son parte fundamental del sector industrial y vital para el desarrollo del país. Pero la inmensa contaminación que genera esta industria por sus residuos que descargan al ambiente como el gran porcentaje de materia orgánica y efluentes con insumos químicos en elevadas concentraciones, albergan niveles tóxicos perjudiciales para la salud y demandan rápida atención para evitar la propagación del impacto (ESPARZA & GAMBOA, 2013).

En el sector industrial, el uso del cromo (Cr) es principalmente para el revestimiento de metales cromados con finalidad estética, ornamental y para el cambio de color de diferentes materiales. Como también, elemento importante para el proceso de curtido y conservación de la madera (U.S. EPA, 1997).

Se realizó investigaciones en el río Bogotá, analizando su agua y hallando elementos muy tóxicos, demostrando que en el río hay presencia de arsénico (As), cromo, cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), entre otras más. Además, que el agua de río se utiliza para el riego de las plantas, existiendo un proceso constante de contaminación hacia el suelo, afectando las plantas y a los animales, rebasando los límites máximos permisibles para personas y animales (ALFARO, 2002).

La generación del cromo hexavalente (VI) se da con mayor frecuencia por origen antrópico (hombre), debido a sus altas concentraciones ocasionan una gran toxicidad, perjudicando a las plantas en la disminución para incorporar calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P), hierro (Fe) y magnesio (Mg), en el metabolismo de los carbohidratos y la reducción de la clorofila. Además, para su disponibilidad el factor potencial hidrógeno (pH) del suelo, es afectado por la interacción con otros

elementos y por los compuestos orgánicos quelados (CUBEROS, RODRÍGUEZ & PRIETO, 2009).

Los grandes problemas sobre contaminación traen consigo grandes consecuencias al ambiente y al hombre, al darse cuenta del daño casi irreversible que han generado toman conciencia y es donde la búsqueda de métodos para proteger el entorno comienza. Se puede considerar que los impactos que generan las empresas de curtiembres son casi iguales que las empresas mineras y petroleras. La variedad y la amplitud de los contaminantes se basan en metales pesados, sólidos en suspensión, sulfuros, sales inorgánicas y materia putrescible. De tal manera, que los impactos negativos de las industrias de curtiembres sean difíciles de remediar (ESPARZA & GAMBOA, 2013).

1.2. Trabajos previos

En esta pauta, se presentará investigaciones realizadas anteriormente, trayendo consigo relación con el proyecto de investigación que se propone. De tal manera, que serán de nivel nacional e internacional.

La aplicación del Quitosano como tratamiento de aguas residuales es importante para remover los sólidos suspendidos, ya sea desechos del procesamiento de vegetales o iones metálicos provenientes de industrias químicas como el cobre (Cu), plomo, cadmio y mercurio.(HIGUERA & PASTOR, 2004).

Una vez que los metales entran al ambiente del suelo, experimentan varios cambios oxidativos, reductivos y pueden quedar inmovilizados o ser más lixiviables. Esto implica su interacción con materiales geológicos y biológicos (restos microbianos, animales y vegetales). Las fases sólidas del suelo tienden a estar en equilibrio con la solución del suelo. Los metales se mantienen en equilibrio a través de procesos como el intercambio iónico, la adsorción / desorción y la precipitación / disolución (VAN RIEMSDIJK & VAN DER ZEE, 1991).

La capacidad de lixiviación y bio-disponibilidad de los elementos tales como plomo, cadmio, níquel (Ni), zinc (Zn) y cobre en el suelo, se basa por sus asociaciones

químicas y físicas. Para una remediación exitosa del suelo en un sitio específico, la técnica empleada debe seleccionarse en función de la forma del metal pesado retenido en el suelo (YARLAGADDA, 1995).

Debido a las peculiares propiedades físico-químicas del Quitosano, que a su vez influyen en sus características funcionales y biológicas como su acción antimicrobiana, este polímero tiene múltiples aplicaciones en muy diversos campos. Además, es posible usarlo en diferentes formas como polvos, soluciones, geles, películas o membranas. Aunque la principal aplicación del Quitosano en la agricultura consiste en mejorar los rendimientos agronómicos, ya sea mejorando la germinación de las semillas recubiertas con el polímero, mediante la protección de las semillas del ataque de hongos y daño microbiano, estimulación de crecimiento en plantas o bien, cubierto de semillas contra congelamiento (HIGUERA & PASTOR, 2004).

Se considera un peligro potencial la contaminación por metales pesados para la salud de las personas, ya que afectan por su grado de reactividad, toxicidad y movilidad. Los metales pesados pueden ingresar a la cadena alimentaria mediante la absorción de la planta, la penetración en los cuerpos de agua o ser absorbidos por organismos acuáticos que sirven de alimento. Los problemas socio-económicos creados por estos contaminantes han requerido la búsqueda de métodos de remediación eficientes. Los métodos de remediación disponibles incluyen procesos físicos, térmicos, biológicos y químicos. Debido a la gran cantidad esperada por el aprovechamiento del Quitosano en los lixiviados del suelo cargados de metales pesados, implementamos el pre-tratamiento de metales con valor cero para reducir el nivel de contaminantes en el lixiviado. La finalidad de esta investigación fue comparar la eficiencia del magnesio y el hierro en la regeneración de lixiviado del suelo contaminado con metales pesados y el acabado posterior al tratamiento del lixiviado con escamas de Quitosano. Sin embargo, la capacidad de adsorción del Quitosano depende de otros factores como la temperatura, el tiempo de contacto, la concentración de los iones metálicos y otros iones presentes (HOPE, 2001).

Los metales pesados estando presentes en el suelo quedan retenidos por varios procesos, tales como: complejación, precipitación, adsorción, entre otras. Por medio de las plantas que lo absorben y lo incorporan al medio trófico. Además, por volatilización pasan a la atmósfera y su movilización en aguas subterráneas y superficiales (GARCÍA & DORRONSORO, 2005).

En la actualidad, los análisis de laboratorio, la vegetación que determina la fertilidad del suelo y los requerimientos que necesitan los cultivos para estar en buen estado, poco a poco estos sistemas de aplicación están decreciendo. Debido al bajo rendimiento en calibración de los equipos analíticos y a la poca información que brinda un análisis por la limitada representatividad de la muestra, al considerar una extensa área se ignora la variable espacial y temporal. En su reemplazo, la generación de modelos y cálculos matemáticos permitirá la estimación de la variable espacial y temporal de cada característica del suelo para su fertilidad (CRESPO, 2004).

En algunos casos, aplicar estrategias para disminuir la contaminación de los metales pesados como cromo (Cr) y cadmio (Cd) en suelos agrícolas, se ha considerado: incorporar materia orgánica por la capacidad de formar quelatos estables; aumentar el potencial hidrógeno (pH) hasta 6 o 7, por medio de hidróxido de calcio, óxidos, fosfatos y cales, ocasionando que las plantas no los puedan absorber por ser insolubles; aplicar materiales con silicatos que actúan como base y afectan el potencial hidrogeno (pH). De otra manera, también se puede remediar el suelo contaminado por tratamiento microbiano (SINHA & KUMAR, 2009).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Cromo

Este metal se utiliza mayormente para el proceso de curtido de pieles, galvanoplastia, aleaciones de acero, tinte textil y como sistema de enfriamiento para aguas en las plantas nucleares. Como también, en el cromato o dicromado presentándose como cromo hexavalente (VI), esto depende del potencial hidrógeno (pH) que tenga la solución (SENG & WANG, 1994).

La problemática de las empresas de curtiembres es que utilizan como materia prima el cromo (Cr) y descargan al ambiente sus diferentes variaciones sin ninguna medida. Generándose las sales de cromo hexavalente (VI) y a partir de ello produciendo las sales de cromo trivalente (III), es por ello que lo obtenido del proceso de curtido aún tiene cromo hexavalente (VI) en presencia mínima (COVINGTON, 2009).

El cromo presenta varios estados de oxidación, tales como: -2, 0, +2, +3, +6; pero los más abundantes en el ecosistema es el "+3, +6", siendo el cromo trivalente (III) y el cromo hexavalente (VI). Estas variaciones del cromo se suspenden de una manera significativa como en las propiedades físico-químicas, la carga y la reactividad química y bio-química (KOTAS & STASICKA, 2000).

1.3.1.1. Cromo hexavalente

El cromo hexavalente (VI) es un elemento considerado perjudicial por su capacidad de oxidar diferentes especies, alterando el sistema biológico por sus efectos tóxicos. Lo cual genera, durante el proceso de reducción de cromo hexavalente (VI) a cromo trivalente (III), radicales libres que se producen dentro del organismo (PARK & COL, 2004).

En el potencial hidrógeno (pH) la variación sobresaliente es el ácido crómico; el ion hidrógeno y el ion dicromato sobresalen en un pH de 1 hasta 6, esto depende de la concentración del soluto en la solución. En un pH 6 el ión cromato y el ion dicromato proviene del ion hidrógeno-cromato, la cual para su formación depende de la concentración en exceso del cromo (NIEBOER & JUSYS, 1988).

De tal manera, que la variedad que genera el cromo hexavalente (VI) y también sus proporciones, se basa en el potencial hidrógeno (pH) y en la concentración del elemento total (YUN, 2006).

1.3.1.2. Cromo trivalente

El cromo trivalente (III) es un elemento esencial que trae consigo el buen funcionamiento para los organismos vivos. Según investigaciones es responsable

del metabolismo de lípidos y control de glucosa de los mamíferos. A partir del descubrimiento del factor de tolerancia de la glucosa que contiene cromo trivalente (III), ácido glutámico, ácido nicotínico, cisteína, glicina, entre otras (ANDERSON, 1989).

Los iones de cromo trivalente (III), mayormente, generan compuestos coordinados a una velocidad de reacciones bajas. Debido a este lento proceso, se propone que el cromo ejerza un cargo estructural a cambio de un lugar activo para una enzima, lo que significa que las enzimas no contienen cromo (MERTS, 1992).

El comportamiento en el ambiente del cromo trivalente (III) depende de la presencia, la concentración y sus variaciones por los diferentes procesos frecuentemente físicos, como formación de complejos, hidrólisis, adsorción química y reacciones redox. Todo varía por el valor del potencial hidrógeno (pH) de la solución, formando complejos de hidróxido y cromo trivalente hidratado (SILVA, FIGUEIREDO & TAVARES, 2009).

1.3.2. Quitosano

El quitosano es uno de los polisacáridos más importantes obtenido a partir de la quitina, biopolímero más abundante después de la celulosa. Es un biopolímero biodegradable y natural, tiene un comportamiento catiónico en soluciones ácidas y es extensamente estudiado por sus aplicaciones en muchas áreas. Se encuentra también en forma natural en las paredes celulares de algunos hongos; sin embargo, su fuente de producción principal es la hidrólisis de la quitina en medio alcalino, obteniendo una parcial desacetilación de la quitina (Maza & Hernández, 2007).

1.3.2.1. Propiedades físico-químicas

El quitosano proviene del derivado del N-desacetilado de la quitina, siendo una amina primaria y un copolímero compuesto principalmente por 2-amino-2-desoxi-BD-Glucopiranososa. Su contenido de nitrógeno es de 6,89%, al ser amino libre proporciona un comportamiento básico y características físico-químicas favorables para el sector industrial (MAJETI & RAVI, 2000).

La quitina es su principal fuente de producción y las condiciones adecuadas para su elaboración son las siguientes: presión, temperatura, peso molecular, concentración y grado de desacetilación (GIRALDO, 2015).

1.3.2.2. Grado de desacetilación

El grado de desacetilación permite distinguir el bio-polímero quitosano de la quitina y averiguar las propiedades físicas, químicas y biológicas, estos parámetros indican el equilibrio del compuesto. Normalmente, el grado de desacetilación del quitosano comercial alberga un 70% a 90% y para otras aplicaciones con un mayor grado de 95%, casos bio-médicas (KHOR & YONG, 2003).

1.3.2.3. Peso molecular

Es de gran importancia la determinación de la masa atómica del quitosano, ya que al conocer la conformación de moléculas del compuesto, se logra estimar la gran variedad de propiedades mecánicas y geológicas, como la capacidad de sedimentación, capacidad de fricción, el volumen del material, entre otras (YAMAKAWA, 2001).

1.3.2.4. Solubilidad

La solubilidad del quitosano es mayormente favorable a un valor del potencial hidrógeno (pH) menor a 6, teniendo muy en cuenta los siguientes factores: la distribución de los grupos aminos y acetilos, el grado de ionización y el grado de desacetilación (RINAUDO, 2006).

La mejor alternativa para disolver el quitosano es el ácido clorhídrico, ácido cítrico, ácido nítrico, ácido fórmico y con mayor uso el ácido acético e insoluble en ácido fosfórico y ácido sulfúrico (RAVINDRA, 1998).

1.3.3. Suelos

Esencial componente del ambiente para desarrollar la vida, pero de difícil y demora recuperación, vulnerable por tardar miles de cientos de años en formarse y de limitada extensión. Debido a ello, el suelo es considerado como recurso natural no renovable (SILVA & CORREA, 2009).

Fundamental para los ecosistemas terrestres, sustentando la producción de alimentos en todos los países y por su cobertura vegetal respalda la vida para los seres vivos (VILLAREAL, NAME & GARCÍA, 2012).

1.3.3.1. Propiedades físicas

Es el comportamiento mecánico del suelo y expresa el equilibrio que tienen los componentes del suelo, como el contenido de agua, el contenido de aire y las partículas (ZVALETA, 1992).

1.3.3.1.1. Textura

Es la proporción de las diferentes clases de partículas que encontramos en el suelo con un diámetro menor a 2 micras en un área de suelo establecido. Por el momento se conocen tres clases de partículas (SSDS, 1993).

1.3.3.1.2. Densidad real (DR)

A partir de las clases de partículas del suelo, se halla la densidad media en su fase sólida y su valor estable varía en 2,6 a 2,7 gramos/centímetros cúbicos para todo tipo de suelos (MINAGRI, 2011).

1.3.3.1.3. Densidad aparente (DA)

Se establece la masa del suelo en su fase sólida como forma de organización, determinando el volumen que está ocupado en los poros (JARAMILLO, 2002).

Al determinar el valor de la densidad aparente (DA), podemos evaluar el grado de compactación del suelo. Para un suelo en periodo de siembre los valores de densidad aparente son bajos. En cambio, en periodo de cosecha la densidad aparente tendrá valores altos, esto brinda como indicador un bajo crecimiento de las raíces, bajo porcentaje de aireación y baja capacidad de filtración del agua. Debido a la fuerte compactación que alberga el suelo (FAO, 2009).

1.3.3.2. Propiedades químicas

Es la determinación del suelo de sus características, parámetros o indicadores que

Son las características, parámetros o indicadores del suelo que muestra su composición, demostrando la capacidad de proveer nutrientes esenciales para los cultivos, capacidad de intercambio catiónico, fertilidad, etc (PORTA, LÓPEZ & ROQUERO, 1999).

1.3.3.2.1. Potencial hidrógeno (pH)

Es el grado de alcalinidad, neutralidad o acidez, brindado por la proporción de oxidrilos (OH⁻) e iones de hidrógeno (H⁺) hacia el suelo. Esto se define, como la actividad inversa de iones de hidrógeno (H⁺), presentes en la solución del suelo (JARAMILLO, 2002).

1.3.3.2.2. Conductividad eléctrica (CE)

Determina la capacidad de transportar la corriente eléctrica en la solución del suelo. Los cationes y aniones que fueron resultados de las sales disueltas del agua presentes en el suelo. Son los encargados de transportar la carga eléctrica y conducir la corriente eléctrica. De tal manera, que la concentración de iones determina la conductividad eléctrica del suelo, en el caso de la agricultura se utiliza como medida salinizadora del suelo (USDA, 2011).

1.3.3.2.3. Contenido de macronutrientes

Para el desarrollo óptimo de las plantas se necesita un conjunto de nutrientes, los cuales algunos de ellos demandan grandes cantidades a 500 ppm, considerados macronutrientes y otros demandan mínimas cantidades a 50 ppm, considerados micronutrientes. De estos nutrientes se determina la fertilidad que tenga el suelo (COUSUDE, 1992).

1.3.3.2.4. Materia orgánica (MO)

La materia orgánica es todo tipo de residuo de proveniencia vegetal y animal que están descompuestos por la acción microbiana del suelo. Sus condiciones varían principalmente por la fisiografía del entorno, el clima y el manejo adecuado de los residuos (ZAVALETA, 1992).

Se determina por porcentaje y se le considera un depósito de energía, siendo disponible como alimento para las propias plantas y otros seres vivos. Como también, la misma vegetación es una fuente importante de materia orgánica, la cantidad y la calidad se basa en el tipo de especie presente en el suelo (JARAMILLO, 2002).

1.3.4. Fertilidad del suelo

Se basa en la evaluación de las cualidades y los usos potenciales que el suelo brinda, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos por investigaciones se determina la fertilidad del suelo (SALA & BATALLA, 1996).

La fertilidad del suelo es una cualidad que indica el suministro de cantidades necesarias y un equilibrio adecuado que establezca el desarrollo óptimo de las plantas, además, de la relación del porcentaje de agua y capacidad de aireación para su crecimiento (ZVALETA, 1992).

Se consideran los factores naturales como condiciones climáticas del entorno, tales como: temperatura, intensidad del viento, precipitaciones, insolación, entre otros y las características edáficas del suelo. A parte, las condiciones técnicas se les consideran a las acciones generadas por el hombre, tales como: sistema de labranza y cultivo, sistema de drenaje, sistema de irrigación, uso de agroquímico para la mejora del suelo, protección a los climas helados, entre muchas más (GALLEGOS, 1997).

1.3.5. Proceso de lixiviación

El proceso de lixiviación consta de la disolución de los componentes que están presentes en un cuerpo sólido, mediante el uso de cierto compuesto disolvente líquido. Se requiere un diseño y planificación para alcanzar la eficiencia, rentabilidad y cuidado del medio ambiente (SERNAGEOMIN, 2016).

La descripción del proceso se basa en la preparación del material, en este caso suelo a lixiviar, el método de bañado o riego aplicando aspersores o tuberías por goteo y por último recuperación del suelo lixiviado (SNMPE, 2010).

1.3.6. Efectos del cromo en la salud

Los efectos del cromo se originan por exposición a las personas a partir de ingerirlo, respirarlo, beberlo y al contacto con la piel. La concentración de cromo presente en el consumo de agua es bajo, pero en aguas de pozo contaminadas podemos encontrar el cromo hexavalente (VI), siendo perjudicial para la salud de las personas y generalmente afecta a personas que laboran en empresas textiles y de acero. Al entrar en contacto con la piel, genera reacciones alérgicas y al respirarlo causa irritación o sangrado en la nariz (ESPARZA & GAMBOA, 2013).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la nueva concentración de cromo hexavalente luego del proceso de lixiviación con quitosano en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018?

1.4.2. Problemas específicos

Problema específico N°01

¿Cuál es la cantidad del quitosano que generará la mayor lixiviación del cromo hexavalente en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018?

Problema específico N°02

¿Cuál es la concentración del cromo hexavalente en intervalos de 6 horas con diferentes cantidades de quitosano en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018?

Problema específico N°03

¿Cuáles son las características físico-químicas del suelo antes y después de realizar el proceso de lixiviación del cromo hexavalente con diferentes concentraciones de quitosano en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación por relevancia social

En el distrito de San Juan de Lurigancho, las zonas agrícolas, residenciales e industriales cuentan con la presencia de empresas curtidoras de pieles, sin contar con el acondicionamiento adecuado para la realización de sus actividades. Por lo que el impacto negativo que genera en el aire, agua, suelo y en los seres vivos es significativo. Es por esto que, una gran alternativa es el uso del quitosano para un nuevo campo de aplicación que es el suelo, beneficiando notablemente la mejora de la calidad de vida, el trabajo seguro de las empresas, protección del trabajador y las familias que habitan cerca a estas entidades, haciendo hincapié en la preservación y conservación del medio ambiente.

1.5.2. Justificación por su implicancia práctica

Son las curtiembres parte fundamental para el desarrollo industrial de nuestro país, además del crecimiento a nivel económico, ya que otorgan productos de muy buena calidad y generan miles de puestos de trabajo para la población.

Es por ello que, al pensar en soluciones prácticas, además de rentables para poder subsistir mutuamente y evitar la posibilidad de un cese de actividades por la contaminación que produce, significaría un gran declive y afectaría a varias familias que subsisten de ello. Por tal motivo, el aporte de esta investigación, solucionará el alto grado de contaminación que se genera, buscando eliminar o minimizar la concentración de cromo hexavalente (VI) presente en los suelos.

1.5.3. Justificación por su valor teórico

Está comprobado que son muy pocos los estudios realizados en el Perú que abordan sobre el uso del quitosano para la efectividad en suelos contaminados por cualquier metal pesado; sin embargo, el proceso de esta investigación dará como evidencia teórica y experimental que el uso de este innovador método otorga alta efectividad y con el tiempo, de sustento para futuras investigaciones.

Cabe resaltar que otro punto interesante es que se le otorga un valor agregado a los residuos orgánicos generados por la industria culinaria, en este caso, los caparzones o exoesqueletos de los crustáceos, ya que al procesarlos se obtiene el biopolímero quitosano que puede ser utilizado para diversos fines en la industria, tales como la conservación de alimentos, biorremediación de aguas y como lo mencionado en este proyecto, una alternativa lixiviante para suelos alterados por los desechos de las curtiembres.

1.5.4. Justificación por su utilidad metodológica

Al observar el impacto negativo que genera esta actividad y la falta de opciones para tratar los suelos contaminados por cromo hexavalente, se plantea y elabora este trabajo de investigación, ya que su aplicación en cuerpos de agua es muy trascendental y sustanciosa. En esta oportunidad, se aplicará en otro campo y aportará en crear nuevos instrumentos de recolección de datos, teniendo la posibilidad de ser aprovechado potencialmente para ser remediador de suelos y clave para la fertilización.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La concentración del cromo hexavalente (VI) presente en el suelo alterado por curtiembre lixiviará a niveles más profundos disminuyendo su toxicidad – San Juan de Lurigancho – 2018.

1.6.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica N°01

La concentración de cromo hexavalente (VI) presente en el suelo alterado por curtiembre será menor con una concentración de quitosano de 16.8 gr que con una concentración de 8.4 gr – San Juan de Lurigancho – 2018.

Hipótesis específica N°02

La concentración de cromo hexavalente será menor cuando se tome la muestra a las 18 horas después de realizar la simulación contaminante – San Juan de Lurigancho – 2018.

Hipótesis específica N°03

Las características físico-químicas del suelo serán mejores después de realizar la lixiviación de cromo hexavalente con diferentes concentraciones de quitosano en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018.

1.7. Objetivo

1.7.1. Objetivo general

Determinar la concentración de cromo hexavalente después de realizar la lixiviación de diferentes concentraciones de quitosano en suelos alterados por curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018.

1.7.2. Objetivos específicos

Objetivo específico N°01

Comparar las concentraciones de cromo hexavalente presente en suelos alterados por curtiembre después de lixiviarlo con diferentes concentraciones de quitosano – San Juan de Lurigancho – 2018.

Objetivo específico N°02

Determinar la concentración del cromo hexavalente después de realizar la simulación del contaminante en un tiempo de 18 horas – San Juan de Lurigancho – 2018.

Objetivo específico N°03

Determinar las características físico-químicas del suelo alterado por curtiembre antes y después de lixiviar el cromo hexavalente con diferentes concentraciones de quitosano – San Juan de Lurigancho – 2018.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño para la presente investigación constituye a la estrategia pensada para la obtención de la información requerida, con la finalidad de contestar al planteamiento del problema.

La reciente investigación que comprende el estudio del proceso de lixiviación del cromo hexavalente en suelos alterados por curtiembres respecto a la concentración del biopolímero quitosano es de tipo experimental, no destructivo. De tal manera, que en el proceso del estudio se podrá influenciar deliberadamente con la variable independiente obteniendo sucesos e investigando cada resultado de la intervención.

Es por ello, que el estudio se ha desarrollado en varios grupos de tratamiento en diferentes circunstancias, siendo un diseño en que los grupos sean comparables, expresando que cada tratamiento tenga la posibilidad de ser establecido a cualquier grupo.

Respecto al diseño de investigación, por cada factor se realizó 3 niveles como se representa en la Tabla N° 01 distinto nivel presento 3 tratamientos con 3 réplicas que se detallan en la Tabla N° 02.

Tabla N°01: Niveles del Factor de Investigación

FACTOR	NIVELES	VALORES
Cantidad del quitosano (gr)	3	4.2; 8.4; 16.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°02: Tratamientos del Diseño Experimental

FACTOR (cantidad del quitosano gr)	TRATAMIENTOS		
4.2	A1	A2	A3
8.4	B1	B2	B3
16.8	C1	C2	C3

Fuente: Elaboración propia.

El nivel de la investigación es de carácter explicativa debido a que describe la ocurrencia del fenómeno, tratando de buscar el esclarecimiento al comportamiento de la variable y en las condiciones que se manifiesta.

Respecto al enfoque de la investigación es de metodología cuantitativa, pretendiendo señalar alternativas en magnitudes numéricas (recolección de datos), siendo tratadas en herramientas del campo estadístico con la finalidad de probar las teorías.

Respecto al tipo de investigación es aplicada, por el hecho de buscar convertir el conocimiento puro en conocimiento práctico para el entorno en que vivimos y los problemas de la sociedad, albergando los hallazgos y esfuerzos de la generación de conocimientos científicos y transformarlos en tecnológicos.

2.1.1. Procedimiento

Materiales

- ✓ Recipientes de acrílico
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Mascarilla para gases
- ✓ Guardapolvo
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Pico

- ✓ Pala
- ✓ Baldes de 12 litros
- ✓ Quitosano
- ✓ Medidor de gotas
- ✓ Frasco de plástico
- ✓ Agua contaminada (20 litros)
- ✓ Cooler
- ✓ Tierra con las características del suelo de la empresa

Equipos

- ✓ Bomba de agua
- ✓ Pistola de riego

Reactivos

- ✓ NaOH 5N

2.1.1.1. Muestreo de agua y suela de la curtiembre

En primer lugar, para proseguir con el trabajo de investigación planteado, se realizó un muestreo representativo; tal como se muestra en la Figura N°01, de la calidad del agua y el suelo presentes en la empresa, con la finalidad de comprobar que el metal pesado cromo hexavalente (VI) está presente en estos cuerpos y de esta manera confirmar la contaminación por parte de la industria de curtiembres, mediante los análisis del laboratorio acreditado.

2.1.1.2. Armado de materiales y equipos

La aplicación del presente tema de investigación en el aspecto real es complicada debido a las limitaciones que brinda este tipo de industrias al referirse a temas ambientales, por el riesgo de recibir multas o la clausura de la empresa. Además, no se podría aplicar directamente al suelo de la empresa, por motivos que se tendría que ocupar gran espacio, afectar el área de trabajo de la empresa y cavar a niveles profundos para su comprobación. Por este motivo, se realizó una simulación de contaminación del cromo hexavalente considerando las características del suelo de la empresa y el alto grado de toxicidad del contaminante (ppm). De esta manera,

se verificará los resultados en una escala a 'ensayos pilotos', realizado en un área con las comodidades adecuadas, como se muestra en la Figura N°02. Para ello, se necesitará 3 recipientes de acrílico con gran capacidad de presión y un sistema de riego por aspersión.

2.1.1.3. Preparación de la simulación del contaminante

La preparación para la simulación del contaminante se basó en la obtención de gran cantidad de suelo (tierra) con las mismas características del suelo y gran cantidad del efluente generado por la empresa.

De esta manera, en cada recipiente de acrílico se llenará hasta una altura determinada del suelo sin el contaminante y cierta parte del recipiente contendrá el suelo contaminado de cromo hexavalente.

El suelo contaminado, a modo de simulación (Figura N°03), se verá reflejado y comprobado con los resultados del análisis de laboratorio, pasando los Límites Máximos Permisibles (LMP).

2.1.1.4. Proceso de lixiviación del contaminante

En esta pauta, para el proceso de lixiviación del cromo hexavalente presentes en los recipientes de acrílico, se consideró el tiempo transcurrido en horas, la cantidad de quitosano en gramos y el diluyente ingresado en litros, además, del cálculo matemático de la lámina de riego (Figura N°04) para establecer el nivel de profundidad a la que llegará el diluyente.

2.1.1.5. Sistema de riego

Primero se ensambló el recipiente de acrílico con el sistema de riego eléctrico (Figura N°05) y se colocó el recipiente del diluyente mezclado con el quitosano. Por lo cual, el funcionamiento de la bomba de agua por su entrada inferior, succionará y por la entrada superior que está conectada la pistola de aspersión, liberará e ingresará por la parte superior del recipiente de acrílico.

La pistola de aspersión está regulada para liberar gotas de un diámetro mínimo (micras) y de esta manera no generar barro en los recipientes de acrílico.

2.1.1.6. Tratamientos

Finalmente por cada tratamiento o recipiente piloto (Figura N°06, 07 y 08) se obtiene 2 muestras, uno en la compuerta superior y otro en la compuerta inferior, para comprobar mediante análisis de laboratorio si el contaminante se desplazó a niveles más profundos.

Tabla N°03: Datos del primer recipiente piloto

TRATAMIENTO	A1 – A2 – A3	Quitosano	4.2 gramos
		Diluyente	5 litros
		Tiempo	6 horas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°04: Datos del segundo recipiente piloto

TRATAMIENTO	B1 – B2 – B3	Quitosano	8.4 gramos
		Diluyente	5 litros
		Tiempo	6 horas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°05: Datos del tercer recipiente piloto

TRATAMIENTO	C1 – C2 – C3	Quitosano	16.8 gramos
		Diluyente	5 litros
		Tiempo	6 horas

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Variables y definición operacional

2.2.1. Variable independiente

Uso del quitosano.

2.2.2. Variable dependiente

Lixiviación del cromo hexavalente.

Tabla N°06: Matriz de operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE: Uso del quitosano				
Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
El quitosano es uno de los pocos polisacáridos catiónicos naturales. Se deriva de la quitina mediante la desacetilación de la misma en condiciones muy alcalinas y a altas temperaturas (Pastor e Higuera, 2004).	Para la obtención del quitosano por medio de los exoesqueletos de crustáceos, pasará por varios procesos. De manera, que tendrá ciertas características (Fuente: propia).	Características del compuesto orgánico quitosano.	Color	Descripción
			Textura	Descripción
			Masa molecular	g/mol
			Desacetilación	%
			Cistalinidad	%

Fuente: Elaboración propia.

VARIABLE DEPENDIENTE: Lixiviación del cromo hexavalente				
Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido de tamaño reducido para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido (SERNAGEOMIN, 2016).	El proceso de lixiviación requiere de la preparación adecuada y responsable del área donde se va a realizar la acción de lixiviar (Fuente: Propia)	Cálculo del nivel de profundidad mediante la fórmula "Lámina de riego".	Tiempo de contacto Cantidad de diluyente Quitosano	Hora Litros Gramos

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Representada por los 450 kilos de tierra que se utilizó para la realización de las 3 repeticiones por cada tratamiento establecido.

2.3.2. Muestra

En este estudio, como la población no es abundante, la representación de la muestra está basada al total del muestreo realizado por cada compuerta, es decir por los 3 tratamientos y las 3 repeticiones, tenemos un total de 18 muestras.

2.3.3. Muestreo

Se considera un cuadrado latino de 3 x 3, debido a que se utilizó 3 cantidades diferentes del biopolímero quitosano y por cada cantidad se realiza 3 repeticiones, teniendo un total de 9 recipientes de acrílico, de las cuales por cada recipiente tiene 2 compuertas, obteniendo 18 muestras en total.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación, la técnica que se tomará en consideración, es la técnica de muestreo de suelos, para lo cual será necesario la intervención del uso de laboratorio acreditado para su respectivo análisis, siendo la base para dar respuesta a los problemas principales como también a los específicos. Buscando conocer la efectividad del uso de quitosano en suelos alterados por una empresa de curtiembre, el estado que se encuentra el suelo y el agua, las condiciones que se utilizará para el proceso de lixiviación y toda la información en conjunto permitirá la determinación de qué cantidad de quitosano es la más eficiente para lixiviar el contaminante cromo hexavalente.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Respecto a los instrumentos de recolección de datos de la presente investigación se adjuntaron en la pauta de los “Anexos” y son los siguientes:

- ✓ Ficha de observación N°01: Registro de la concentración del contaminante.
- ✓ Ficha de observación N°02: Registro para la identificación de la fertilidad del suelo.
- ✓ Ficha de observación N°03: Registro de los componentes favorables del quitosano.

2.4.3. Validez de los instrumentos

La validación de los instrumentos del presente tema por el juicio de 3 expertos, siendo metodólogos e ingenieros colegiados, son los siguientes:

- ✓ Cabrera Carranza, Carlos
- ✓ Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- ✓ Alcántara Boza, Alejandro

Tabla N°07: Prueba binominal para la validación de los instrumentos

	Categoría	N	Prop. Observada	Prop. de prueba	Significancia exacta (bilateral)
Juez 1	90.5	3	1.00	.50	.002
Total			1.00		
Juez 2			1.00		
Juez 2	85	3	1.00	.50	.002
Total			1.00		
Juez 3			1.00		
Juez 3	85	3	1.00	.50	.002
Total			1.00		

Fuente: Elaboración propia.

2.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

Cada instrumento pasó por el análisis de confiabilidad “Alfa de Conbrach”, lo cual se consiguió generando la base de datos de los ítems que alberga las fichas de validación, y tipeando en la ventana de datos las calificaciones que los expertos proporcionaron según sus criterios.

Tabla N°08: Alfa de Cronbach para la fiabilidad de los instrumentos

Procesamiento de casos	N	%
Válido	3	100,0
Excluido	0	,0
Total	3	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Estadística de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,988	3

Fuente: Elaboración propia.

El análisis “Alfa de Cronbach”, es una herramienta estadística que nos proporciona un dato para poder interpretarlo como el nivel de confiabilidad que alberga nuestro instrumento, los resultados se basan desde -1 hasta 1, siendo el intervalo aceptable de fiabilidad el rango de 0.7 entre 1.

En esta oportunidad, se consideró las variables de los ítems de las fichas de evaluación de cada instrumento y los puntajes que los expertos proporcionaron en ellos. Se obtuvo como resultado de esta operación un nivel de confiabilidad de 0.988, manifestando la fiabilidad del instrumento.

2.5. Métodos de análisis de datos

En la presente investigación se utilizará el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, para determinar si las medias de las poblaciones son significativamente diferentes, evaluando la importancia del factor al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles del factor.

En el análisis se establece lo siguiente:

H0: No hay diferencia significativa entre las medias.

Ha: Las medias son significativamente diferentes.

Además, se utilizará el método de comparaciones múltiples “post-hoc” de Tukey con T-student para obtener más información detallada de diferentes medias.

2.6. Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar la autenticidad de los resultados, la confiabilidad de las constancias recibida por el laboratorio acreditado, así mismo mostrando el compromiso por el cuidado ambiental y la biodiversidad.

III. RESULTADOS

En este punto, la ejecución del presente estudio fue obtener muestras representativas del suelo y agua para verificar las concentraciones del contaminante y demostrar su impacto negativo por su actividad.

Tabla N°09: Concentración del contaminante cromo hexavalente (VI) presente en el suelo.

PARÁMETROS	ECA – SUELO – LMP		RESULTADOS
Cr(VI)	Suelo agrícola	0.4 mg/kg	0.58 mg/kg
	Suelo residencial	0.4 mg/kg	
	Suelo industrial	1.4 mg/kg	

Fuente: Elaboración propia.

Se puede demostrar que el suelo está severamente dañado por la actividad de la curtiembre, resaltando su elevada concentración de cromo hexavalente (VI) superando el límite máximo tolerable de acumulación por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el suelo.

Tabla N°10: Caracterización del suelo alterado por cromo hexavalente (VI) en el suelo de la curtiembre

CARACTERIZACIÓN	RESULTADOS
pH	9.4
Conductividad eléctrica	14.72 dS/m
Materia orgánica	0.64%
Clase textural	Franco arenoso

Fuente: Elaboración propia.

Los valores obtenidos demuestran que el suelo no tiene las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas. Además, se puede observar que la clase textural es franco arenoso, considerando al suelo permeable, poroso y masivo, cuyas condiciones son favorables para la aplicación de este presente estudio.

Tabla N°11: Concentración del contaminante cromo hexavalente (VI) presente en la caja de registro conectada al alcantarillado – VMA – Anexo 2

PARÁMETROS	VMA – ANEXO 2	RESULTADOS
Cr(VI)	0.5 mg/L	0.61 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

Se puede verificar que el agua de la caja de registro ha excedido la concentración de los valores máximos admisibles del Anexo 2 y si tuviera una fiscalización por Sedapal se suspendería los servicios de alcantarillado temporalmente.

Tabla N°12: Otros parámetros del contaminante cromo hexavalente (VI) – VMA – Anexo 1

PARÁMETROS	VMA – ANEXO 1	RESULTADOS
Aceites	100 mg/L	196 mg/L
DBO5	500 mg/L	4 300 mg/L
DQO	1000 mg/L	128 000 mg/L
Sólidos suspendidos totales	500 mg/L	2022 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

Además, se puede verificar que excede todos los parámetros de los valores máximos admisibles del Anexo 1, esto indica que las descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, no cumple con lo establecido y deberá efectuar un pago adicional por exceso de concentración, conforme a lo establecido por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Tabla N°13: Caracterización del suelo para la simulación del contaminante

PARÁMETROS	RESULTADOS – suelo de curtiembre	RESULTADOS – suelo obtenido para simulación
pH	9.4	8.1
Conductividad eléctrica	14.72 dS/m	12.80 dS/m
Materia orgánica	0.64%	0.74 %
Clase textural	Franco arenoso	Franco arenoso

Fuente: Elaboración propia.

Se puede verificar que el suelo obtenido para realizar la simulación del contaminante en los ensayos pilotos es óptimo, ya que los parámetros del suelo de la curtiembre son similares y cumple con los requisitos propuestos en este proyecto.

Tabla N°14: Caracterización del quitosano

PRODUCTO	CARACTERIZACIÓN	RESULTADOS
Quitosano	Residuos sólidos	1.3%
	Humedad	7%
	Desacetilación	85%

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en los resultados obtenidos de la caracterización del quitosano que el grado de desacetilación es aceptable, ya que el valor óptimo que se menciona en otras investigaciones es de 60% a más. Se llegó al grado de desacetilación del 85% de quitosano porque se obtuvo ya elaborada, las entidades encargadas tienen los implementos más sofisticados y el laboratorio adecuado para su fabricación.

A partir de la **Tabla N°15 hasta la N°26**, se da a conocer los resultados obtenidos de cada tratamiento realizado, con sus tres repeticiones en cada compuerta y así poder evaluar un promedio adecuado para interpretar.

Tabla N°15: Concentraciones del tratamiento A en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	A (4.2 gr)	1	0.47 ppm
2	Abajo	A (4.2 gr)	1	0.19 ppm
3	Arriba	A (4.2 gr)	2	0.48 ppm
4	Abajo	A (4.2 gr)	2	0.20 ppm
5	Arriba	A (4.2 gr)	3	0.47 ppm
6	Abajo	A (4.2 gr)	3	0.20 ppm

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°16: Concentraciones del tratamiento B en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	B (8.4 gr)	1	0.33 ppm
2	Abajo	B (8.4 gr)	1	0.27 ppm
3	Arriba	B (8.4 gr)	2	0.32 ppm
4	Abajo	B (8.4 gr)	2	0.27 ppm
5	Arriba	B (8.4 gr)	3	0.31 ppm
6	Abajo	B (8.4 gr)	3	0.28 ppm

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°17: Concentraciones del tratamiento C en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	C (16.8 gr)	1	0.20 ppm
2	Abajo	C (16.8 gr)	1	0.39 ppm
3	Arriba	C (16.8 gr)	2	0.19 ppm
4	Abajo	C (16.8 gr)	2	0.41 ppm
5	Arriba	C (16.8 gr)	3	0.18 ppm
6	Abajo	C (16.8 gr)	3	0.39 ppm

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°18: Potencial hidrógeno del tratamiento A en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	A (4.2 gr)	1	7.70
2	Abajo	A (4.2 gr)	1	7.32
3	Arriba	A (4.2 gr)	2	7.68
4	Abajo	A (4.2 gr)	2	7.33
5	Arriba	A (4.2 gr)	3	7.71
6	Abajo	A (4.2 gr)	3	7.33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°19: Potencial hidrógeno del tratamiento B en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	B (8.4 gr)	1	6.52
2	Abajo	B (8.4 gr)	1	8.29
3	Arriba	B (8.4 gr)	2	6.50
4	Abajo	B (8.4 gr)	2	8.27
5	Arriba	B (8.4 gr)	3	6.52
6	Abajo	B (8.4 gr)	3	8.28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°20: Potencial hidrógeno del tratamiento C en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	C (16.8 gr)	1	5.60
2	Abajo	C (16.8 gr)	1	9.31
3	Arriba	C (16.8 gr)	2	5.62
4	Abajo	C (16.8 gr)	2	9.30
5	Arriba	C (16.8 gr)	3	5.62
6	Abajo	C (16.8 gr)	3	9.31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°21: Conductividad eléctrica del tratamiento A en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	A (4.2 gr)	1	10.11
2	Abajo	A (4.2 gr)	1	4.84
3	Arriba	A (4.2 gr)	2	10.11
4	Abajo	A (4.2 gr)	2	4.85
5	Arriba	A (4.2 gr)	3	10.12
6	Abajo	A (4.2 gr)	3	4.83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°22: Conductividad eléctrica del tratamiento B en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	B (8.4 gr)	1	7.52
2	Abajo	B (8.4 gr)	1	7.19
3	Arriba	B (8.4 gr)	2	7.51
4	Abajo	B (8.4 gr)	2	7.20
5	Arriba	B (8.4 gr)	3	7.50
6	Abajo	B (8.4 gr)	3	7.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°23: Conductividad eléctrica del tratamiento C en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	C (16.8 gr)	1	4.00
2	Abajo	C (16.8 gr)	1	10.69
3	Arriba	C (16.8 gr)	2	3.98
4	Abajo	C (16.8 gr)	2	10.70
5	Arriba	C (16.8 gr)	3	3.99
6	Abajo	C (16.8 gr)	3	10.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24: Materia orgánica del tratamiento A en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	A (4.2 gr)	1	0.87
2	Abajo	A (4.2 gr)	1	2.65
3	Arriba	A (4.2 gr)	2	0.86
4	Abajo	A (4.2 gr)	2	2.66
5	Arriba	A (4.2 gr)	3	0.86
6	Abajo	A (4.2 gr)	3	2.65

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°25: Materia orgánica del tratamiento B en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	B (8.4 gr)	1	1.45
2	Abajo	B (8.4 gr)	1	1.98
3	Arriba	B (8.4 gr)	2	1.44
4	Abajo	B (8.4 gr)	2	1.99
5	Arriba	B (8.4 gr)	3	1.45
6	Abajo	B (8.4 gr)	3	1.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°26: Materia orgánica del tratamiento C en cada compuerta

MUESTRA	COMPUERTA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
1	Arriba	C (16.8 gr)	1	2.74
2	Abajo	C (16.8 gr)	1	1.32
3	Arriba	C (16.8 gr)	2	2.76
4	Abajo	C (16.8 gr)	2	1.32
5	Arriba	C (16.8 gr)	3	2.74
6	Abajo	C (16.8 gr)	3	1.31

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, desde la Tabla N°27 hasta la N°XX se muestran las pruebas estadísticas.

Tabla N°27: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la Concentración final del cromo hexavalente (VI)

		Prueba de normalidad		
		Shapiro – Wilk		
Concentración de Quitosano		Estadístico	gl	Sig.
Concentración final del cromo hexavalente (VI)	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	,750	3	,890
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,750	3	,730
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	1,000	3	1,000
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	,750	3	,850
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	1,000	3	1,000
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	,893	3	,363

Fuente: Elaboración propia.

A los resultados obtenidos se aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, mostrándose en la Tabla N°28.

Tabla N°28: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para la concentración final del cromo hexavalente (VI)

Variable dependiente: Concentración Final del Cromo hexavalente (VI)

HSD Tukey

(I)Concentración de Quitosano	(J)Concentración de Quitosano	Difer. de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Lím. inf.	Lím. Sup.
Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,27667*	,01856	,000	,2143	,3390
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	,15333*	,01856	,000	,0910	,2157
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	,20000*	,01856	,000	,1377	,2623
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,28333*	,01856	,000	,2210	,3457
Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	,10333*	,01856	,001	,0410	,1657
	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,27667*	,01856	,000	-,3390	-,2143
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-,12333*	,01856	,000	-,1857	-,0610
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-,07667*	,01856	,014	-,1390	-,0143
Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,00667	,01856	,999	-,0557	,0690
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-,17333*	,01856	,000	-,2357	-,1110
Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,15333*	,01856	,000	-,2157	-,0910

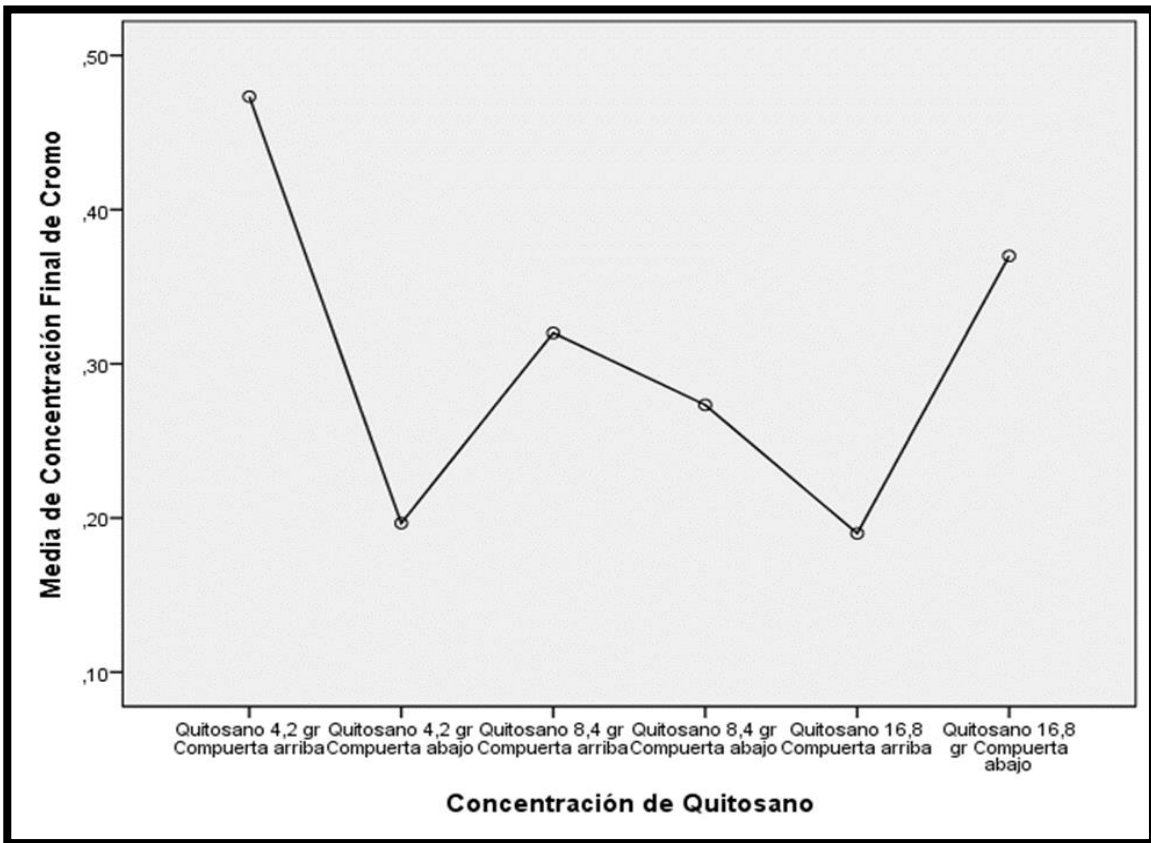
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,12333*	,01856	,000	,0610	,1857
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	,04667	,01856	,194	-,0157	,1090
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	13000*	,01856	,000	,0677	,1923
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-,05000	,01856	,148	-,1123	,0123
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,20000*	,01856	,000	-,2623	-,1377
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,07667*	,01856	,014	,0143	,1390
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-,04667	,01856	,194	-,1090	,0157
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,08333*	,01856	,007	,0210	,1457
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-,09667*	,01856	,002	-,1590	-,0343
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,28333*	,01856	,000	-,3457	-,2210
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	-,00667	,01856	,999	-,0690	,0557
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-,13000*	,01856	,000	-,1923	-,0677
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-,08333*	,01856	,007	-,1457	-,0210
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-,18000*	,01856	,000	-,2423	-,1177
Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,10333*	,01856	,001	-,1657	-,0410
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,17333*	,01856	,000	,1110	,2357

Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	,05000	,01856	,148	-,0123	,1123
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	,09667*	,01856	,002	,0343	,1590
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,18000*	,01856	,000	,1177	,2423

*.La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°01: Interpretación de la comparación de medias Tukey de la concentración final del cromo hexavalente (VI)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°01, se muestra la variación de las medias en la concentración final del cromo hexavalente (VI) en base a cada concentración del quitosano. Se observa que las concentraciones del quitosano 4.2 gr compuerta abajo y 16.8 gr compuerta arriba son las más cercanas al objetivo e hipótesis de este proyecto.

Tabla N°29: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para el potencial hidrógeno (pH)

	Concentración de Qitosano	Shapiro – Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Potencial hidrógeno (pH)	Qitosano 4,2 gr	,964	3	,637
	Compuerta arriba			
Final del Suelo	Qitosano 4,2 gr	,750	3	,780
	Compuerta abajo			
	Qitosano 8,4 gr	,750	3	,697
	Compuerta arriba			
	Qitosano 8,4 gr	1,000	3	1,000
	Compuerta abajo			
	Qitosano 16,8	,750	3	,321
	Compuerta arriba			
	Qitosano 16,8 gr	,750	3	,465
	Compuerta abajo			

Fuente: Elaboración propia.

A los resultados obtenidos se aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, mostrándose en la Tabla N°30.

Tabla N°30: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para el potencial hidrógeno (pH)

Variable dependiente: Potencial hidrógeno (pH) final del suelo

HSD Tukey

(I)Concentración de Quitosano	(J)Concentración de Quitosano	Difer. de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Lím. inf.	Lím. Sup.
Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,37000*	,00861	,000	,3411	,3989
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	1,18333*	,00861	,000	1,154	1,212
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-,58333*	,00861	,000	-,6122	-,5544
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	2,08333*	,00861	,000	2,054	2,112
Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-1,6100*	,00861	,000	-1,639	-1,581
	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-,37000*	,00861	,000	-,3989	-,3411
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	,81333*	,00861	,000	,7844	,8422
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-,95333*	,00861	,000	-,9822	-,9244
Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	1,71333*	,00861	,000	1,684	1,742
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-1,9800*	,00861	,000	-2,009	-1,951
Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-1,1833*	,00861	,000	-1,212	-1,154

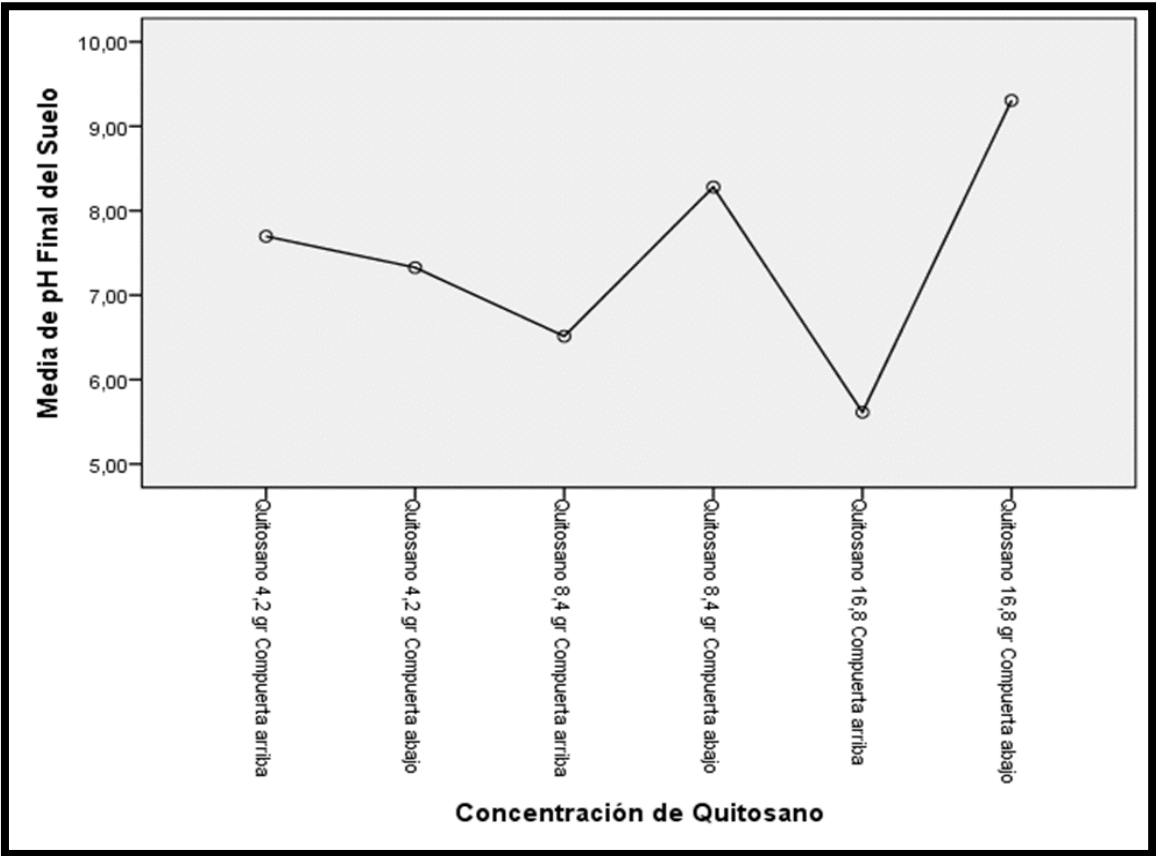
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	-.81333*	,00861	,000	-,8422	-,7844
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-1,7667*	,00861	,000	-1,796	-1,738
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,90000*	,00861	,000	,8711	,9289
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-2,7933*	,00861	,000	-2,822	-2,764
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	,58333*	,00861	,000	,5544	,6122
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	,95333*	,00861	,000	,9244	,9822
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	1,76667*	,00861	,000	1,738	1,796
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	2,66667*	,00861	,000	2,638	2,696
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-1,0267*	,00861	,000	-1,056	-,9978
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-2,0833*	,00861	,000	-2,112	-2,054
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	-1,7133*	,00861	,000	-1,742	-1,684
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-,90000*	,00861	,000	-,9289	-,8711
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-2,6667*	,00861	,000	-2,696	-2,638
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-3,6933*	,00861	,000	-3,722	-3,664
Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	1,61000*	,00861	,000	1,581	1,639
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	1,98000*	,00861	,000	1,951	2,009

Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	2,79333*	,00861	,000	2,764	2,822
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	1,02667*	,00861	,000	,9978	1,056
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	3,69333*	,00861	,000	3,664	3,722

*.La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°02: Interpretación de la comparación de medias Tukey del potencial hidrógeno (pH)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°02, se muestra la variación de las medias en el potencial hidrógeno (pH) en base a cada concentración del quitosano. Se observa que las concentraciones del quitosano 4.2. gr compuerta abajo y 8.4 gr compuerta arriba son las más adecuadas para la mejora del suelo contaminado.

Tabla N°31: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la conductividad eléctrica (CE)

	Concentración de Qitosano	Shapiro – Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Conductividad eléctrica (CE)	Qitosano 4,2 gr	,750	3	,980
	Compuerta arriba			
Final del Suelo	Qitosano 4,2 gr	1,000	3	1,000
	Compuerta abajo			
	Qitosano 8,4 gr	1,000	3	1,000
	Compuerta arriba			
	Qitosano 8,4 gr	,750	3	,763
	Compuerta abajo			
	Qitosano 16,8	1,000	3	1,000
	Compuerta arriba			
	Qitosano 16,8 gr	,750	3	,457
	Compuerta abajo			

Fuente: Elaboración propia.

A los resultados obtenidos se aplicará el análisis de Comparación de Medias por Tratamiento de Tukey, mostrándose en la Tabla N°32.

Tabla N°32: Comparación de Medias por Tratamientos de Tukey para la conductividad eléctrica (CE)

Variable dependiente: Conductividad eléctrica (CE) final del suelo

HSD Tukey

(I)Concentración de Quitosano	(J)Concentración de Quitosano	Difer. de medias (I-J)	Error estánd .	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Lím. inf.	Lím. Sup.
Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	5,27333*	,00667	,000	5,251	5,296
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	2,60333*	,00667	,000	2,581	2,626
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	2,91667*	,00667	,000	2,894	2,939
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	6,12333*	,00667	,000	6,101	6,146
Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-,58000*	,00667	,000	-,6024	-,5576
	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-5,2733*	,00667	,000	-5,296	-5,251
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-2,6700*	,00667	,000	-2,692	-2,648
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-2,3567*	,00667	,000	-2,379	-2,334
Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	,85000*	,00667	,000	,8276	,8724
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-	,00667	,000	-5,876	-5,831
	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-2,6033*	,00667	,000	-2,626	-2,581

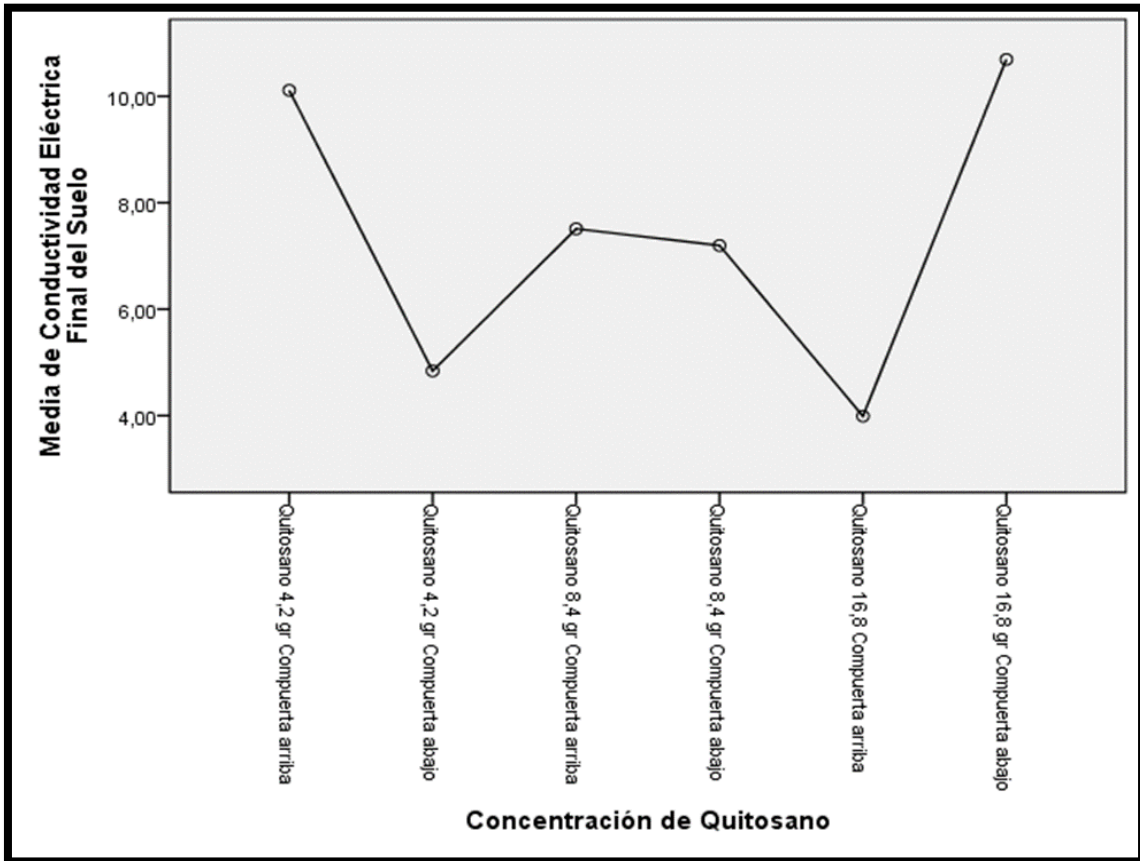
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	2,67000*	,00667	,000	2,648	2,692
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	,31333*	,00667	,000	,2909	,3357
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	3,52000*	,00667	,000	3,498	3,542
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-3,1833*	,00667	,000	-3,206	-3,161
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-2,9167*	,00667	,000	-2,939	-2,894
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	2,35667*	,00667	,000	2,334	2,379
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-,31333*	,00667	,000	-,3357	-,2909
	Quitosano 16,8 Compuerta arriba	3,20667*	,00667	,000	3,184	3,229
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-3,4967*	,00667	,000	-3,519	-3,474
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	-6,1233*	,00667	,000	-6,146	-6,101
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	-,85000*	,00667	,000	-,8724	-,8276
	Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	-3,5200*	,00667	,000	-3,542	-3,498
	Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	-3,2067*	,00667	,000	-3,229	-3,184
	Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	-6,7033*	,00667	,000	-6,726	-6,681
Quitosano 16,8 gr Compuerta abajo	Quitosano 4,2 gr Compuerta arriba	,58000*	,00667	,000	,5576	,6024
	Quitosano 4,2 gr Compuerta abajo	5,85333*	,00667	,000	5,831	5,876

Quitosano 8,4 gr Compuerta arriba	3,18333*	,00667	,000	3,161	3,206
Quitosano 8,4 gr Compuerta abajo	3,49667*	,00667	,000	3,474	3,519
Quitosano 16,8 Compuerta arriba	6,70333*	,00667	,000	6,681	6,726

*.La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°03: Interpretación de la comparación de medias Tukey de la conductividad eléctrica (CE)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°03, se muestra la variación de las medias en la conductividad eléctrica (CE) en base a cada concentración del quitosano. Se observa que la concentración del quitosano 16.8 gr compuerta arriba es la más adecuada para la mejora del suelo contaminado.

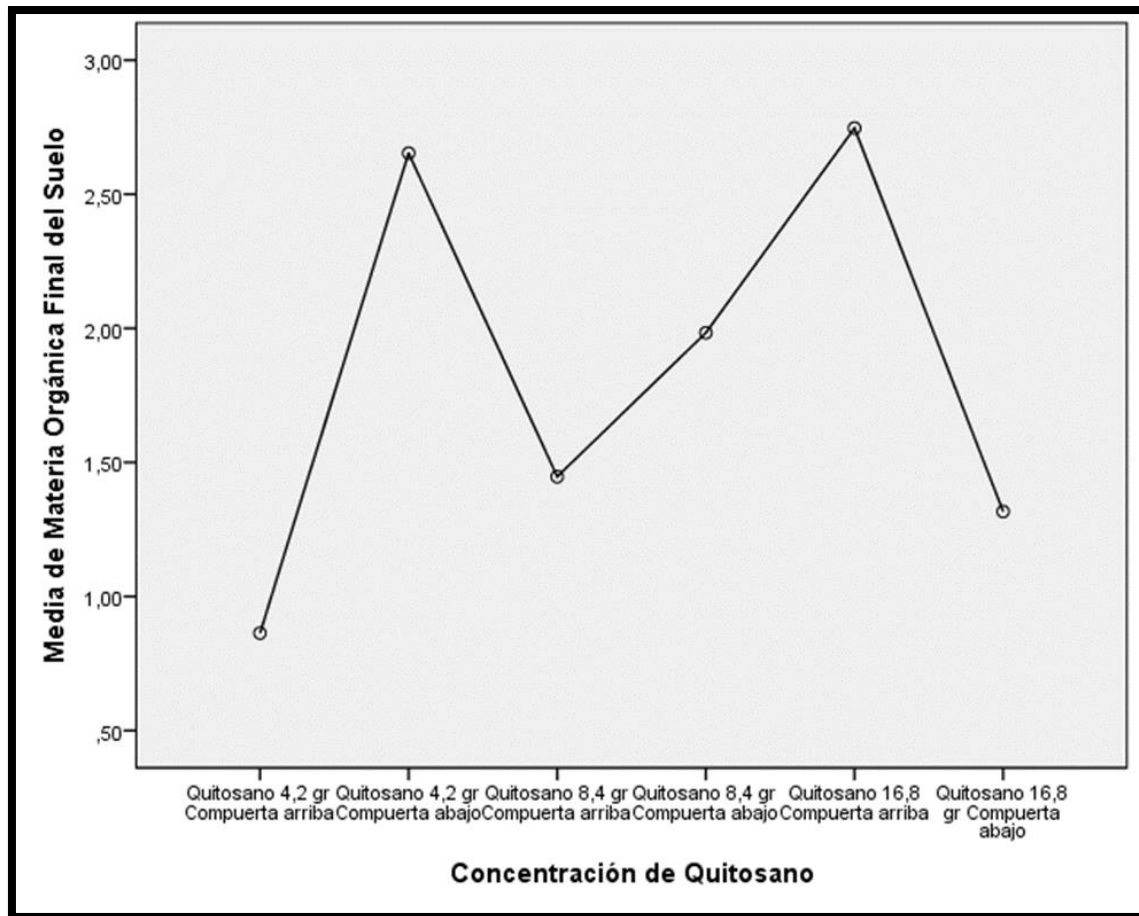
Tabla N°33: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk para la materia orgánica (MO)

	Concentración de Qitosano	Shapiro – Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Materia orgánica (MO)	Qitosano 4,2 gr	,750	3	,000
	Compuerta arriba			
Final del Suelo	Qitosano 4,2 gr	,750	3	,000
	Compuerta abajo			
	Qitosano 8,4 gr	,750	3	,000
	Compuerta arriba			
	Qitosano 8,4 gr	,750	3	,000
	Compuerta abajo			
	Qitosano 16,8	,750	3	,000
	Compuerta arriba			
	Qitosano 16,8 gr	,750	3	,000
	Compuerta abajo			

Fuente: Elaboración propia.

Los datos no siguen una distribución normal, así que no se les aplica la comparación de medias Tukey.

Figura N°04: Interpretación de la materia orgánica (MO)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°04, se muestra la variación de las medias en la materia orgánica (MO) en base a cada concentración del quitosano. Se observa que las concentraciones del quitosano 4.2 gr compuerta abajo y 16.8 gr compuerta arriba son las más adecuadas para la mejora del suelo contaminado.

IV. DISCUSIONES

Según Van Riemsdijk & Van Der Zee (1991), nos comenta en su estudio que los metales que ingresan al ambiente del suelo, experimentan varios cambios oxidativos o reductivos, indicando que esto es debido a la interacción con los materiales geológicos y biológicos. Respecto al estudio realizado, se pudo corroborar que el contaminante cromo hexavalente pasó por un proceso de reducción a cromo trivalente, ya que en el proceso experimental se tomó en

consideración el tiempo en que está presente en el suelo, confirmando su reducción de manera natural en un lapso de tiempo de 18 horas.

Yarlagadda (1995), nos presenta en su estudio el motivo de la capacidad de lixiviación de varios metales pesados, indicando que el principio está en sus asociaciones químicas y físicas. Resaltando que la técnica para remediar un metal pesado se basa en su forma la cual está presente en el suelo. En esta oportunidad, el metal cromo hexavalente está presente como partículas dispersas en el suelo y debido a su forma es que se aplica esta metodología de lixiviarlo con el quitosano, ya que el proceso de adherirse con el compuesto natural para arrastrarlo a niveles más profundos es factible.

Según Hope (2001), menciona la peligrosidad potencial de los metales pesados para la salud de las personas, su grado de reactividad, toxicidad y movilidad. Además, de la implementación de un pretratamiento para reducir la concentración del contaminante lixiviado, basándose en el lavado del suelo y verificando su disminución por el diluyente utilizado. Debido a ello, se corroboró la aplicación del pretratamiento mencionado, mediante los recipientes de acrílico, ya que el diluyente con quitosano mencionado arrastró el material disuelto, disminuyendo así la concentración del suelo en la parte superior del recipiente.

Crespo (2004), menciona respecto a la determinación de la fertilidad del suelo, los requerimientos que necesitan los cultivos para estar en buen estado y la deficiencia de los análisis de laboratorio al dar resultados erróneos. Por este motivo, se realizó la comparación entre los resultados del laboratorio mandado a analizar y los resultados obtenidos por propia elaboración, corroborando la confiabilidad del laboratorio acreditado.

V. CONCLUSIONES

La evidencia que se mostró anteriormente demuestra que el impacto generado por el proceso de lixiviación en los suelos contaminados generado antrópicamente, es factible para el aislamiento del contaminante. De esta manera, la concentración del

contaminante generado por la empresa, se disminuirá a niveles aceptables por los Estándares de Calidad Ambiental del Suelo.

Por las razones mencionadas, la concentración promedio del cromo hexavalente lixiviado en el tratamiento A1 es de 0.47 ppm, siendo la cantidad del quitosano 4.2 gr. y el tiempo transcurrido 6 horas. En el tratamiento B2 es de 0.32 ppm, siendo la cantidad del quitosano 8.4 gr. y el tiempo transcurrido 6 horas. Por último, en el tratamiento C3 es de 0.19 ppm, siendo la cantidad del quitosano 16.8 gr y el tiempo transcurrido 6 horas, la cual aporta mayor eficiencia en todos los tratamientos realizados. Por lo tanto, la disminución de la concentración del contaminante se basa a la cantidad de quitosano ingresado a cada tratamiento.

Por otro lado, la aplicación de esta alternativa como tratamiento para los suelos es beneficioso debido a las aportaciones que el biopolímero quitosano brinda, albergando cambios en el potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (C.E.) y la materia orgánica (M.O.), en todos los recipientes. Siendo el tratamiento C3 con mayor aportación (CrVI 0.19 ppm, p.H. 5.62 %, C.E. 3.99 % - M.O. 2.74 %) para este proyecto, considerando estos datos aceptables para el concurrir del personal en la empresa y el uso agrícola.

De acuerdo a los resultados y a la prueba de hipótesis realizada con un nivel de significancia del 95 %, se demostró la efectividad del quitosano haciendo uso de 16.8 gr de este, con 5 litros del diluyente en un tiempo transcurrido de 6 horas, lo que produjo la mayor lixiviación del contaminante cromo hexavalente (VI).

VI. RECOMENDACIONES

Respecto a investigaciones referidas al campo del suelo y la aplicación de nuevas alternativas o tratamientos como se expone en la presente investigación, es necesario profundizar en nuevos mecanismos de implementación como productos generados de un proceso limpio (quitosano por medio de la pluma de pota), completarlo con un tratamiento físico (filtros), con la finalidad de buscar soluciones con mayor eficiencia y rendimiento.

Este tipo de investigación contempla algunas desviaciones debido a estar en proceso de formación, ya que la metodología aplicada es reciente, se ve en pocos temas de investigación. Además, el uso del compuesto orgánico quitosano viéndose en otro campo que es el suelo, a comparación del uso trillado en cuerpos de aguas. Es por ello, que se busca mayor información teórica y explicativa para poder aplicarlo en otros lugares.

El aporte que presenta esta reciente investigación, es el uso del compuesto orgánico quitosano en interacción con el suelo, obteniéndose a partir del exoesqueleto de los crustáceos, la cual es un recurso que abunda, está en disposición y sin valor agregado. Los exoesqueletos de crustáceos, que encontramos mayormente desechados, representan una alternativa sostenible con rendimiento eficiente para el uso de cuerpos de aguas y suelos contaminados, buscando aplicarlos en otros tipos de suelos para su viabilidad.

Referente a la obtención del quitosano, si bien es cierto es producido mediante químicos altamente tóxicos, es necesario la búsqueda de otras alternativas, considerando procesos que eviten el uso de químicos. Pudiendo comenzar por la búsqueda de quitina en otras áreas.

VII. REFERENCIAS

- ✓ ALFARO, GARCÍA & MONTENEGRO (2002). Nivele de contaminación de mercurio, cadmio, arsénico y plomo en suelos de la Cuenca Baja del Río Bogotá.
- ✓ CAÑIZARES R., (2000). Bio-sorción de metales pesados medinte el uso de biomasa microbiana. RevistaLatinoamericana de Microbiología.
- ✓ COVINGTON A., (2009). Modern taning chemistry. Chemical Society Reviews.

- ✓ CRESPO, G., (2004). Comportamiento y perspectivas de los métodos de evaluación y control de la fertilidad del suelo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. La Habana.
- ✓ CUBEROS, RODRÍGUEZ & PRIETO (2009). Niveles de cromo y alteración a la salud en una población expuesta a las actividades de curtiembres en Bogotá, Colombia. Rev. Salud Pública.
- ✓ ESPARZA & GAMBOA (2013). Contaminación debida a la industria de curtiembre. Revista de química.
- ✓ GALLEGOS A. (1997). La aptitud agrícola de los suelos. México: Trillas.
- ✓ GARCÍA & DORRONSORO (2005). Contaminación por metales pesados. En: Tecnología de suelo Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola.
- ✓ HIGUERA, FLOREZ & ARROYAVEJ (2009). Diseño de un bio-filtro para reducir el índice de contaminación por Cr generado en las industrias del curtido de cueros Dyna.
- ✓ HOPE, B. (2001). Regeneration of Heavy Metal contaminated Soil Leachate with Chitosan flakes. Montreal, Canada.
- ✓ LAGOS, L. (2016). Bio-adsorción de Cr con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local. Lima, Perú.
- ✓ MIELNICZUK, J. (1996). A sustentabilidade agrícola plantio direto. In: Plantio direto: caminho para uma agricultura sustentável. Palestras Congresso Brasileiro de Plantio Direto para Agricultura Sustentável. Ponta Grossa 1996.
- ✓ PORTA, LÓPEZ & ROQUERO (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p.849.

- ✓ HIGUERA & PASTOR (2004). Quitina y Quitosano: obtención característica y aplicaciones. Editorial Pontificia Universidad Católica de Perú. Lima, Perú.
- ✓ SALA & BATALLA (1996). Teoría y Métodos en Geografía Física. Serie Espacios y Sociedades. Madrid: Editorial Síntesis.
- ✓ SILVA & CORREA (2009). Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de la regulación económica. Semeest. Econ. p. 12-13.
- ✓ URCIA, M. (2013). Capacidad de innovación empresarial de las microempresas y pequeñas empresas de calzado del distrito El Porvenir, Trujillo, Perú. Revista Ciencia y Tecnología.
- ✓ U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1997). Technology Alternatives for the Remediation of Soils Contaminated with As, Cd, Cr, Hg, and Pb. Engineering Bulletin.
- ✓ VAN RIEMSDIJK & VAN DER ZEE (1991). Comparison of models for adsorption and surface precipitation. In: Interactions at the Soil Colloid-Soil Solution Interface. G.H. Bolt, M.F. De Boodt, M.H.B. Hayes, and M.B.McBride, (eds.) NATOASI Series E: Applied Science. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- ✓ VILLAREAL, NAME & GARCIA (2012). Monitoreo de cambios en la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio. Alajuela, Costa Rica. Vol. 23.
- ✓ YARLAGADDA, MATSUMOTO, VAMBENSCHOTEN & KATHURIA (1995). Characterization of heavy metals in contaminated soils. Journal of Environmental Engineering.
- ✓ ZAVALETA, A. (1992). El suelo en relación con la Producción. Lima: A & B S.A.

ANEXOS

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01


Título: "Lixiviación del Cromo hexavalente usando diferentes concentraciones de ~~Quitosano~~ en suelos alterados por una curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018"

Lugar y Fecha:

Muestreado por:

PARAMETROS	REGISTRO DEL ANALISIS DE LOS PARAMETROS
	Unidad
	Valor
Cromo Hexavalente (Cr+6)	ppm


A. Carfagna.
C.I.P.: 194095.


C.I.P. 46572
CARLOS GARCÍA

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 02


Título: "Lixiviación del Cromo hexavalente usando diferentes concentraciones de **Quitosano** en suelos alterados por una curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018"

Lugar y Fecha:

Muestreado por:

PARAMETROS	Unidad	Resultados
Desacidificación	%	
Humedad	%	
Residuos sólidos	%	


A. Cambres.
C.I.P.: 1944095.


C.I.P. 46572
CARLOS GALINDO


FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03


Título: "Lixiviación del Cromo hexavalente usando diferentes concentraciones de Quitosano en suelos alterados por una curtiembre – San Juan de Lurigancho – 2018"

Lugar y Fecha:

Muestreado por:

REGISTROS DE LOS PARAMETROS		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
pH	(1:1)	
Conductividad eléctrica	dS/m	
Materia orgánica	%	
Análisis mecánico	Arena	%
	Limo	%
	Arcilla	%
Clase textural	-----	


A. G. G. G.
CEP: 194095.


C. G. G. G.
CEP: 194095.

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: Jave Nakayo Jorge Leonardo

Yo Arnold Richard Peña Chiorra identificado con DNI
No 72519102 alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiental, a usted con el debido
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "Lixiviación del arsénico por adsorción de óxidos de hierro en sedimentos de un río de la zona de San Juan de los Rios" solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 09 de Noviembre de 2017



NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE... Nakayo Jorge Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Concentración del Contaminante
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Acosta, Richard, Parra, Oriana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ... 09 de Noviembre ... del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0106623 Telf. 995550310

CIP: 43444

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JANE MAKAYA TORRE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de los Comentarios favorables del Quirósano
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnoldo Richard Paría Chirva

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 09 de Noviembre del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 01.066633 Telf.: 99.555.0310

Cip: 43444

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO TORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro para identificar la fiabilidad del suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnold Richard Peña Osuna

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 9 NOVIEMBRE del 201 7

Arnold R. Peña Osuna CIP 43444
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 01066653 Telf: 995550310

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: Alcantara Posa Alejandro.....

Yo Arnold Ricardo Posa Umana..... identificado con DNI
No. 72519102..... alumno(a) de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "Lixiviación del cobre hexavalente usando diferentes concentraciones de ácido nítrico", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 01 de Noviembre..... de 2017


Arnold Ricardo Posa Umana

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Nicolina Rosa Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentración del contaminante
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnold Richard Paría Chirra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

81°

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90,5 %

Lima, 9. Noviembre del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 27074721. Telf.: 992203138.

CIP: 194095.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcántara Boza Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de los Componentes Favorables del Currículo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnoldo Richard Paredes Cuare

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90,5 %

Lima, 10 de Noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 27074721 Telf: 997703138

CIP : 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcántara Baza Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro para identificar la fertilidad del suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arcele Richard Parra Chicara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90.5 %

Lima, 10 de Noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 27071721 Telf: 99203128

CIP : 194095

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr: *Carlos Cabrera*.....

Yo... *Arnold Richard Parás Chuva*..... identificado con DNI
No... *72519103*..... alumno(a) de la EAP de *Iny. Ambiental* a usted con el debido
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo
elaborando titulada: *"Lixiviación del cromo hexavalente usando diferentes concentraciones de quitosano
en suelos artificiales por un día y medio - 1ro. Semestre de Ingeniería - 2018"*
solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos
correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, *09*..... de *Noviembre*..... de 2017


Arnold Parás Chuva

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Cabrera
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Concentración del Contaminante
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnoldo Richard Paria Chivara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

 Lima, 09 de Noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 89027394 Telf.: 945509129

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabels Cabrera
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resúmenes de los componentes favorables del autorizarlo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnoldo Richard Lara Aurora

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 9 de Mayo del 2017

Fuente
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7902489 Telf: 945509179

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Cabrera
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro para identificar la fertilidad del suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arnold Richard Paredes Chuara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

 Lima, 09 de Noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 17402734 Telf: 945509179

Foto N°01: Fachada de la curtiembre ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho



Foto N°02: Muestreo del suelo en el punto 1 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante



Foto N°03: Muestreo del suelo en el punto 2 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante



Foto N°04: Muestreo del suelo en el punto 3 para la caracterización e identificación de la concentración del contaminante



Foto N°05: Muestra del agua de curtiembre para su caracterización e identificación de la concentración del contaminante



Foto N°06: Medición del pH y temperatura in situ



Foto N°07: Equipos necesarios para la ejecución del proyecto - Recipientes de acrílico y el sistema de riego por aspersión

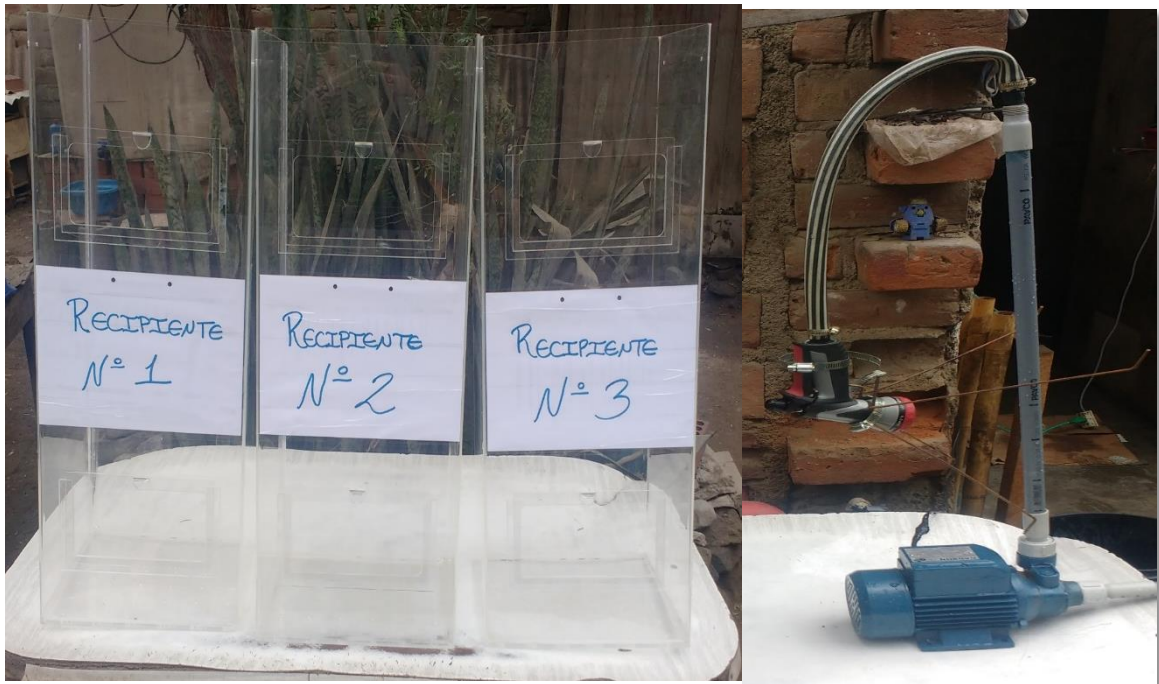


Foto N°08: Características del recipiente de acrílico



Foto N°09: Obtención del suelo en el distrito de Comas con las mismas características de la curtiembre



Foto N°10: Ensamblado de los equipos



Foto N°11: Simulación del contaminante cromo hexavalente (VI) con el agua de curtiembre obtenida de Sedapal



Foto N° 12: Funcionamiento óptimo de los equipos ensamblados



Foto N°13: Tratamientos A1 – B2 – C3



Foto N°14: Muestras para analizar en el laboratorio de Universidad Nacional Agraria La Molina

