



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Br. Wilder Orlando Quintana Idrogo (ORCID: 0000-0003-2093-7725)

**ASESOR:**

Dr. John William Caján Alcántara (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Esta tesis forma parte del final de otra etapa en vida, lo que ayudara a abrir nuevas experiencias y nuevos caminos por recorrer es por ello que con mucho amor se lo dedico a Dios y de una manera muy especial a mis padres: Aladino Quintana Bustamante y Felicita Idrogo Fustamante, con los cuales estoy muy agradecido durante la vida, por el amor, por su comprensión, por sus atenciones, por apoyarme siempre en mis actividades, porque gracias a ellos estoy logrando concluir con mis primeros objetivos, y por todas esas enseñanzas les doy infinitas gracias.

**WILDER**

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por iluminarme y darme fortaleza y así permitirme culminar una parte esencial de mi vida profesional.

A mis padres Aladino y Felicita, en especial a mi madre, ya que sin su infinito apoyo no habría sido sencillo lograr mis objetivos profesionales.

A mis hermanos: Grinaldo, César, Rosa, María y Dilber, por apoyarme e impulsarme por seguir adelante en mis objetivos.

AUTOR



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 15.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0173-2019/UCV-EPIA, de fecha 19 de noviembre de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: **ACTIVIDAD FITORREMIADORA DE LA TOTORA (Schoenoplectus californicus) EN AGUA CONTAMINADA POR ARSÉNICO EN LOS POZOS DEL CASERÍO TRANCA FANUPE - MÓRROPE** presentada por el Bach. **WILDER ORLANDO QUINTANA IDROGO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez
- **Secretario** : Dr. José Elías Ponce Ayala
- **Vocal** : Dr. John William Caján Alcántara

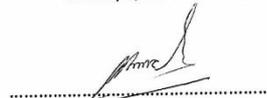
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

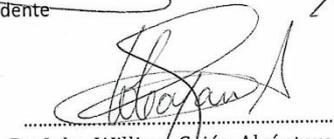
*Aprobado por Unanimitad*

Siendo las 15:45 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 22 de noviembre de 2019

  
.....  
Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez  
Presidente

  
.....  
Dr. José Elías Ponce Ayala  
Secretario

  
.....  
Dr. John William Caján Alcántara  
Vocal



## Declaratoria de autenticidad

Yo, Quintana Idrogo Wilder Orlando, estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Identificado con DNI N° 76941985, con la tesis titulada “ACTIVIDAD FITORREMEDIADORA DE LA TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) EN AGUA CONTAMINADA POR ARSÉNICO EN LOS POZOS DEL CASERÍO TRANCA FANUPE – MÓRROPE”.

Declaro que:

El contenido de la presente tesis es de mi autoría; no ha sido presentada para ningún grado o calificación profesional; por ende, he respetado las normas de citas y referencias para las fuentes consultadas para dicha investigación.

Chiclayo, 20 de octubre del 2019



---

Quintana Idrogo Wilder Orlando

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índices de Imágenes.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos previos.....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.3.1. El Agua.....	7
1.3.2. Arsénico.....	8
1.3.3. Fitorremediación.....	12
1.3.4. Métodos de fitorremediación.....	12
1.3.5. Planta de totora.....	13
1.4. Formulación del problema.....	17
1.5. Justificación del estudio.....	17
1.5.1. Justificación Académico –Tecnológico:.....	17
1.5.2. Justificación ambiental:.....	17
1.5.3. Justificación social:.....	17
1.5.4. Justificación Económica:.....	17
1.6. Hipótesis.....	18
1.7. Objetivos.....	18

1.7.1.	General.....	18
1.7.2.	Específicos.....	18
II.	MÉTODO.....	19
2.1.	Tipo y diseño de investigación.....	19
2.1.1.	Tipo de investigación.....	19
2.1.2.	Diseño de investigación.....	19
2.2.1.	Variables.....	20
2.3.	Población y muestra.....	22
2.3.1.	Población:.....	22
2.3.2.	Muestra:.....	22
2.3.3.	Localización.....	22
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.	Confiabilidad.....	23
2.5.	Método de Análisis de datos.....	23
2.6.	Aspectos éticos.....	24
III.	RESULTADOS.....	25
IV.	DISCUSIÓN.....	31
V.	CONCLUSIONES.....	33
VI.	RECOMENDACIONES.....	34
	REFERENCIAS.....	35
	ANEXOS.....	39
	Matriz de consistencia.....	49
	Acta de originalidad de tesis.....	51
	Reporte Turnitin.....	52
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	53
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	54

## Índice de tablas

Tabla 1: Valores de arsénico según agencias reguladoras.....	11
Tabla 2: Límites Máximos Permisibles según normas peruanas.....	11
Tabla 3: Capacidad depuradora de la totora .....	14
Tabla 4: Taxonomía de la totora (Schoenoplectus californicus) .....	15
Tabla 5: Operacionalización de variables.....	21
Tabla 6: Análisis físico químico del agua .....	25
Tabla 7: Tratamientos y repeticiones con pH del agua .....	26
Tabla 8: promedio del nivel de pH de los tratamientos.....	27
Tabla 9: Tratamientos y repeticiones de arsénico del agua .....	28
Tabla 10: Promedio de los tratamientos .....	29
Tabla 11: Porcentajes de fitorremediación de los tratamientos.....	30

## Índice de figuras

Figura 1: Diferencias en cuanto al nivel de arsénico de la prueba control y los ECA ...	25
Figura 2: Determinación del pH después de haber aplicado los tratamientos.....	26
Figura 3: Promedios de las repeticiones de los tratamientos.....	27
Figura 4: Tratamientos y repeticiones de arsénico del agua.....	28
Figura 5: Comparación de los tratamientos experimentales con la prueba control.....	29

## Índices de Imágenes

Imagen 1: Raíces de la totora .....	16
Imagen 2: Localización del Caserío –Tranca Fanupe – Distrito Mórrope .....	22
Imagen 3: Identificación y recojo de las muestras de agua del pozo del caserío Tranca Fanupe. ....	39
Imagen 4: Identificación de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ) en las orillas del río Tumán.....	40
Imagen 5: Recolección de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ) de las orillas del río Tumán.....	41
Imagen 6: Lavado y selección de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ).....	42
Imagen 7: Aplicación de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ) en agua contaminada con arsénico.....	43
Imagen 8: Recolección de las muestras después de haber pasado los 20 días de la aplicación de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ) como fitorremediadora .....	44
Imagen 9: Determinación de pH.....	45
Imagen 10: Técnicas para la determinación de arsénico en agua.....	46
Imagen 11: Análisis químico realizado en el laboratorio de la Universidad César Vallejo para determinar el nivel de pH de cada tratamiento. ....	47
Imagen 12: Análisis químico realizado a través de las tiras reactivas, test arsénico, MQuant™ .....	48

## RESUMEN

La fitorremediación es una técnica económica y sencilla lo cual se puede usar en diferentes campos, algunas plantas fitorremediadoras son capaces de absorber diferentes tipos de contaminantes. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe – Mórrope

El propósito del trabajo fue absorber el arsénico aplicando la fitorremediación por la totora (*Schoenoplectus californicus*), Primero se procedió a realizar una prueba control del agua de los pozos del caserío Tranca Fanupe para ver el grado de contaminación por arsénico que tenía, lo cual nos arrojó que el agua contenía 0.1 mg/L de arsénico y un pH de 7.630. Luego se procedió a aplicar la totora (*Schoenoplectus californicus*), lo cual constó de 3 tratamientos y 3 repeticiones, el primer tratamiento constó de 27 plantas por repetición, el segundo de 37 plantas y el tercero de 47. Y por último se hizo una evaluación de la actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) después de haber pasado 20 días de su aplicación y en lo cual se pudo obtener los siguientes resultados en promedio, en el tratamiento 1; (0.005mg/L), una capacidad de remoción de 95% y un pH de (6.99), en el tratamiento 2 (0.15 mg/L), una capacidad de remoción de 85% y un pH de 7.13, y en el tratamiento 3 (0.20mg/L), una capacidad de remoción de 80% y un pH de 7.17. Con lo cual concluimos que la totora (*Schoenoplectus californicus*) si actúa como fitorremediadora en agua contaminada con arsénico.

Palabras claves: fitorremediación, absorción, remoción.

## ABSTRACT

Phytoremediation is a simple and economical technique which can be used in different fields, some phytoremediation plants are able to absorb different types of contaminants. The objective of this research work is to determine the phytoremediation activity of the totora (*Schoenoplectus californicus*) in water contaminated by arsenic in the wells of the Tranca Fanupe - Mórrope

The purpose of the work was to absorb the Arsenic by applying phytoremediation for the totora (*Schoenoplectus californicus*), first we proceeded to conduct a water control test of the wells of the Tranca Fanupe farmhouse to see the degree of Arsenic contamination that it had, which He found that the water contained 0.1 mg / L of Arsenic and a pH of 7,630. Then proceeded to apply the totora (*Schoenoplectus californicus*), which consisted of 3 treatments and 3 repetitions, the first treatment consisted of 27 plants per repetition, the second of 37 plants and the third of 47. And finally an evaluation was made of the phytoremediation activity of totora (*Schoenoplectus californicus*) after having spent 20 days of its application and in which the following results could be obtained on average, in treatment 1; (0.005mg / L), a removal capacity of 95% and a pH of (6.99), in treatment 2 (0.15 mg / L), a removal capacity of 85% and a pH of 7.13, and in the treatment 3 (0.20mg / L), a removal capacity of 80% and a pH of 7.17. With which we conclude that the totora (*Schoenoplectus californicus*) if it acts as a phytoremediator in water contaminated with arsenic.

Keywords: phytoremediation, removal, absorption.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

El arsénico en el agua causa una gran contaminación. La incrustación esta sustancia se da mayormente de manera natural y encamina un fuerte riesgo para la salud. En comunidades que beben agua potable o agua de norias contaminadas por este elemento se han visualizado patologías en la piel, pulmonares, neurológicas o vasculares, asimismo de varios tipos de cáncer. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

En la mayoría de países ricos y países que están en crecimiento económico, más del 70% de las extracciones de agua son utilizadas en el sector agrario, lo cual ha superado a la industria y a los centros urbanos como el factor principal en la degradación de las aguas debido al vertimiento de materia orgánica, químicos, sedimentos, nitratos, patógenos y otras sustancias contaminantes.

De acuerdo con el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú las principales causas de la presencia de arsénico en el agua se deben a perforación de pozos tubulares los cuales se realizan de forma masiva y sobre todo de manera negligente sin tener en cuenta todo el daño que esto podría acarrear.

Un estudio realizado por Censopas (Salud Ocupacional y Ambientas) del instituto nacional de salud, también confirmó la existencia de arsénico en el agua que consumen los pobladores del distrito de Mórrope. Se sabe que el arsénico es uno de los elementos más tóxicos que puede haber y al ser ingeridos podría causar distintos tipos de cáncer. Son más de 20 mil pobladores comprometidos con este contaminante, entre los caseríos comprometidos tenemos, casa blanca, Cruz de Médano, Lagunas, Quemazón, Santa Isabel, Arbolsol, Tranca Fanupe y Tranca Sasape. Todos esos son los caseríos que han sido considerados dentro de la declaratoria de emergencia. Es por ello que se pide al ministerio Público realizar las debidas investigaciones para que puedan identificar a los culpables.

La población de los distintos caseríos del distrito de Mórrope está empezando a tomar conciencia de los graves daños que ocasiona a la salud consumir agua contaminada por arsénico y están colaborando con la distribución de agua potable que les brindan las autoridades. Están siendo proveídos de agua por 4 cisternas de 4,000 galones y una de

3,000 galones. Además, tienen 3 cisternas estacionarias de 1,550 galones (La República, 2018).

## **1.2. Trabajos previos**

### **A nivel internacional**

Rodrigues et al (2013), en su informe que lleva como título “Fitorremediación de agua contaminada con Mercurio con *Thypha domingensis* en humedal construido”; menciona que se estudió la eliminación del mercurio por *Thypha domingensis* en zonas húmedas construidas y su absorción de metal relativa. El metal de magnificación en tejido de la planta se incrementó con el tiempo de exposición de acuerdo con un primer orden cinético con parámetro de velocidad constante de alrededor de 7 veces más altos que el experimento de control, lo que demuestra una excelente actuación de la especie, así como reduce en  $99,6 \pm 0,4\%$  la concentración de mercurio en el agua contaminada. Cuando comparado con otras especies, los resultados mostraron que la *T. domingensis* tiene mayor capacidad de acumulación de mercurio ( $273,3515 \pm 0,7234 \text{mg kg}^{-1}$ ), el logro de agua para la planta de transferencia coeficiente de  $7750,9864 \text{ } 569,5468 \pm \text{L kg}^{-1}$ . Estos resultados muestran un alto potencial de la *T. domingensis* macrófitas acuáticas estudiado en humedales construidos con subsuelo flujo, para la fitorremediación de aguas contaminadas con mercurio.

Jaramillo et al (2012) en su tesis que lleva de título: “Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales *Lemna minor* (lenteja de agua), y *Eichornia crassipes* (jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera” concluye que: La uso de las macrófitas acuáticas *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) y *Lemna minor* (lenteja de agua) ofrece una opción a los métodos convencionales de desintoxicación de metales pesados como el Mercurio.

La capacidad de los micrófitos acuáticas para absorber el mercurio fue de un 29,5% con lo cual es suficiente para afirmar que es eficaz en la absorción de mercurio del agua. De acuerdo al proceso investigativo se pudo determinar que la *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) es la especie que presenta una mayor resistencia a la concentración de mercurio colocada en la experimentación durante los 7 días. La rápida reproducción de la *Lemna minor* (lenteja de agua) es una ventaja, ya que puede absorber cantidades significativas de mercurio si se dan condiciones adecuadas para su desarrollo.

Guerra (2018), en su tesis: “Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de productos lácteos San Salvador – Cantón Riobamba, mediante fitorremediación con humedales artificiales empleando totora” llega a la conclusión que:

Con el análisis de los resultados de remoción de contaminantes de interés sanitario por parte de la especie vegetal, los medios filtrantes, los parámetros hidráulicos (tuberías y válvulas instaladas en el sistema) y el control que se le dio al sistema se constató que los valores de contaminantes se redujeron considerablemente con lo cual se obtuvo mejores resultados de remoción de DBO5, DQO, Sólidos en suspensión, fosfatos y aceites en comparación con el estudio anterior realizado en Colombia al utilizar la especie vegetal *Hedychium*. Para realizar la experimentación se construyó un sistema piloto controlado de manera técnica con modelos a escala en los cuales se colocó medios filtrantes como grava de distinta granulometría el mismo que debe ser limpio, exento de finos contaminantes, homogéneo, durable y la especie vegetal *Schoenoplectus californicus* (Totora) con lo cual se evidenció que los 50 humedales son una buena solución para depuración de aguas residuales industriales convirtiéndose en una alternativa sustentable al lograr minimizar el daño o impacto ambiental. Se realizó gráficos y análisis comparativos de la disminución de contaminantes en función del tiempo y mediante esto concluimos finalmente que los humedales artificiales con esta especie vegetal resultan ser una buena opción para depurar la descarga de aguas residuales proveniente de una industria de productos lácteos en una zona con clima templado-frío siempre y cuando sean correctamente diseñados, construidos y monitoreados ya que se obtuvo altos resultados de depuración y se logró cumplir con los límites establecidos de contaminación por la normativa local de descarga a alcantarillado público.

Gomez, MVT, et al, (2013) en su artículo denominado “La fitorremediación de agua contaminada con Mercurio usando *Typha domingensis* en humedal construido”. Llega a la conclusión que: La eliminación del Mercurio por *T. domingensis* en zonas húmedas construidas y su absorción de metal relativa. Bio-metal magnificación en tejido de la planta se incrementó con el tiempo de exposición.

De acuerdo con un primer orden cinético con parámetro de velocidad constante de alrededor de 7 veces más altos que el experimento de control, lo que demuestra una excelente actuación de la especie, lo que reduce en  $99,6 \pm 0,4\%$  la concentración de

Mercurio en el agua contaminada. Cuando comparado con otras especies, los resultados mostraron que la *T. domingensis* tiene mayor capacidad de acumulación de Mercurio ( $273,3515 \pm 0,7234$  mg kg<sup>-1</sup>), el logro de agua para la planta de transferencia coeficiente de  $7750,9864$   $569,5468 \pm L$  kg<sup>-1</sup>. Estos resultados muestran un alto potencial de la *T. domingensis* macrófitos acuáticos estudiado en humedales construidos con subsuelo flujo, para la fitorremediación de aguas contaminados con Mercurio.

Salleh, et al (2018), en su artículo titulado “Aplicación de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la fitorremediación de nitrógeno amoniacal” concluye que: El alto nivel de nitrógeno amoniacal presente en el agua residual debe ser tratado para alcanzar el límite permitido antes de verterse como impuesto por la ley y los reglamentos que protegen nuestros cuerpos de agua dulce. Actual de nitrógeno tecnologías Moval o bien no cuestan mucho y además es ambientalmente amigable. Lentitud es el principal inconveniente de la tecnología fitorremediación sin embargo, todavía es reconocida como la mejor solución a tan bajo costo de operación y la sostenibilidad en consideración para un proceso de tratamiento. Entre los diversos tipos de macrófitos, se recomienda el Jacinto de agua para ser utilizado en la remediación de aguas residuales rico en nitrógeno debido a su capacidad de absorción de nitrógeno mayor en comparación con otras especies de macrófitos. Sin embargo, todavía hay un límite de tolerancia de una concentración que es aceptable para la supervivencia de Jacinto de agua. Extremadamente alta una concentración dará lugar a la toxicidad del amoníaco de Jacinto de agua que puede contribuir aún más a muerte de la planta. Además, el pH y la salinidad también son parámetros importantes que deben considerarse cuidadosamente antes de la aplicación de proceso de fitorremediación a base de Jacinto de agua para evitar la contención del crecimiento de Jacinto de agua.

## A nivel nacional

Bedoya (2014), en su tesis titulada “Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico Tacna” concluye que: El (*Schoenoplectus californicus*) “junco” presenta actividad fitorremediadora en agua contaminada con arsénico. El pH de 6,47 - 6,97 y conductividad de 132,81 $\mu$ S - 185,14 $\mu$ S se logró la adaptación y nutrición del *Schoenoplectus californicus* “junco”. La intoxicación del *Schoenoplectus californicus* “junco” se logró a concentraciones de 0,05mg/l, 0,1mg/l, 0,5mg/l y 1mg de arsénico por litro de agua. Se demostró que el *Schoenoplectus californicus* “junco” tiene capacidad de tolerar altas concentraciones de arsénico, evidenciando su máxima eficiencia de fitorremediación a los cuatro días en todos los grupos experimentales. La capacidad de absorción del *Schoenoplectus californicus* “junco” fue de 75% para 1mg/L, 57,5% para 0,5mg/L, 25% para 0,1mg/L y 50% para 0,05mg/L, de lo que se puede afirmar que es eficiente su actividad fitorremediadora sobre el arsénico. Después de 21 días de experimentación se observó cambios físicos (color y forma) en la raíz del *Schoenoplectus californicus* “junco” debido al efecto del arsénico.

Chagua, et al (2015), en su tesis titulada “Evaluación de remoción de cobre y zinc por la planta nativa *Scirpus californicus* (totora) en la comunidad de Pomachaca – Tarma” concluye que: Mediante el empleo de planta nativa *Scirpus californicus* (totora) en la comunidad de Pomachaca-Tarma. A medida que pasaba el tiempo de la planta en contacto con el agua contaminada se pudo lograr remover concentraciones de Cobre y Zinc. En cuanto a la concentración de Cobre se obtuvo 0.012 mg/L, hierro 0.008 mg/L, Plomo 0.001 mg/L y 0.023 mg/l de Zinc.

Cisneros, et al (2018), en su informe que lleva como título “Fitorremediación de agua contaminada con arsénico y Flúor utilizando *Eleocharis macrostachya* en prototipos de humedales con dos sustratos” llega a la conclusión que: En el caso del Flúor la retención final fue de 45.43% en el humedal con zeolita y de 46.56% en el de grava. Estos humedales presentan mayor retención que el reportado por otros autores. A los 42 días la retención fue de 83% en ambos humedales, probablemente por un fenómeno de saturación. Sin embargo, las concentraciones finales fueron de 2.7 y 2.6mg/L respectivamente. Los prototipos de humedales presentaron mayor eficiencia de retención de arsénico, no encontrando diferencias significativas entre los sustratos evaluados. Se demuestra que la separación de arsénico del agua con humedales, es un proceso eficiente.

Los humedales presentaron una menor eficiencia de retención de Flúor, y tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos sustratos. A cada humedal se le agregó concentraciones crecientes de arsénico ( $\text{NaAsO}_2$ ) y flúor ( $\text{NaF}$ ) por 4 semanas para una concentración final de 5mg/L con ambos elementos, con un tiempo de retención de 24h. Se tomaron muestras de agua cada semana a la entrada y salida de los humedales, las cuales fueron analizadas por 70 días mediante kit específicos para arsénico y Flúor en un espectrofotómetro HACH 2800.

Liñan, (2015) en su artículo científico titulado “Remoción de arsénico en agua por raíces de cebolla, *Allium cepa*, bajo condiciones de laboratorio” llega a la conclusión que: Se encontró que a los tres días de exposición de las raicillas al metal pesado las unidades que experimentaron una pequeña disminución fueron los del grupo B y C, la mayor remoción se determinó a los seis días de exposición y fue de 67%, que correspondió a la unidad experimental B con un nivel de concentración de arsénico de 0,1mg/L. En el grupo experimental C se hayò una remoción del 28,5% . Al llegar los doce días de exponer las raíces al metal se pudo observar que fue muy similar a los datos obtenidos a los seis días de exposición al metal.

### **A nivel regional**

Saavedra, et al, (2016) En su tesis titulada “Efectividad de la rizofiltración de la especie “junco” (*Schoenoplectus californicus*) en relación con la calidad de agua de la cuenca alta del río moche en condiciones experimentales. Noviembre 2016 - febrero 2017” llega a las siguientes conclusiones: Se logró identificar como principales contaminantes por actividad minera en la Cuenca Alta del Río Moche, los metales pesados como: arsénico, Cromo y Cadmio, sobre los cuales se llevó a cabo el desarrollo del estudio. La técnica de rizofiltración empleada para determinar la efectividad de los metales pesados (Cd y As), mostró un elevado grado efectividad durante la época de estiaje (El Cadmio disminuyó de 0.0886 mg/L a 0.00889 mg/L y el arsénico disminuyó de 0.03950 mg/L a 0.01704 mg/L), obteniendo más del 50% de efectividad en comparación a la efectividad llevada a cabo durante la época de avenida (El Cadmio disminuyó de 0.0232 mg/L a 0.00997 mg/L y el arsénico disminuyó de 0.19249 mg/L a 0.18601 mg/l).

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. El Agua**

Es un compuesto químico formado por una molécula de hidrógeno y dos de oxígeno, su fórmula es H<sub>2</sub>O. El agua es un recurso natural de suma importancia, pero a su vez es muy vulnerable, se renueva a través del ciclo hidrológico tiene un valor social, ambiental y económico. Los aspectos climáticos que posee el Perú hacen que este recurso sea abundante en la región de la selva, escasa en la costa y en épocas escasa en la sierra. El agua en todo el año tiene una distribución casi marcada en el cual ya se saben los meses en los cuales habrá abundancia y escasez.

##### **1.3.1.1. Usos del agua**

###### **a) Uso poblacional**

Este tipo de uso en la extracción del recurso hídrico de una red pública o de pozos subterráneos, los cuales son debidamente tratados, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la población.

Para hacer el uso de este recurso hídrico se necesita contar con licencias lo cual se encarga la entidad que brinda el servicio de agua potable a la población, ellos son los encargados de operar y mantener adecuadamente los sistemas de agua potable.

El estado es el encargado de monitorear estos sistemas, hacen un seguimiento a las entidades para garantizar la calidad de agua que están brindando a la población.

###### **b) Uso agrícola**

En el sector agrícola se utiliza más del 85% del agua del país, pero su eficiencia no llega ni al 35%. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Más del 50% del recurso hídrico superficial provenientes de ríos, lagos, lagunas, y manantiales, no están aptos para ningún uso y más del 70% del agua es desperdiciada y se pierde en el océano pacífico por falta de infraestructura para su debido almacenamiento, se deben crear más reservorios en los cuales se guarde agua para los meses de escases del recurso ya que en algunas partes del país la mayoría de meses del año sufren por escases del agua, por ejemplo en Lambayeque, son solo cuatro meses en los cuales tienen afluencia de agua y en los demás meses sufren por la escasez. Al no haber agua superficial los agricultores empiezan a extraer el agua subterránea a través de los pozos tubulares.

### **c) Uso pecuario**

El agua utilizada en este sector, es de ríos, lagos, lagunas y en bajo porcentaje es agua de pozos. Las especies más sobresalientes en el Perú son: vacuno, caprino, porcino, ovino, equino, aves y otras. Estas aguas son utilizadas para la cría y engorde de estas especies, pero esto no incluye el regadío de pastizales de los cuales estos se alimentan.

### **d) Uso industrial**

El crecimiento del sector industrial viene aumentando considerablemente en los últimos años. El agua que se utiliza principalmente en las fábricas o empresas nacionales son para la extracción, refrigeración, transformación de materias prima, pero también es utilizada en parque industriales, calderas, baños, lavados y cualquier otro tipo de servicios que estén dentro de la empresa. En el Perú en las empresas predominantes en las cuales se emplea el agua son la te productos alimenticios, bebidas, textiles prendas de vestir, carbón, caucho, derivados del petróleo entre otros. La mayor cantidad de empresas o fábricas se encuentra en la región de la costa (13,976 registradas oficialmente), (Toxqui, et al 2012).

### **e) Uso minero**

El agua es un insumo de mucha importancia en el sector minero ya que genera el 13% del PBI nacional. La mayor cantidad de plantas de mineral se encuentran ubicadas en la región de la sierra del Perú las mismas que generan la mayor cantidad de mineral. El sector minero siempre ayudo al tratamiento del agua y la relación con distintos sectores económicos, se estima que las plantas o empresas mineras solo utilizan el 1.5% del agua disponible en todo el Perú, pero las que contaminan el agua son las minerías ilegales, ya que en la selva del Perú existen muchísimas de estas, según la (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

## **1.3.2. Arsénico**

### **1.3.2.1. Definición**

Medina et al (2018) define que el “arsénico es un elemento que se encuentra ampliamente distribuido en todo el medio ambiente. Sus compuestos se hallan

principalmente en estado de oxidación pentavalente y trivalente; y en formas inorgánicas y orgánicas”.

Londoño et al (2016) también señala que el arsénico, “se distribuye ampliamente en la naturaleza y tiene un peso atómico de 74, tiene 17 nucleídos radiactivos.

#### **1.3.2.2. Características**

Se pueden hallar en 3 formas sólidas distintas, gris, amarillo y negro.

- El arsénico gris es el más común. Es metálico brillante y tiene la capacidad de conducir electricidad.
- El arsénico amarillo, es metaestable, conduce energía de forma deficiente y no tiene brillo metálico.
- El arsénico negro, es muy vídrio y es un conductor de electricidad deficiente.

#### **1.3.2.3. Propiedades**

Pertenece al grupo de los metaloides o semimetales de la tabla periódica.

- Es un semiconductor de electricidad y es sólido en su forma natural.
- Su número atómico es el 33.
- Su punto de ebullición es de 817 grados centígrados

#### **1.3.2.4. Exposición de la población humana al arsénico**

La exposición de las personas al arsénico puede ocurrir de tres maneras: a través de la inhalación de aire, por la ingesta de alimentos y agua, y mediante la absorción dérmica.

Se estima que todo Latinoamérica más de 4,5 millones de personas usualmente toma agua contaminada con altos niveles de arsénico, lo cual pone en peligro su salud. La concentración de arsénico en el agua subterránea, en algunos casos suele llegar hasta 1000 µg/l. En el Perú el hallazgo de estos metales en el agua de consumo humano se debe a la minería, a la refinación de metales y también se debe a factores naturales. En el año 2002 en el río Rímac se encontraron altos niveles de arsénico, de hasta 780 µg/l. Esto es muy alarmante, como se sabe estas aguas abastecen a la ciudad de Lima, donde está la mayor población urbana del Perú.

Para remover el arsénico del agua se han utilizado diversos tipos de técnicas, empleando tecnologías de costo bajo ya que se tiene en cuenta los bajos recursos económicos de las personas (Medina, et al 2018).

#### **1.3.2.4.1. Consumo de agua y alimentos contaminados con arsénico**

Las principales fuentes de exposición son: el agua potable, los cultivos regados con agua contaminada y los alimentos que se preparan con esta agua.

En los sumos de uva y de manzana ya que el agua usada para el riego de estos campos frutales muchas veces contiene altos niveles de arsénico. Se puede encontrar en harinas de pan, dulces, cerveza, pastas y muchos más productos que son elaborados a base de arroz. También puede ser encontrado en pescados enlatados y en las sardinas. Aunque la exposición a través de los alimentos es menos perjudicial para la salud en comparación a la exposición de aguas subterráneas contaminadas según la (Organización Mundial de la Salud, 2018)

#### **1.3.2.5. Efectos en la salud**

El arsénico se encuentra de manera orgánica e inorgánica. Los compuestos inorgánicos de arsénico, son los que se pueden encontrar en el agua y estos son altamente tóxicos para la salud y los compuestos orgánicos se encuentran en las carnes de pescados, mariscos y son poco perjudiciales.

##### **1.3.2.5.1. Efectos agudos**

Medina et al (2018) indica que “son síntomas inmediatos y pueden ser diversos, vómitos, dolor estomacal y diarreas. Otros efectos que pueden notarse después son, hormigueo en las manos y pie, calambres y en algunos caso puede llegar hasta la muerte”.

##### **1.3.2.5.2. Efectos a largo plazo**

Las principales señales que se pueden notar si están expuestos a altos niveles de arsénico inorgánico (a través del consumo de agua y alimentos) son en la piel, como lesiones cutáneas, durezas, callosidades en las palmas de manos y pies. Se producen tras una exposición de cinco años y pueden ser causantes de cáncer a la piel, cáncer a los pulmones y cáncer a la vejiga (Medina et al, 2018).

#### **1.3.2.6. Para qué sirve el arsénico**

Mayormente son usados en la fabricación de algunos tipos especiales de vidrio y también para preservar la madera. Es de importancia para las aleaciones entre cobre y plomo para la fabricación de baterías para autos. También es utilizado para la elaboración

de plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas) aunque su uso es limitado por su gran toxicidad (Medina et al, 2018).

### 1.3.2.7. Normatividad

Los países industrializados en los últimos años están tratando de disminuir los límites máximos permisibles de arsénico en agua para consumo humano debido al riesgo cancerígeno que pueda ocasionar a la población.

**Tabla 1: Valores de arsénico según agencias reguladoras**

PAIS/ORGANIZACIÓN	CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO
Organización Mundial de la Salud (OMS)	0.010mg/l
Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA)	0.050 mg/l
Comunidad Económica Europea (CEE)	0.010 mg/l

En el Perú las normas que regulan la concentración de arsénico son diferentes y las más importantes son las que muestran en el siguiente cuadro.

**Tabla 2: Límites Máximos Permisibles según normas peruanas**

PAIS/ORGANIZACIÓN	CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO
Estándares De Calidad Ambiental Para Agua (D.S. 004-2017-MINAM)	0,01 mg/l
Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)	0.05 mg/l

Fuente: Elaboración propia del investigador

### **1.3.3. Fitorremediación**

La fitorremediación procede del griego de phyto que significa “planta” y remedium que significa recuperar el equilibrio” esta tecnica es utilizada para aprovechar la capacidad de algunas plantas para absorber, acumular, metabolizar o estabilizar contaminantes presentes en el aire, suelo y agua (Agricultorers, 2015)

La fitorremediación puede definirse como un “grupo de tecnologías que reducen insitu o ex situ la concentracion de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas”. Es una tecnica economica y sencilla lo cual se puede usar en diferentes campos, algunas plantas fitorremediadoras son capaces de abosorber diferentes tipos de contaminantes.

### **1.3.4. Métodos de fitorremediación**

#### **Fitorremediación**

A través de este método se puede lograr inmovilizar los contaminantes del suelo a través de la absorción que realizan la plantas utilizadas en este método. para llevar a cabo este proceso se seleccionan plantas adecuadas, de manera que se van desarrollando cambian y estabilizan el suelo y de la misma manera van disminuyendo la movilidad de los compuestos contaminantes para asi evitar su movilidad, además esto evita la migración a otros medios como el aire o agua (Agricultorers, 2015).

#### **1.3.4.1. Fitoextracción**

Este método de fitorremediación, se basa en la impregnación de sutancias quimicas o metales contaminantes mediante las raíces de las plantas, para luego ser acumulados en sus tallos y hojas. para llevar a cabo este proceso se seleccionan plantas adecuadamente según los metales que se encuentran presentes así como las características del desplazamiento. Una vez que la planta se a desarrollado correctamente se realiza el cortado para luego ser llevado a su incineración y sus cenizas son trasladadas a un vertedero de seguridad, (Agricultorers, 2015).

#### **1.3.4.2. Rizofiltración**

Esta técnica es usada para eliminar contaminantes orgánicos (herbicidas) y también inorgánicos (metales pesados, fosfatos y nitratos) éstos son eliminados del agua a través de la raíces de las plantas. Se usa para aguas subterráneas, superficiales y efluentes líquidos que estén contaminados

Es la mejor opción en relación a costo-beneficio, si se trata de un método para el tratamiento de aguas contaminadas. Además aporta buena estética y muy amigable con el ambiente, y además socialmente hablando aceptable con la población circundante (Yparraguirre, 2016).

#### **1.3.4.3. Fitovolatilización**

Conforme los árboles y plantas se van desarrollando también van absorbiendo contaminantes orgánicos e inorgánicos junto con el agua y algunos de estos contaminantes pueden llegar hasta las hojas y volatizarse.

#### **1.3.4.4. Fitodegradación**

Las plantas y los microorganismos presentes desempeñan un rol importante ya que estos se encuentran que se encuentran relacionados y esto ayuda para que degraden contaminantes en productos químicos.

#### **1.3.4.5. Fitoestimulación**

Esta técnica es usada para reparar contaminantes orgánicos a través de las raíces de las plantas los cuales pueden ser degradados por los microorganismos presentes en el suelo.

### **1.3.5. Planta de totora**

#### **1.3.5.1. Generalidades**

Es una planta herbácea acuática. Perteneció a la familia de las ciperáceas, muy común en las tierras de la costa. Sus tallos suelen llegar a medir un aproximado entre 1 y 3 metros de altura durante la época de verano.

Algunos estudios sobre la capacidad depuradora de totora, estos son los siguientes resultados que se han obtenido.

**Tabla 3: Capacidad depuradora de la totora**

Parámetros	Metales pesados	Nitrógeno	Fosfato	Fósforo	Coliformes y bacterias
Ujang et al (2014)	85%				
Soto et al (1999)		22 a 33 %	30%	20%	99,9%

Fuente: Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Pág. 24

### 1.3.5.2. Importancia

Las plantas de totora (*Schoenoplectus californicus*) son de suma importancia por el papel que desempeñan en el interior de humedales naturales o en humedales artificiales, ya que sus raices sirven como un riñón el cual ayuda a decontaminar la materia orgánica que se encuentra en el agua.

### 1.3.5.3. Adaptación

Crece en climas templados, toleran un rango de pH (4 - 9), la temperatura adecuada para su crecimiento oscila entre los 15 °C a 27 °C. La totora es una planta que crece ya sea de manera cultivada como también silvestre, en albercas, acequias, charcos, lagos de la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud (Perú Ecológico, 2007).

#### 1.3.5.4. Taxonomía

**Tabla 4: Taxonomía de la totora (*Schoenoplectus californicus*)**

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Cyperales</i>
Familia	<i>Cyperaceae</i>
Género	<i>Schoenoplectus</i>
Especie	<i>Schoenoplectus californicus</i>

Fuente: Elaboración propia del autor

#### 1.3.5.5. Morfología de la planta

Tienen epidermis muy delgada a fin de reducir la resistencia al paso de gases, agua, nutrientes y tejidos, grandes espacios intercelulares que forman una red de conductos huecos en los que almacena y circula aire con oxígeno. Esto permite el traspaso de oxígeno desde el aire, órganos fotosintéticos y desde sus raíces. (Delgadillo, et al, 2010)

##### 1.3.5.5.1. Rizomas

Delgadillo, et al (2010) indica que “la totora posee rizomas que son tallos subterráneos que crecen perpendicularmente a ella”. Guardan reservas con la que aumentan su contextura y en épocas favorables las yemas aprovechan de aquellas reservas para alimentarse y así poder germinar. (Figura 1)



Imagen 1: Raíces de la totora

#### **1.4. Formulación del problema.**

¿En qué medida la totora (*Schoenoplectus californicus*) actúa como fitorremediadora en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe?

#### **1.5. Justificación del estudio.**

##### **1.5.1. Justificación Académico –Tecnológico:**

Los motivos que intensificaron la ejecución del presente trabajo de investigación son de carácter académico tecnológico, puesto que al encontrar como gran problema las aguas contaminadas por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - distrito de Mórrope, se hace necesario aplicar tratamientos para mejorar la calidad del agua, permitiendo hacer propuestas para así reducir el grado de contaminación. Dichas propuestas desde el punto de vista académico - Tecnológico ayudara a promocionar futuros ingenieros ambientales a solucionar los problemas ambientales que hoy en día estamos pasando y que de muchas maneras esto está afectando a la salud de la población.

##### **1.5.2. Justificación ambiental:**

La fitorremediación es un proceso en el cual se considera disminuir el principal contaminante como lo es el arsénico de las aguas de pozos del caserío Tranca Fanupe, y permitir que las propiedades del agua no se pierdan, y así mantener los ecosistemas naturales contribuyendo con prácticas amigables con el medio, generando en la población una conciencia ambientalmente saludable y beneficiosa.

##### **1.5.3. Justificación social:**

La acción de reducción de arsénico en las aguas de los pozos es esencial para mantener los nutrientes del agua y del suelo, con ello disminuir el grado de migración de las personas por la contaminación generada por el arsénico, por ello es de mucha importancia buscar métodos que ayuden a la reducción de estos contaminantes, un método que se podría utilizar es la fitorremediación. Esto permitirá recuperar las características físicas y biológicas del agua, esto ayudara para poder acceder a una mejor calidad de vida y a una mejora en la calidad de los productos de los pobladores.

##### **1.5.4. Justificación Económica:**

El porcentaje de arsénico en las aguas ha traído consigo muchos problemas en la salud, además en lo económico en el sector agrícola y pecuario puesto que su principal

fuelle para abastecerse de agua es de los pozos tubulares. Al ser consumida el agua con arsénico directa o indirectamente por las personas podría ocasionar enfermedades mortales como el cáncer, Es por ello que se quiere lograr extraer ese principal contaminante del agua a través de la fitorremediación, además nos podría traer muchos beneficios en los diversos sectores.

## **1.6. Hipótesis.**

**Ha:** Si se evalúa las aguas contaminadas por arsénico, entonces se podrá aprovechar la capacidad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*).

**Ho:** Si no se evalúa las aguas contaminadas por arsénico, entonces no se podrá aprovechar la capacidad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*).

## **1.7. Objetivos.**

### **1.7.1. General**

- Determinar la actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope.

### **1.7.2. Específicos**

- Analizar el nivel de concentración de arsénico en las aguas de los pozos antes de aplicar la totora (*Schoenoplectus californicus*).
- Aplicar la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora en el agua contaminada por arsénico en el caserío Tranca Fanupe.
- Evaluar la eficiencia de la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora en agua de pozo contaminado por arsénico.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada ya que este tipo de investigación es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. (Behar, 2008 p. 20).

Así mismo, esta investigación también es de tipo experimental porque “el investigador actúa seriamente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis” (Bernal, 2010 p. 117). Mediante la manipulación a la variable independiente, esta investigación busca probar la hipótesis.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El diseño elegido por el investigador es Pre-experimental, donde “se le aplica el análisis del agua al inicio de la investigación para conocer el nivel de contaminación del agua en los pozos por arsénico, luego se aplica el tratamiento de fitorremediación de la totora, después se realiza el post análisis” (Hernández, 2014, p. 141).

El diagrama elegido es el pre-test/post-test con un solo grupo

GE: O1 ----- X ----- O2

Dónde:

GE = Grupo experimental

O1 = Análisis del agua antes de aplicar la actividad fitorremediadora

X = Actividad fitorremediadora de la totora

O2 = Análisis del agua después de aplicar la actividad fitorremediadora

### 2.2. Variables, Operacionalización

### 2.2.1. Variables

Las variables del presente trabajo de investigación son las siguientes:

- **Variable independiente:** Actividad fitorremediadora de la Totora (*Schoenoplectus californicus*).

#### **Definición conceptual:**

La fitorremediación puede definirse como un “conjunto de tecnologías que reducen insitu o ex situ la concentración de diversos compuestos apartir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas”. (Agricultorers, 2015).

**Definición operacional:** Para la determinación de la actividad fitorremediadora de la totora, se determinará mediante 3 pruebas con 3 repeticiones, cada repetición contendrá 4 litros de agua contaminada y cada prueba contendrá 27, 37 y 47 totoras respectivamente.

- **Variable dependiente:** Agua contaminada por arsénico

**Definición conceptual:** la exposición al arsénico a través del consumo de agua contaminada, comida preparada con esta y cultivos alimentarios regados con estas aguas altas en arsénico puede causar intoxicación crónica (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018).

**Definición operacional:** para la aplicación de totora como fitorremediadora se tomó una cantidad de treinta y seis litros de agua y una pequeña cantidad adicional para hacer la prueba de muestra en laboratorio lo cual nos dio una concentración de 0.1mg/l esto sirvió para saber que el agua estaba muy contaminada con este metal.

**Tabla 5: Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
<b>VI:</b> Actividad Fitorremediadora de la totora ( <i>Schoenoplectus californicus</i> ).	Rizofiltración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorción</li> <li>• Precipitación</li> <li>• Concentración</li> </ul>	Nominal
	Fitotransformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitodegradación</li> <li>• Fitovolatilización</li> </ul>	
	Fitoestabilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerancia a metales</li> <li>• Evitar el pasaje a napas subterráneas</li> </ul>	
<b>VD:</b> Agua contaminada por arsénico.	pH del agua con arsénico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido</li> <li>• Básico</li> <li>• Neutro</li> </ul>	Razón
	Nivel de arsénico en el agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto</li> <li>• Medio</li> <li>• Bajo</li> </ul>	Intervalo

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población:**

Son las aguas contaminadas por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe – Mórrope que se encuentra ubicada geográficamente en la provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque.

### **2.3.2. Muestra:**

La muestra es de 40 litros de agua de los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope. Para ello se realizaron 3 tratamientos con 3 repeticiones para cada prueba más un proceso control.

### **2.3.3. Localización**



Imagen 2: Localización del Caserío –Tranca Fanupe – Distrito Mórrope

Fuente: Google Maps

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

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

“Las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación”. (Hurtado de Barrera, 2000, p. 427).

Las técnicas de recolección de datos son de Gabinete y de Campo.

#### **a. Técnica de Gabinete**

Esta técnica consiste en recabar información de fuentes bibliográficas como textos, Internet, revistas científicas y otros que contribuya a elaborar el marco teórico. Se utilizó el Fichaje textual; que consiste en copiar textualmente la fuente tal como está en el libro. También se tuvo en cuenta las fichas bibliográficas y las fichas de comentario.

#### **b. Técnica de campo**

Para la técnica de campo, el investigador utilizó la recolección de información que refleje la situación actual del problema en relación a las contaminadas por arsénico en los pozos del distrito de Mórrope, para ello se utilizó el análisis de Laboratorio.

El análisis de Laboratorio se realizó tomando en cuenta el diseño de investigación, es decir se realizó un pre análisis del agua de los pozos del caserío Tranca Fanupe – Distrito Mórrope de la muestra escogida. Luego se aplicó el método de fitorremediación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del distrito Mórrope

### **2.4.2. Confiabilidad**

Está referido al posible hecho de replicar información de otro investigador, usando los mismos métodos o estrategias que sirvieron para la recolección de datos y que han permitido la obtención de resultados similares.

## **2.5. Método de Análisis de datos**

En la presente investigación se utilizará Microsoft Excel y SPSS. El análisis de información se realizó usando el análisis cuantitativo mediante el trabajo estadístico. Así mismo se tuvo en cuenta tablas y figuras estadísticas para exponer los datos que se obtuvieron al aplicar los instrumentos de recolección, y la posterior aplicación de los siguientes estadígrafos

## **2.6. Aspectos éticos**

Los procesos de la presente investigación necesitaron tener un soporte sólido de principios y ética para que fueran protegidos la dignidad humana, además del bienestar en las áreas físico, psicológico, social y espiritual que toda persona posee y que por el hecho de participar en dichos procesos de índole cuantitativa o cualitativa (Carrero, 2015).

En la presente investigación debe quedarse claro y explícito los principios de facultad, de no maleficencia y de beneficencia, de justicia y de respeto, para todos los que han participado de manera directa e indirectamente involucrándose en los estudios de carácter científico (Acevedo, 2002).

### III. RESULTADOS

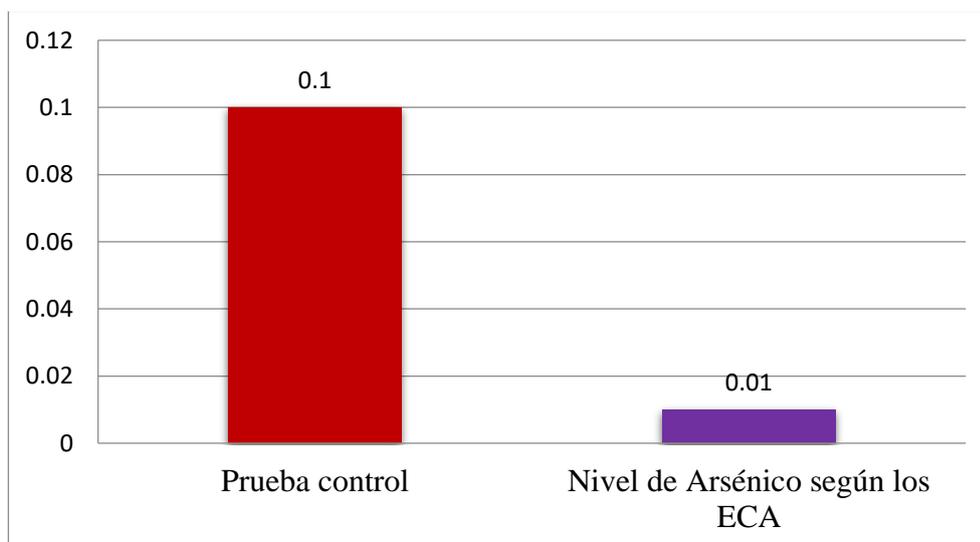
Los resultados del análisis del nivel de concentración de arsénico en las aguas de los pozos antes de aplicar la totora (*Schoenoplectus californicus*) se presentan en la siguiente tabla y figura.

**Tabla 6: Análisis físico químico del agua**

Prueba control	pH	arsénico (mg/l)
1	7.612	0,10
2	7.532	0,10
3	7.630	0,10

*Fuente; Elaboración propia*

**Figura 1: Diferencias en cuanto al nivel de arsénico de la prueba control y los ECA**



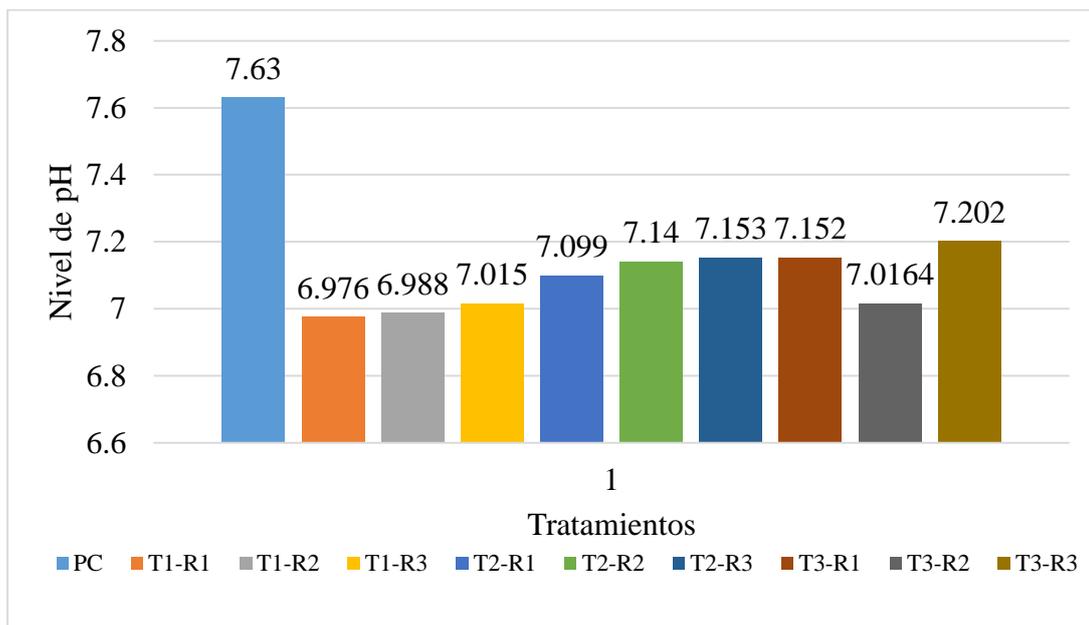
En la tabla 6 y figura 1; se presenta los tres análisis previos del agua de los pozos para determinar los niveles de arsénico en el caserío Tranca Fanupe. En la prueba control 01, el pH fue de 7.612 con nivel de arsénico de 0,10 mg/l. De igual manera para el nivel de control 02, se tuvo un pH de 7.532 también con un nivel de arsénico de 0,10 mg/l; y para la prueba control 03 se tuvo un pH de 7.63 con nivel de arsénico de 0,10 mg/l. Con ello se corrobora que existe presencia de arsénico en las aguas del pozo del caserío de Tranca Fanupe hasta 10 veces más de los límites máximos Permisibles recomendado por los ECA (0.010ml/L As) lo cual se muestra en la figura 2.

**Tabla 7: Tratamientos y repeticiones con pH del agua**

Tratamiento	Repeticiones	pH
T <sub>0</sub>		7.630
1	1	6.976
	2	6.988
	3	7.015
2	1	7.099
	2	7.140
	3	7.153
3	1	7.152
	2	7.164
	3	7.202

Fuente: Elaboración propia del autor.

**Figura 2: Determinación del pH después de haber aplicado los tratamientos.**



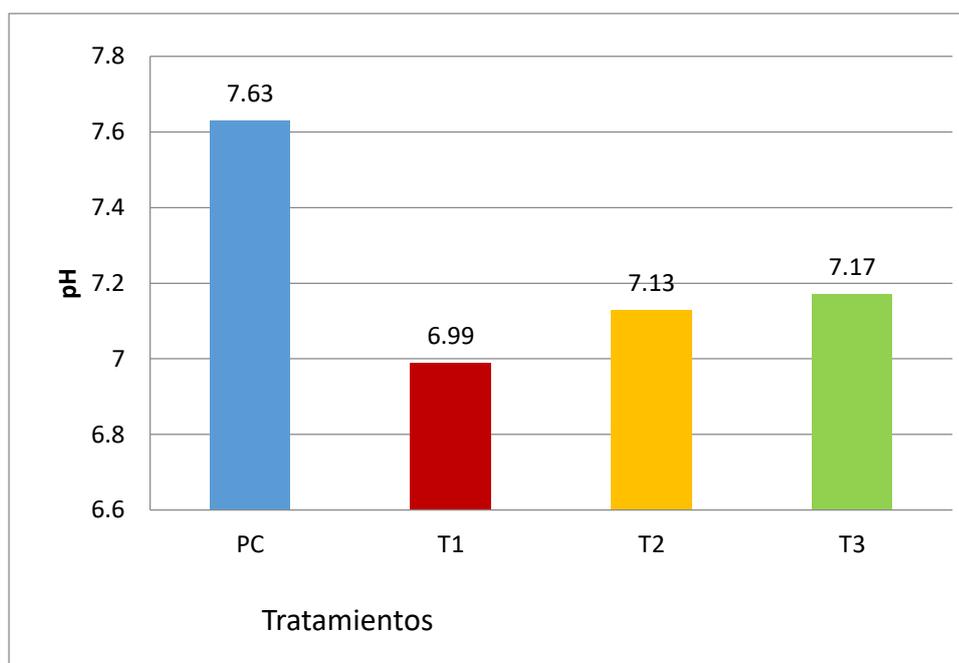
En la tabla 7 y figura 2; muestra los niveles de pH obtenidos luego de haber realizado los respectivos análisis en laboratorio después de haber pasado los 20 días se haber aplicado la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora, en la prueba control obtuvimos un pH de 7.630, en el tratamiento 1 (6.976, 6.988, 7.015) en el tratamiento 2 (7.099, 7.140, 7.153) y en el tratamiento 3 (7.152, 7.164, 7.202).

**Tabla 8: promedio del nivel de pH de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
PC	7.630	.	.	7.630
T1	6.976	6.988	7.015	6.993
T2	7.099	7.140	7.153	7.131
T3	7.152	7.164	7.202	7.173

Fuente: Elaboración propia del autor

**Figura 3: Promedios de las repeticiones de los tratamientos**



En la tabla 8; se puede destacar las medias de los 3 tratamientos del pH del agua (T1-6,99; T2-7,13 y T3-7,17) ejecutado con un intervalo de 95% de confianza. Las medias son los resultados obtenidos de las 3 repeticiones por cada tratamiento.

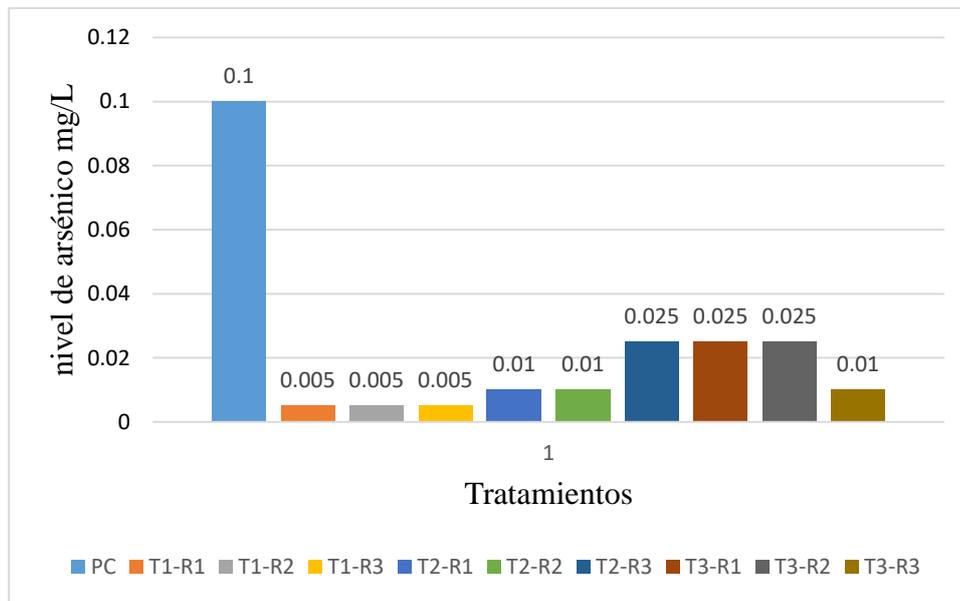
Posteriormente en la figura 3; se muestra el nivel de pH que hubo durante la prueba control y los promedios de cada tratamiento (T1 6,99; T2 7,13 y T3 7,17). Con ello podemos indicar que los tres tratamientos son recomendables en cuanto al pH en el agua.

**Tabla 9: Tratamientos y repeticiones de arsénico del agua**

Tratamiento	Repeticiones	Nivel de arsénico mg/l
T <sub>0</sub>		0,10
1	1	0,005
	2	0,005
	3	0,005
2	1	0,010
	2	0,010
	3	0,025
3	1	0,025
	2	0,025
	3	0,010

Fuente: Elaboración propia del autor

**Figura 4: Tratamientos y repeticiones de arsénico del agua**



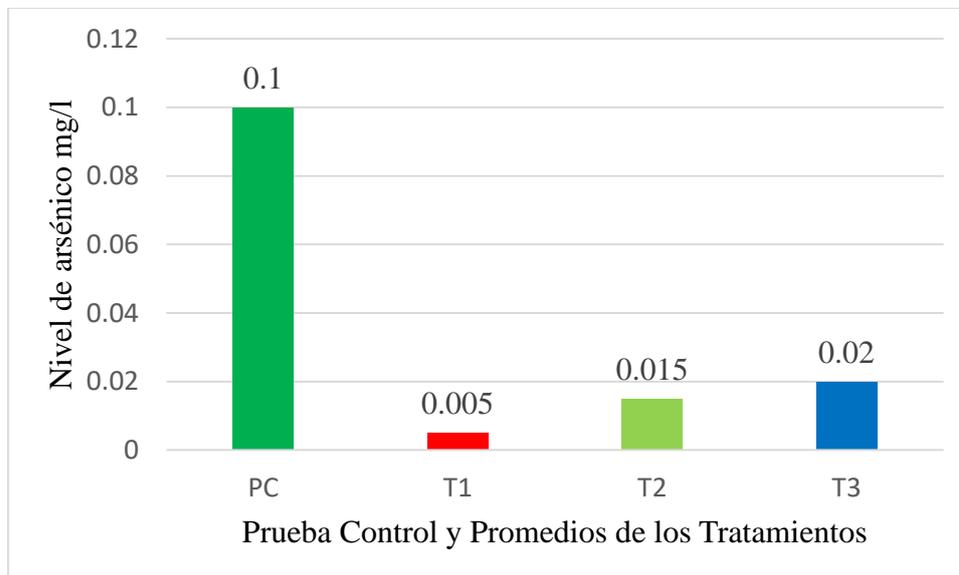
En la tabla 9 y figura 4; después de realizar el análisis a través de las tiras reactivas MQuant™ (MQ) se constató en la prueba control el nivel de arsénico (0.10) que tenía el agua antes de aplicar los 3 tratamientos con 3 repeticiones, después de haber pasado 20 días de la aplicación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora los resultados fueron; tratamiento 1 (0.005; 0.005; 0.005), tratamiento 2 (0.010; 0.010; 0.025) y el tratamiento 3 (0.025; 0.025; 0.010).

**Tabla 10: Promedio de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
PC	0.1			0.1
T1	0.005	0.005	0.005	0.005
T2	0.01	0.01	0.025	0.015
T3	0.025	0.025	0.01	0.02

Fuente: Elaboración propia del autor

**Figura 5: Comparación de los tratamientos experimentales con la prueba control**



En la tabla 10; se puede recalcar las medias de los 3 tratamientos del nivel de arsénico presente en el agua (0,01; 0,02; 0,02) realizado con un intervalo de 95% de confianza. Las medias son los resultados obtenidos de las 3 repeticiones por cada tratamiento.

En la figura 5; se aprecia que la prueba control tenía un nivel 1mg/l As de arsénico, donde el primer tratamiento disminuyó en promedio a 0.005 mg/l As, el segundo tratamiento a 0.015 mg/l As y finalmente el tercer tratamiento disminuyó a 0.020 mg/lAs. Con los resultados obtenidos nos pudimos dar cuenta que el tratamiento 1 fue el que más disminuyó las cantidades de arsénico en el agua, por lo que se puede decir que es el más efectivo, ya que logro reducir la cantidad de arsénico por debajo de los ECA del agua (0.010mg/l As).

**Tabla 11: Porcentajes de fitorremediación de los tratamientos**

grupo	Concentración inicial de arsénico	Concentración final de arsénico	Actividad fitorremediadora	% de fitorremediación
T1	0.1	0.005	0.095	95%
T2	0.1	0.015	0.085	85%
T3	0.1	0.020	0.080	80%

Fuente: elaboración propia del investigador

En la tabla 11; se muestra los porcentajes de fitorremediación de los tratamientos, el tratamiento 1 tuvo un 95% el tratamiento 2 tuvo un 85% y el tratamiento 3 tuvo un 80%, con lo cual afirmamos que el tratamiento 1 es el más efectivo.

Actividad fitorremediadora = concentración inicial – concentración final

% de fitorremediación = (actividad fitorremediadora x 100) / (concentración inicial)

#### IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de la Universidad Particular Cesar Vallejo del departamento de Lambayeque., para lo cual se inició con la recolección de la totora (*Schoenoplectus californicus*) de las orillas del río Tumán, luego se seleccionaron 333 plantas con buenas raíces, para luego ser llevados a un lugar donde iban a ser aplicadas al agua con arsénico. Se trabajó con 3 repeticiones para cada tratamiento en un periodo de 20 días y se colocaron en condiciones iguales como se muestran en las tablas N°12 y 13° y la figura N° 2, encontrándose así resultados parecidos entre el tratamiento N° 2 y N°3, a diferencia del tratamiento N°1. Probablemente se debe a que la planta aumentó sus raíces y esto es lo que ocasiona que la planta tenga mayor absorción de arsénico en el agua.

Se evaluó a los 20 días el pH del agua después de los tratamientos donde se obtuvieron los siguientes resultados promedio para los 3 tratamientos (6,99; 7,13; 7,17) respectivamente. Estos resultados tienen que ver con lo obtenido por Bedoya (2014), en su tesis titulada “Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico Tacna”, presenta características de potencial de hidrogeno similar donde se obtuvieron los rangos entre 6,47 - 6,97 pH.

Además se obtuvieron los siguientes porcentajes promedio de absorción de arsénico (95%; 85% y 80%) respectivamente, después de haber aplicado la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora durante 20 días. De igual manera Cisneros, et al (2018), en su informe que lleva como título “Fitorremediación de agua contaminada con arsénico y Flúor utilizando *Eleocharis macrostachya* en prototipos de humedales con dos sustratos”, presenta características similares en cuanto a absorción de arsénico donde obtuvieron un porcentaje de 83% a los 42 días de haber aplicado el tratamiento.

Por otro lado Liñan (2015) en su artículo científico titulado “Remoción de arsénico en agua por raíces de cebolla, *Allium cepa*, bajo condiciones de laboratorio” presentó valores distintos en cuanto a porcentaje de remoción, a los 3 días de haber aplicado el tratamiento obtuvo un porcentaje de 8% y el mayor porcentaje de remoción se dio a los 12 días de haber aplicado el tratamiento obteniendo así una remoción de 67%.

A diferencia de Bedoya (2014), en su tesis titulada “Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico Tacna”, presentó características distintas en cuanto a la absorción de arsénico, los resultados se obtuvieron a los 21 días de haber aplicado 4 tratamientos fue de 75% para 1mg/L, 57,5% para 0,5mg/L, 25% para 0,1mg/L y 50% para 0,05mg/L, lo cual indica que el tratamiento en donde más fitorremediación hubo fue en el primero en donde trabajó con 1mg/L de arsénico.

## V. CONCLUSIONES

Al inicio de la investigación se analizó el nivel de concentración de arsénico en las aguas de los pozos ubicados en el caserío Tranca Fanupe, antes de aplicar la totora (*Schoenoplectus californicus*), los mismo que permitieron ubicar valores de (0.1mg/l As) y un pH de 7.630.

Se procedió a la aplicación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora en el agua contaminada por arsénico en el caserío Tranca Fanupe a través de tres tratamientos con tres repeticiones, el T1 constó de 27 plantas, el T2 constó de 37 plantas y el T3 constó de 47.

La totora (*Schoenoplectus californicus*) presenta buena actividad fitorremediadora en agua de pozo contaminada por arsénico. Se logró obtener variaciones de resultados muy favorables, evidenciando su mayor capacidad de fitorremediación en el tratamiento 1 en donde se colocaron 27 plantas de totora (*Schoenoplectus californicus*). Su capacidad de fitorremediación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) fue de 95% en el tratamiento1 donde se logró reducir el nivel de arsénico de (0.1mg/L a 0.005mg/L); 85% en el tratamiento 2 donde se logró reducir el nivel de arsénico de (0.1mg/L a 0.015mg/L) y 80% en el tratamiento 3 donde se logró reducir el nivel de arsénico de (0.1mg/L a 0.020 mg/L). Esto se corroboró después de los 20 días de la experimentación.

## VI. RECOMENDACIONES

### **Se recomienda:**

El uso de totora (*Schoenoplectus californicus*) en el caserío Tranca Fanupe – Mórrope, en donde se halló una alta concentración de arsénico en el agua de sus pozos que sobrepasan los valores normales de 0.01mg/l por la OMS y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua para el consumo humano (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM), debido a que fue efectivo en la concentración de 0.1mg/l, reduciéndolo a 0.005 mg/l arsénico en agua.

El uso de totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora, ya que los métodos convencionales existentes para la absorción de arsénico pueden alterar de una manera irreversible las propiedades del agua y del suelo, mientras que la fitorremediación resulta ser un método eficaz, económico y con una buena aplicabilidad en la descontaminación de aguas con arsénico.

A la junta de regantes del caserío Tranca Fanupe la siembra de totora en las sequias de regadío, ya tiene la capacidad de absorber el arsénico lo cual es un principal contaminante en la agricultura de dicho sector.

Continuar con la investigación de fitorremediación de aguas contaminadas con arsénico, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación.

A las autoridades locales realizar otros estudios, los cuales permitan ratificar los resultados obtenidos en la presente investigación.

Realizar estudios con diversos tipos de plantas ya que pueden variar en la capacidad de absorción a través de sus raíces.

## REFERENCIAS

- Bedoya Escoba, B. (2014). Evaluación de la actividad fitorremediadora del *schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico. Tacna 2013.
- Chagua Orosco, R., & Tardío Osorio, J. (2015). Evaluación de remoción de cobre y zinc por la planta nativa *scirpus californicus* (totora) en la comunidad de pomachaca - tarma.
- (PTEA), P. T. (2012). Los humedales artificiales. Pamplona.
- Agricultorers. (5 de Agosto de 2015). Agricultorers. Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de Agricultorers: <http://agricultorers.com/la-fitorremediacion-plantas-para-tratar-la-contaminacion-ambiental/>
- Agrotterra. (01 de 02 de 2018). Agrotterra. Recuperado el 18 de Junio de 2018, de Agrotterra: <https://www.agrotterra.com/blog/descubrir/herbicidas-clasificacion-y-uso/77614/>
- Autoridad Nacional Del Agua. (2017). El Agua. Lima. Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/>
- Behar, D. (2008). Metodología de la Investigación. Shalom.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación (Tercera ed.). Colombia: Pearson.
- Cisneros, R., Soto Alonso, G., Coral Sanchez, Martínez, & García Chávez , E. (2018). Fitorremediación de agua contaminada con arsénico y Flúor utilizando *Elocharis Macrostachya* en prototipos de humedales con dos sustratos. Lima, Lima.
- Delgadillo, O., Camacho , A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Proyecto, Cochabamba.
- El Comercio. (28 de Agosto de 2017). El uso inadecuado de pesticidas amenaza con contaminar las aguas. El uso inadecuado de pesticidas amenaza con contaminar las aguas.
- Espigares García, M., & Pérez López , J. (s.f.). Aguas residuales.
- Euston. (17 de Mayo de 2018). Euston. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de Euston: <https://www.euston96.com>
- Gomez , M., Rodrigues de Sousa, R., & Silva, V. (2013). La fitorremediación de agua contaminada con mercurio usando *Typha domingensis* en humedal construido. Chemosphre.

Gonzales, F. (15 de Octubre de 2018). índices de arsénico en el agua que consumen más de 6 000 pobladores. Arsénico en las aguas de Pacora. Lambayeque. Obtenido de <https://rpp.pe/peru/lambayeque/pacora-no-descarta-pedir-se-declare-en-emergencia-noticia-1156677>

Guerra Sandoval, B. (2018). Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de productos lácteos san salvador – cantón riobamba, mediante fitorremediación con humedales artificiales empleando totora. Riobamba.

Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). Mexico: McGraw-Hill.

Hurtado de Barrera, J. (2000). Metodología de la Investigación Holística (Tercera ed.). Caracas: Fundación Sypal.

Jaramillo , m., & flores, e. (2012). Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera. Cuenca.

La República. (2018). Mórrope en emergencia por agua con arsénico. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1236903-morrope-emergencia-agua-arsenico>

La República. (2018). Vivienda advirtió consumo de agua con arsénico en Mórrope desde el 2014. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1228730-vivienda-advirtio-consumo-de-agua-con-arsenico-en-morrope-desde-el-2014>

Liñan Abanto, R. (Diciembre de 2015). Remoción de arsénico en agua por raíces de cebolla, *Allium cepa*, bajo condiciones de laboratorio. REBIOL, 06.

Llagas Chafloque, W., & Guadalupe Gómez , E. (2012). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. Lima.

Londoño Franco, L., Londoño Muñoz, P., & Muñoz García, F. (Diciembre de 2016). Los Riegos de los Metales Pesados en la Salud Humana y Animal. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14 (2), 9.

Medina Pizzali, M., Robles , P., & Mendoza, M. (05 de Abril de 2018). Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. Scielo Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). El Agua. Lima. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua>

Ministerio Nacional De Agricultura. (2015). Problemas tipo de la agricultura peruana. Lima.

Montaña, P. (2013). Pesticidas y Plaguicidas. s/d.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Ginebra.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Arsénico.

Perú Ecológico. (sd de sd de 2007). Uso sostenible de un recurso natura. Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de Uso sostenible de un recurso natural: [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_totora\\_2.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_totora_2.htm)

Rodrigues De Sousa, R., & Silva Teles, V. (2013). fitorremediación de agua contaminada con mercurio con *Thypha domingensis* en humedales construidos. San Cristobal.

Rosales, J. (10 de Octubre de 2015). Las totoras purifican las lagunas. El Comercio. Recuperado el 30 de Abril de 2018, de <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/11-octubre-del-2015/las-totoras-purifican-las-lagunas>

Saavedra Echevarria, L., & Tarrillo Potenciano, L. (2016). Efectividad de la rizofiltración de la especie “junco” (*Schoenoplectus*. Chiclayo.

Sagan-Gea.Org. (2018). Contaminación del agua por plaguicidas. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de Contaminación del agua por plaguicidas: [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc\\_pdf\\_8454.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc_pdf_8454.pdf)

Salleh, S., Wahab, N., & Wht , T. (9 de Febrero de 2018). Aplicación de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la fitorremediación de nitrógeno amoniacal: Una revisión. ELSEVIER.

Toxqui, L., & Vaquero, M. (2012). Agua para la salud: pasado, presente y futuro. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Yparraguirre, L. (9 de Noviembre de 2016). Rizofiltración. Recuperado el 3 de Julio de 2018, de las plantas que se utilizan para descontaminar se cultivan en invernaderos con las raíces sumergidas en agua, en vez de tierra: <http://rizofiltracion.blogspot.com/>

## ANEXOS

**Imagen 3: Identificación y recojo de las muestras de agua del pozo del caserío Tranca Fanupe.**



**Imagen 4: Identificación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en las orillas del río Tumán**



**Imagen 5: Recolección de la totora (*Schoenoplectus californicus*) de las orillas del río Tumán**



**Imagen 6: Lavado y selección de la totora (*Schoenoplectus californicus*)**



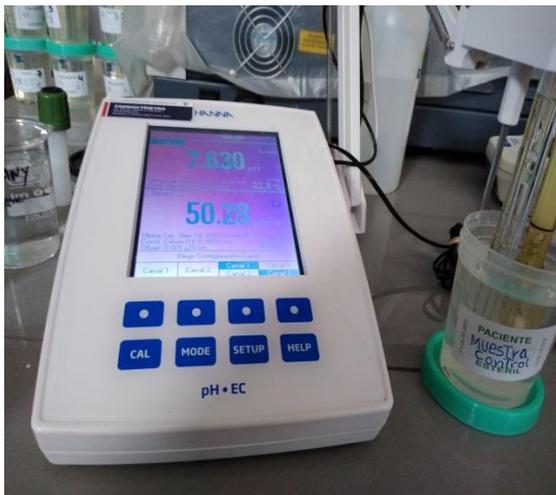
**Imagen 7: Aplicación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada con arsénico**



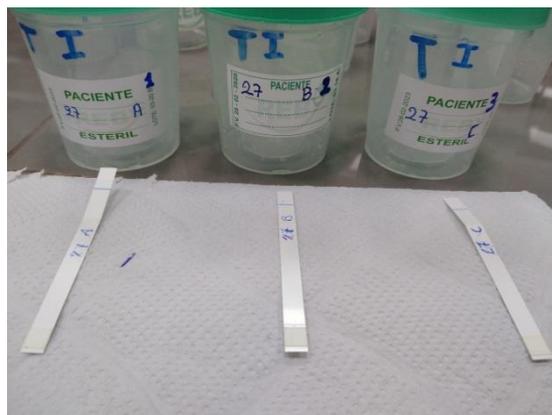
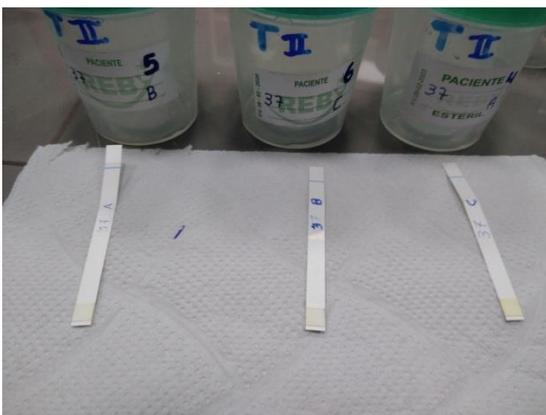
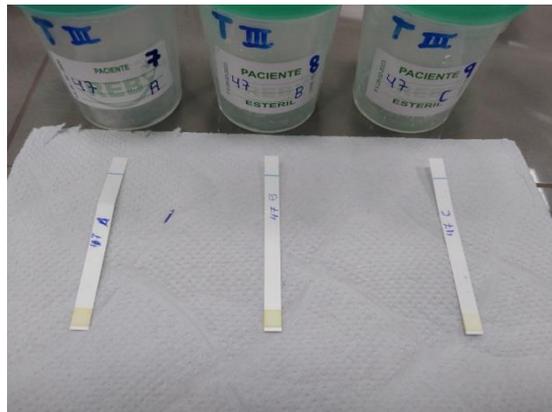
**Imagen 8: Recolección de las muestras después de haber pasado los 20 días de la aplicación de la totora (*Schoenoplectus californicus*) como fitorremediadora**



Imagen 9: Determinación de pH



**Imagen 10: Técnicas para la determinación de arsénico en agua**



Fuente: Elaboración propia del investigador

**Imagen 11: Análisis químico realizado en el laboratorio de la Universidad César Vallejo para determinar el nivel de pH de cada tratamiento.**

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

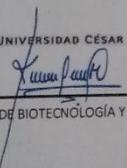
**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA**

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis Químico  
 USUARIO : Wilder Orlando Quintana Idrogo  
 N° DE MUESTRA : 10  
 TIPO DE MUESTRA : Agua subterránea  
 FECHA DE EMISIÓN : 21 de Noviembre del 2018

RESULTADOS

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
PC	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.630	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T1-R1	POTENCIAL DE HIDROGENO	6.976	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T1-R2	POTENCIAL DE HIDROGENO	6.988	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T1-R3	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.015	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T2-R1	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.099	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T2-R2	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.140	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T2-R3	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.153	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T3-R1	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.152	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T3-R2	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.164	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T3-R3	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.202	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)

Nota: la muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.

  
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #salvadefrente

**Imagen 12: Análisis químico realizado a través de las tiras reactivas, test arsénico, MQuant™**

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA**

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis Químico  
 USUARIO : Wilder Orlando Quintana Idrogo  
 N° DE MUESTRA : 10  
 TIPO DE MUESTRA : Agua subterránea  
 FECHA DE EMISIÓN : 21 de Noviembre del 2018

**RESULTADOS**

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
PC	CONCENTRACIÓN DE AS	0.10	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T1-R1	CONCENTRACIÓN DE AS	0.005	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T1-R2	CONCENTRACIÓN DE AS	0.005	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T1-R3	CONCENTRACIÓN DE AS	0.005	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T2-R1	CONCENTRACIÓN DE AS	0.010	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T2-R2	CONCENTRACIÓN DE AS	0.010	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T2-R3	CONCENTRACIÓN DE AS	0.025	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T3-R1	CONCENTRACIÓN DE AS	0.025	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T3-R2	CONCENTRACIÓN DE AS	0.025	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T3-R3	CONCENTRACIÓN DE AS	0.010	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)

Nota: la muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.

  
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA



**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Pimentel Km. 3.5

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante

**Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>¿En qué medida la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>) actúa como fitorremediadora en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío</p>	<p><b>Objetivos.</b></p> <p><b>General</b></p> <p>Determinar la actividad fitorremediadora de la totora por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>) en agua contaminada - Mórrope.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>➤ Analizar el nivel de concentración de arsénico en las aguas de</p>	<p><b>HIPOTESIS</b></p> <p><b>Ha:</b> Si se evalúa las aguas contaminadas por arsénico, entonces se podrá aprovechar la capacidad fitorremediadora de la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).</p> <p><b>Ho:</b> Si no se evalúa las aguas</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Actividad fitorremediadora de la Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).</p>	<p>Aplicada</p>	<p>Son las aguas contaminadas por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe – Mórrope que se encuentra ubicada geográficamente en la provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque.</p>	<p>Técnica de Gabinete</p> <p>Técnica de campo</p>	<p>Para el presente trabajo de investigación se manejará la estadística descriptiva, utilizando el software Excel.</p>
				<p><b>DISEÑO</b></p>	<p><b>MUESTRA</b></p>	<p><b>INSTRUMENTOS</b></p>	

<p>Tranca Fanupe?</p>	<p>los pozos antes de aplicar la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).</p> <p>➤ Aplicar la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>) como fitorremediadora en el agua contaminada por arsénico en el caserío Tranca Fanupe.</p> <p>➤ Evaluar la eficiencia de la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>) como fitorremediadora en agua de pozo contaminado por arsénico.</p>	<p>contaminadas por arsénico, entonces no se podrá aprovechar la capacidad fitorremediadora de la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Agua contaminada por arsénico</p>	<p>Pre-Experimento</p>	<p>Será una porción específica sacada de los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope. Se realizaran 3 tratamientos con 3 repeticiones para cada prueba más 1 proceso control, para lo cual se utilizarán 4 litros de agua para cada prueba siendo un total de 40 litros de agua.</p>	<p>Peachimetro</p> <p>Tiras reactivas, test arsénico, MQuant™</p>	
-----------------------	---	--	---	------------------------	--	---	--

## Acta de originalidad de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **CAJAN ALCANTARA, John William** (ORCID: 0000-0003-2509-9927) docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad “César Vallejo” – Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: “**Actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe – Mórrope**”.

Del estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental: **QUINTANA IDROGO, Wilder Orlando**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin

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

Chiclayo, 14 de noviembre del 2019

Dr. John William Caján Alcántara  
C.I.P N°192264

## Reporte Turnitin

### ACTIVIDAD FITORREMIADORA DE LA TOTORA (Schoenoplectus californicus) EN AGUA CONTAMINADA POR ARSÉNICO EN LOS POZOS DEL CASERÍO TRANCA FANUPE - MÓRROPE

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>23%</b>	<b>19%</b>	<b>2%</b>	<b>16%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.udl.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>agriculturers.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>btdt.ufs.br</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.scielo.org.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional del Centro</b>	

Activ  
Ir a Co

## Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Wilder Orlando Quintana Idrogo, identificado con DNI N° 76941985, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Actividad fitorremediadora de la totora (*Schoenoplectus californicus*) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 76941985

FECHA: 03 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Quintana Idrogo Wilder Orlando

INFORME TÍTULADO:

"Actividad fitorremediadora de la totora (schoenoplectus californicus) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Morrope".

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 22-11-2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por Chancayidad



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN