



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Aguilar Díaz Henry Ricardo (ORCID: 0000-0003-0176-9754)

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

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme culminar exitosamente mi carrera profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, por confiar en mí en todo momento, por sus consejos brindados que han sido esenciales para guiarme en todo el camino de mi formación académica profesional, por estar conmigo siempre y brindarme su apoyo.

Henry Aguilar

Agradecimiento

A mi madre Felicita Díaz Clavo y mi padre Segundo Aguilar Ramírez que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria

Así mismo un agradecimiento a mi asesor de tesis el doctor John William Cajan alcántara y a los demás docentes que me han visto crecer como persona y gracias a sus conocimientos recibidos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Henry Aguilar

Página del jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 16.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0172-2019/UCV-EPIA, de fecha 19 de noviembre de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: **"Utilización de la Moringa oleifera como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018"** presentada por el Bach. Aguilár Díaz Henry Ricardo, 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 unanimidad.

Siendo las 16:45 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

CAMPUS CHICLAYO

Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo, Henry Ricardo Aguilar Díaz, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 70929378, con el trabajo de investigación titulado, "Utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi propia autoría.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales y certificados por el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

En tal sentido asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, noviembre de 2019



Henry Ricardo Aguilar Diaz
DNI: 70929378

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de imágenes	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos previos	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.	7
1.3.1. El Agua	7
1.3.2. Importancia del agua para los seres vivos	7
1.3.3. Normativa peruana de agua para consumo humano.....	7
1.3.4. Arsénico	8
1.3.5. <i>Moringa oleifera</i>	10
1.3.9. proceso de Coagulación – floculación.....	14
1.4. Formulación del problema.....	15
1.5. Justificación del estudio	16
1.6. Hipótesis	17
1.7. Objetivos:	17
1.7.1. Objetivo general.....	17
1.7.2. Objetivos Específicos	17
II. MÉTODO	18
2.1. Diseño de investigación	18
2.2 Variables, operacionalización:.....	18
2.2.1. Variables	18
2.2.2. Operacionalización de variables.....	20
2.3. Población, muestra y localización.....	20
2.3.1. Población	20
2.3.2. Muestra	20

2.3.3. Localización	21
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	21
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	21
2.4.2. Validez y confiabilidad	22
2.5. Método de Análisis de datos.....	22
2.6. Aspectos éticos	22
III. RESULTADOS.....	24
3.1. Nivel de arsénico en el agua	24
3.2. Tratamiento del agua	26
3.3. Porcentaje de remoción.....	30
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	36
ANEXOS.....	40
Acta de aprobación de originalidad de tesis	56
Reporte de turnitin.....	57
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	58
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.	59

Índice de Tablas

Tabla 1: operacionalizacion de variables.....	20
Tabla 2: Análisis de arsénico (As) en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano – Morrope	24
Tabla 3: tratamientos realizados con <i>Moringa oleifera</i> en el equipo “pruebas de jarras”.	26
Tabla 4: Límite máximo permisible del parámetro arsénico.	26
Tabla 5: Resultados final del potencial de hidrogeno (pH) en el agua de pozo del centro poblado cruz del Medano.	28
Tabla 6: Límite máximo permisible del parámetro pH.	29
Tabla 7: porcentaje de remoción en cada tratamiento.	30

Índice de Figuras

Figura 1 Cantidad de arsénico (As) en el agua de los pozos.	25
Figura 2: cantidad de arsénico en el agua tratada con <i>Moringa oleifera</i>	27
Figura 3: Potencial de hidrogeno (pH) final en las muestras de agua del centro poblado Cruz del Medano.	29
Figura 4: porcentaje de remocion de arsenico en cada tratamiento aplicado al agua de pozo con diferentes dosis de <i>Moringa oleifera</i> . Fuente: elaboración propia.....	31

Índice de imágenes

Imagen 1: Decreto supremo n° 031–2010–sa.	40
Imagen 2 Análisis de arsénico (As) en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano	43
Imagen 3 Pesado de la <i>Moringa oleifera</i> con cascara	43
Imagen 4 Triturado de semillas de moringa oleífera	44
Imagen 5 Coagulante en Polvo de semillas de <i>Moringa oleifera</i>	44
Imagen 6 pozo grande (muestra n° 01)	45
Imagen 7 pozo del parque , extracción de la (muestra N° 02.)	45
Imagen 8 Muestras Recogidas de los dos pozos	46
Imagen 9 Medición del pH de las muestras de agua	46
Imagen 10 Arsenic test marca MQuant TM	47
Imagen 11 Preparando los reactivos del test para medir arsénico	47
Imagen 12 Proceso de cuantificación de arsénico, se tiene que esperar un tiempo de 20 min para obtener resultados.	48
Imagen 13 concentraciones iniciales de arsénico en cada pozo	48
Imagen 14 Pesado de las diferentes dosis para la aplicación del tratamiento a la muestra N° 01 (pozo grande)	49
Imagen 15 Prueba de jarras	49
Imagen 16 aplicación de los tratamientos con dosis de <i>Moringa oleifera</i>	50
Imagen 17 proceso de filtrado	50
Imagen 18 agua tratada	51
Imagen 19 medición del pH	51
Imagen 20 Resultados del contenido de arsénico después del tratamiento	52
Imagen 21 Resultados del contenido de arsénico después del tratamiento	52
Imagen 22 cintas colorimétricas de arsénico	53

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Mórrope. Los objetivos del trabajo son: determinar el contenido de Arsénico presente en el agua de pozos mediante el análisis de laboratorio, aplicar el polvo de semillas de *Moringa oleifera* en las aguas contaminadas de arsénico y evaluar la remoción de arsénico en el agua de los pozos luego de haber aplicado el polvo de semillas de *Moringa oleifera*. Se tuvo una población de 2 pozos y una muestra de 14 litros, que se analizaron y se trabajó solo con el que presentó un mayor contenido de arsénico. Se logró determinar el contenido de arsénico en la cual la muestra del pozo N°1 se encontró 0.10 mg/L As, mientras que en la muestra del pozo N° 2 se encontró 0.05 mg/l As, por lo tanto, se concluye que las aguas de este centro poblado exceden hasta en 10 y 5 veces más respectivamente el Límite Máximo Permisible (0.010 mg/l). Se aplicó el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* a las aguas contaminadas utilizando las siguientes dosis: D1: 1 g/l, D2: 3 g/l, D3: 5g/l, D4: 7g/l, D5: 9 g/l, D6: 11 g/l, las dosis más efectivos fueron las D5(9 g/l), D6 (11 g/l), que redujeron el nivel de arsénico a 0.010 mg/l As y finalmente se obtuvo un porcentaje de remoción del 90%.

Palabras claves: Dosis de *Moringa oleifera*, arsénico, agua de pozo

ABSTRACT

The present research work has as its application the use of *Moringa oleifera* as a coagulant for the removal of arsenic in the wells of the Cruz Del Medano populated center in the Morrope district. The objectives of the work are: to determine the content of Arsenic present in the water of wells by means of the laboratory analysis, to apply the powder of seeds of *Moringa oleifera* in the contaminated waters of arsenic and to evaluate the removal of arsenic in the water of the wells later having applied *Moringa oleifera* seed powder. There was a population of 2 wells and a sample of 14 liters, analyzed and identified only with the one that presented a higher content of arsenic. The arsenic content was determined in which the sample from well N ° 1 was found 0.10 mg / L As, while in the sample from well N ° 2 was found 0.05 mg / l As, therefore, it is concluded that the Waters of this populated center exceed 10 and 5 times more respectively the Maximum Permissible Limit (0.010 mg / l). The powder of *Moringa oleifera* seeds was applied to contaminated waters using the following doses: D1: 1 g / l, D2: 3 g / l, D3: 5g / l, D4: 7g / l, D5: 9 g / l, D6: 11 g / l, the most effective doses were D5 (9 g / l), D6 (11 g / l), which reduced the arsenic level to 0.010 mg / l and finally a percentage of removal of the 90%

Keywords: Dose of *Moringa oleifera*, arsenic, well water

I. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es un elemento natural fundamental para la vida del ser humano, ya que tiene funciones vitales para el desarrollo de las distintas formas de vida como es de los vegetales, animales y los seres humanos. Así mismo la gran mayoría de los organismos de los seres vivos se componen en gran cantidad de agua, también es componente esencial de los órganos, músculos y tejidos. Es por ello que científicos y expertos en la materia afirman que sin el agua en nuestro planeta no sería posible la vida. Además de ello esta conforma el 75% de nuestro planeta tierra.

Actualmente este recurso hídrico se ve amenazado por la creciente contaminación que existe, uno de los problemas que atentan con gran índice de peligrosidad es la contaminación por metales pesados, especialmente por arsénico, este es uno de los contaminantes que afecta en gran escala al agua y por ende a la población que la consume.

El arsénico es un metal pesado que causa diversas y serias enfermedades en todo aquel que lo consume, en las personas causa graves daños a la piel, a la sangre y demás órganos del sistema urinario e inmunológico.

Este metal se encuentra de manera natural en el ambiente, es el caso del centro poblado Cruz del Medano, distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque, que al existir evidencias de la presencia de altas concentraciones de arsénico en el agua de dos pozos tubulares, se procedió a realizar el respectivo análisis por las entidades pertinentes, dándose con la desagradable sorpresa que las muestras de agua tomadas, excedían hasta en diez veces más (1.0 mg/L) el estándar de calidad ambiental siendo este 0.01 mg/L para consumo humano según el MINAM. (Camasca, 2018).

Es por ello que se está buscando soluciones eficientes, de bajo costo y amigables con el medio ambiente, siendo la más adecuada el tratamiento de floculación, coagulación, decantación y filtración, con un coagulante natural, este adsorberá el metal pesado hasta formar grumos que por su peso serán decantados para finalmente pasar por la etapa de la filtración y de esa manera se estará asegurando la calidad del líquido vital. En este trabajo de investigación se utilizará *Moringa oleifera* como coagulante natural, para mejorar la calidad de la mencionada localidad.

1.1. Realidad Problemática

La contaminación del agua para utilización del ser humano por presencia de metales y semi metales es un problema que desde hace mucho tiempo atrás viene aquejando a toda la población mundial ya que causa severas complicaciones a la salud de las personas. La contaminación de este recurso hídrico con arsénico (As) se debe muchas veces a condiciones geográficas.

Gonzales et al (2018) afirma que “gran parte del territorio de Bangladesh los acuíferos tienen unas concentraciones de arsénico muy superiores a las recomendadas por organizaciones de la salud y se encuentra de manera natural en el subsuelo, la solubilidad de este elemento está directamente relacionado con la alcalinidad del agua subterránea”.

La Organización Mundial de la Salud (2014) dio a conocer que la laguna de Aricota tiene dos afluentes, el río Callazas y el río Salado, los cuales pasan por el volcán Yucamane; siendo al parecer esta la fuente de contaminación del agua de dicha laguna. Esto se informó por el hecho que la laguna Aricota es quien abastece con agua a la ciudad de Ilo, ubicada en Perú; y esta agua es empleada tanto para su uso doméstico e industrial, pudiendo llegar a provocar severos daños en la salud de los pobladores.

La Verdad (2018) presentó un estudio que había sido realizado por el ministerio de salud a los pobladores del distrito de Mórrope; del cual se obtuvo como resultado la presencia de arsénico (As) en ellos, pero estos excedían los límites máximos permisibles. Lo cual dio como conclusión que la contaminación había sido dada a consecuencia del consumo del agua del subsuelo.

El agua del subsuelo está siendo consumida por la población de Mórrope para todas sus necesidades, sin que muchos de ellos tengan conocimiento que esta excede los estándares de calidad (ECA) hasta en siete veces más, o sin que tengan conciencia del daño que esto les causa. Pues en diciembre del año 2015 el Ministerio del Ambiente dio a conocer mediante una publicación en el diario “El Peruano” los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua, en el cual se establece que la presencia de arsénico en el agua no debe sobrepasar la cantidad de 0.01 mg/L.

Camasca (2018) mencionó que la presidencia del consejo de ministros (PCM) declaró “el estado en emergencia por desastre o peligro inminente en 10 localidades del distrito de Mórrope, en Lambayeque, tras advertirse que la población de dichas zonas venía consumiendo agua con un alto grado de concentración de metales pesados, principalmente arsénico”.

Existiendo esta problemática latente en nuestro departamento de Lambayeque, es que se planteó realizar este estudio de investigación para tratar de mitigar este problema ambiental que aqueja la salud de la población Morropana.

1.2. Trabajos previos

Vázquez (2016) en su investigación titulada “Biosorción de arsénico por hoja de *Moringa oleifera*” realizada en México se llega a la conclusión que la agrupación de arsénico (As) en el agua antes de ser tratada es de 100 µg/L y después de aplicar la hoja de *Moringa oleifera* a dicha agua, esta disminuyó a un 9.89 µg/L.

Las dosis de polvo de hoja de moringa usadas en los tratamientos fueron los siguientes valores 0.25, 0.50 y 0.75 gr/L; teniendo como resultado de biosorción de arsénico 10.13, 9.81 y 9.75 µg/L respectivamente. El polvo de hoja de moringa es un buen biosorbente de arsénico por lo cual representa una alternativa con alto potencial para su remoción del agua.

La conclusión brindada por el autor, afirma que el polvo de hoja de moringa es un buen biosorbente de arsénico por lo cual este trabajo se tomara como antecedente.

Mendoza (2018) En su tesis que lleva como título “biosorción de arsénico con semilla de *Moringa oleifera*” realizada en México, menciona que, para tratar el agua con el polvo de la semilla de *Moringa oleifera*, requiere dosis exactas del polvo de dicha semilla; para lo cual se establecieron tratamientos que consistieron en cuatro diferentes dosis: 0.937 (T1), 1.407 (T2), 1.974 (T3) y 3.948 (T4) en gr L-1 de agua. Estas dosis son distribuidas al azar con cuatro repeticiones en un diseño de bloques.

Una vez agregado el polvo de la semilla de *Moringa olifera* a cada unidad experimental, según su tratamiento asignado; se llegó a la conclusión que el tratamiento que logró mayor remoción de As en el agua tratada se obtuvo agregando una cantidad de 3.948 gr L-1 de semilla de *Moringa oleifera*(13 semillas). La semilla de moringa es un buen

biosorbente de As, por lo tanto, se recomienda seguir estudiando los beneficios que posee la semilla de moringa como un biosorbente de As.

Losada, Artunduaga, Sotto (2015) en su investigación titulada “Remoción de cromo hexavalente utilizando cáscara de *Moringa oleifera* como bio-adsorbente” realizada en Colombia llegan a la siguiente conclusión, que, dándole un debido tratamiento a la cáscara de *Moringa oleifera*, esta podría lograr eliminar el cromo (Cr) de soluciones acuosas; es decir actuaría como un viable y gran bioadsorbente de dicho metal.

Esto quedó demostrado en el tratamiento de la unidad experimental que hizo, logrando rendimientos de eliminación muy elevados.

En su muestra experimental nos da como dato que un óptimo pH para que se dé la adsorción de Cromo (VI) es el valor de 3, o en el rango de 3 y 6,1.

La prueba experimental aplicada con mejor resultado fue en un tiempo de 20 minutos, en el cual se mantuvo en contacto el agua con la dosis de semilla a un pH 3, manteniéndolo a temperatura ambiente y a 200 rpm en su velocidad de agitación; este tratamiento aplicado nos dio la máxima adsorción de cromo (Cr) (VI) el cual fue a un 90%, equivalente a una dosis de adsorbente de 10 g/L.

Herrera, Rivas y Ventura (2017) en su tesis titulada “Análisis de la efectividad de la semilla de Teberinto (*Moringa oleifera* Lam.) Como método de remoción de arsénico y plomo en agua para consumo humano” el autor concluye que después de darle el debido tratamiento al agua con la semilla de *Moringa oleifera* Lam se logra la remoción de arsénico (As), reduciendo hasta un 82.11% su concentración inicial, en tanto también se logró la remoción de plomo, en el cual se redujo hasta en un 99.90% su concentración inicial.

Estos resultados se lograron por el proceso de adsorción, lo que permite que haya una captación de iones metálicos sea de forma pasiva o activa.

Estos efectos que se dan entre las dosis y el tiempo muestran buenas diferencias significativas para las remociones de arsénico y a medida que se aumenta la porción el tiempo de contacto minimiza.

Flores (2016) en su investigación “Remoción de arsénico con cáscara de semilla de Girasol a través del proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja 2016” nos muestra que aplicó partículas de biomasa en 3 diferentes tamaños (0.177 mm,

0.425 mm y 0.840 mm) y que las relaciones de biomasa – solución fueron 4 en diferentes cantidades, todas aplicadas por litro (2gr/L, 4gr/L, 6gr/L y 8gr/L).

EL autor efectuó los procedimientos de forma experimental y llegó a la conclusión que en un lapso de interacción de 5 horas logra un equilibrio de adsorción; y detalló también el tamaño y la relación explícita que logra los mejores resultados. En relación a tamaño de los 3 tamaños de partículas de biomasa que se aplicó, el que logró mejores resultados fue el de 0.425 mm; y con respecto a la relación biomasa – solución, se consiguió mejores resultados con la relación de 6gr/L.

Teniendo los resultados de los procedimientos experimentales, el autor aplicó el análisis estadístico y este dio como resultado del proceso de adsorción que, en la concentración inicial y la concentración final hay una diferencia significativa; teniendo como remoción de arsénico un porcentaje de 50%.

Tomando este trabajo como un antecedente, se puede usar la metodología como referencia en este trabajo de investigación, en el cual, se estaría usando la *Moringa oleifera* y no semillas de girasol.

Rivera (2017) en su investigación “Uso de *Moringa oleifera* y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín de Porres, 2017” nos expone que adquiriendo como parámetro de referencia la turbidez, realizó el método de prueba de jarras y a cada dosis le aplicó 3 reproducciones; lo cual se concluye que la cantidad de 140 mg/L fue la que presento una mayor eficacia, siendo un 95% de reducción para la mezcla rápida de 120 RPM en un tiempo de 10 minutos.

Por lo tanto, el autor llegó a comprobar la cantidad óptima de polvo de semilla de *Moringa oleifera* que se requiere para que este actúe como coagulante natural.

Isidro (2017) en su investigación “Caracterización fisicoquímica de la moringa (*Moringa oleifera*)” su objetivo fue poder determinar las características fisicoquímicas (humedad, proteína, ceniza, fibra y pH) de la *Moringa oleifera*; Llegando a obtener los siguientes resultados fisicoquímicos de *Moringa oleifera* fue, en hojas 76.98% de humedad, 9.07% de proteínas, 2.56% de fibra y 1.60% de ceniza. En cuanto a corteza se obtuvo 72.88% de humedad, 8.73% de proteína, 1.83% de fibra y 1.13% de ceniza. En cuanto a los valores del fruto fresco se obtuvo 85.97% de humedad, 13.61% de proteína,

2.55% de fibra y 1.62% de ceniza. Los valores de pH fueron de 6.215 en hojas, 5.807 en corteza y 5.439 en fruto fresco.

Acebedo (2016) En su investigación propone el poder determinar la eficacia de la semilla de *Moringa oleifera*, con el fin de conseguir un insumo que actúe como absorbente para remover plomo.

Para la aplicación en forma experimental se tomaron 9 muestras de 0.51 con 3 repeticiones cada una, el pH óptimo fue de 2.5, 5 y 7.5; y las masas de las semillas fueron de 0.3, 0.5 y 0.7 gr/L respectivamente. Una vez aplicado los tratamientos se obtuvieron los siguientes datos: para la concentración de 0.3 gr/L de Moringa, con un pH de 2.5 y 5 se obtuvo un 91% y 82% de remoción de plomo.

En conclusión, se evidenció la eficacia de la semilla de *Moringa oleifera* en la remoción de plomo; de lo cual se puede decir que para tratamientos de aguas con presencia de plomo la semilla de la *Moringa oleifera* es una herramienta efectiva y económica.

Pomalaza y otros (2016) en su tesis titulada “Optimización del método de coagulación – floculación para la remoción de arsénico de fuentes de agua potable empleando sulfato de aluminio tipo A. Realizó 27 experimentos con diferentes dosificaciones (118 mgAl₂(SO₄)₃/L, 120 mgAl₂(SO₄)₃/L y 122 mgAl₂(SO₄)₃/L) con una temperatura de 15.8°C y un pH de 8, con un tiempo de duración de mezcla de 3, 5 y 7 minutos, un gradiente de velocidad de mezcla rápida (200 rpm) y otro para mezcla lenta (60 rpm), tiempo de duración de mezcla lenta de 15 minutos y con un tiempo de sedimentación de 30 minutos; se logra determinar que para remover 120mgAl₂(SO₄)₃/L el coagulante de sulfato de aluminio es más efectivo.

Rusfato (2017) en su tesis titulada “coagulantes para la remoción de arsénico del agua del río tingo de la provincia de Hualgayoc”, Se tuvo como principal objetivo el poder determinar un coagulante químico que lograra remover la mayor cantidad de concentración posible de arsénico en las aguas del río Tingo. Se empleó los coagulantes químicos cloruro férrico y sulfato de aluminio, los resultados que se obtuvieron en el coagulante sulfato de aluminio fue que destituyó el arsénico hasta los 0.025 mg/l, con los pH 3.36 y 3.33, una turbidez de 29.0 y 31.4 UNT con las concentraciones 40g y 50g, mientras que con el coagulante cloruro férrico el arsénico se removió en su totalidad 0.0 mg/l, pH 2.24, 2.20 y 2.19, 8.20, 8.12 y 7.52 UNT.

López et al (2013) en su investigación “Estudio del mercado norteamericano para la comercialización de *Moringa oleifera* Lam. Como producto nutracéutico” se centró en poder determinar y analizar una nueva oportunidad de mercado en el segmento de nutracéuticos de EE. UU, para la *Moringa oleifera* procedente de Perú.

Al realizar todos los procesos de investigación y eficiencias que contiene la moringa para el mercado de EE. UU se llega a concluir que es una buena oportunidad para transportar la moringa ya que con el futuro será muy útil para las diversas necesidades de los seres humanos.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1.El Agua

Bokova (2010) en su discurso mencionó que “el recurso hídrico es fundamental y vital para la vida en el planeta y así mismo los ecosistemas y humanos puedan prosperar en su desarrollo y bienestar”.

1.3.2. Importancia del agua para los seres vivos

Hernández (2010) menciona que “el agua es el más importante recurso del planeta tierra y forma parte del grupo de elementos constituyentes que hacen posible el desarrollo de la vida en el medio en que vivimos”. Así mismo dijo que el 71% de la tierra está cubierto por el recurso hídrico en estado líquido y tan solo el 1% del total de agua es dulce, estos llegan a formar lagos, lagunas y acuíferos, el 97 % de agua forma los mares y océanos. Además, se la encuentra en forma de gas, constituyendo la humedad atmosférica y las nubes y por último se la encuentra en forma sólida, en forma de hielo o nieve.

Hernández (2010) en gran proporción todos los cuerpos vivos están formados de agua, que van desde un 45% en los insectos, pasando por un 70% en mamíferos y en otros como las medusas en un 95% de sus cuerpos.

1.3.3.Normativa peruana de agua para consumo humano

Según Estrada (2016) menciona que el agua para consumo humano debe cumplir con: Límites Máximos Permisibles (LMP), estos para un agua de consumo humano, son la cantidad de una sustancia o algún elemento, que si es consumido puede dañar la salud de los individuos. Estos límites deben cumplirse de forma obligatoria por todas las

entidades que brindan servicio de agua para consumo humano; tomando en cuenta que para arsénico el LMP es 0.010 mg As/L, esto se encuentra especificado en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano: D.S. N° 031 -2010.SA.

1.3.4. Arsénico

Según la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (2009) “el número atómico del arsénico es 33, tiene un peso atómico de 74, contiene 17 nucleídos radiactivos y se distribuye ampliamente en la naturaleza”.

Muñoz Garcia , Fabian Gerardo, Londoño Franco, Luis Fernando y Londoño Muñoz , Tatiana Paula (2016) dicen que “en la naturaleza encontramos al arsénico como un mineral de cobalto, aunque de manera regular se puede encontrar en la superficies rocas combinado con azufre o metales como Mn, Sn, Ag, Co, Fe o Ni”.

Palacios y Capdevila (2013) mencionan que el arsénico en su forma química está basado en compuestos formados con arsénico (III y V), pero que los compuestos de arsénico significativos en la biología son solo 2: arseniatos (As V), arsenitos (As III) inorgánicos y los compuestos orgánicos de arsénico. Su presencia depende mucho de su pH, el nivel de oxigenación, su estado redox y ausencia o presencia de microorganismos.

1.3.4.1. Usos del arsénico

Muñoz et al (2016) menciona que el FeAsS (arsenopirita) es el principal mineral del arsénico y se usa en pinturas, tratamiento de maderas, anticorrosivos, productos agrícolas, bronceadores de piel, vidrio, pigmentos, cerámica, medicinas, en alimento para animales (factor de desarrollo), gases venenosos de uso militar, entre otros”. Él arsénico tiene pocos usos, pero es elemental. Dentro de sus usos lo encontramos en la producción de vidrio como óxido de arsénico y en pigmentos y los juegos pirotécnicos como sulfuros de arsénico. Además, es uno de los casi únicos minerales útiles con un 99.9999+% de pureza.

1.3.4.2. Efectos del Arsénico sobre la salud

Casey (2010) menciona que este elemento está ubicado en el grupo I de sustancias cancerígenas por la IARC y los tipos de cáncer perturban la piel (basilioma y carcinoma de células escamosas), pulmón (carcinoma broncogénico), hemangiosarcoma hepático, linfoma y cáncer de vejiga, riñón y nasofaringe”.

Lenntech (2018) indica que los niveles de arsénico en los alimentos son bastante bajos, no es añadido debido a su toxicidad, pero los niveles de arsénico en mariscos y peces puede ser bastante alta, ya que estos animales absorben Arsénico del agua donde habitan.

El investigador Lenntech (2018) señala que los más expuestos a altas concentraciones de arsénico son personas que laboren con arsénico de manera directa, así también las personas que beben vino en grandes cantidades, personas que sus casas contienen conservantes de madera y para aquella gente que vive en el campo o granjas, donde se aplicaba constantemente pesticidas, la exposición al arsénico inorgánico trae serios problemas en su salud (irritación de pulmones, cambios de piel, irritación del estómago e intestinos y disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos).

Además, también sugiere que el tomar grandes dosis de arsénico inorgánico puede aumentar las posibilidades de desarrollar cáncer, fundamentalmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, linfa y hígado.

La Organización Mundial de la Salud (2017) detalla los principales síntomas cercanos de alta intoxicación por este elemento “son vómitos, dolor abdominal y diarrea, posteriormente de esto percibes otros efectos como hormigueo en las manos y los pies o calambres y también están las enfermedades a la piel, diabetes, neuropatía periférica, enfermedades cardiovasculares”.

1.3.4.3. Efectos ambientales del arsénico

Lenntech (2018) manifiesta que el arsénico en su forma natural es un compuesto móvil, esto quiere decir que no es probable que grandes concentraciones aparezcan en un sitio específico y eso es algo positivo, pero su fácil esparcimiento es lo negativo, ya que causa que la contaminación por arsénico sea un tema extenso.

Existe también un arsénico inmóvil, el cual no puede moverse fácilmente, pero debido a la actividad humana (minería y fundiciones mayormente) este ha logrado moverse (no siendo esa su naturaleza) de tal manera que puede ser encontrado en zonas donde no habían de manera natural.

Lenntech (2018) menciona que “los árboles absorben Arsénico de manera muy fácil y por otro lado el arsénico causa serios problemas al ADN de los peces producido por la contaminación de arsénico en el agua”.

1.3.4.4. El arsénico y el medio ambiente

Investigaciones de la agencia para sustancias toxicas y el registro de enfermedades (2005) mencionan que el arsénico ocurre naturalmente en los minerales y en el suelo es por ello que puede entrar con facilidad agua, aire y al suelo en forma de polvo que eleva el viento. Los volcanes forman otra gran fuente de arsénico, también se encuentra agrupado con minerales que se usan para eliminar metales, como es el plomo o cobre y pueden entrar al ambiente cuando estos se funden o se extraen, el arsénico que se encuentra adherido en las partículas del aire puede permanecer muchos días y puede desplazarse en grandes espacios y también muchos compuestos comunes del arsénico se pueden disolver en el agua, es por ello que puede pasar a ríos, lagos y agua subterránea disolviéndose en el agua de lluvia o la nieve.

1.3.5. *Moringa oleifera*

Velázquez Zavala et al (2016) menciona que la *Moringa oleifera* es una planta originaria de la India e introducida al continente americano. Las condiciones climáticas idóneas para su crecimiento es el trópico (< 2000m.s.n.m), pero se adapta fácilmente a cualquier ambiente. En la planta se ha logrado identificar vitaminas, proteínas, aminoácidos, fibras, carbohidratos, aminoácidos y metabolitos secundarios (tocoferoles y carotenos); lo que sustenta su uso parcialmente como alimento para el tratamiento de enfermedades (inflamatorias, nutricionales, cutáneas, gastrointestinales, respiratorias y cardiacas) mejoradora del suelo, sirve como insumo para la industria alimentaria y de cosméticos. También en el tratamiento de aguas contaminadas.

1.3.6. Taxonomía de la *Moringa Oleifera*

Olson y otros (2011) Mencionan que la *Moringa oleifera* (Familia Moringaceae) es una de las trece especies del género *Moringa*, es fácil de identificar ya que su fruto tiene forma de una vaina leñosa y alargada que cuando está en la etapa de maduración, tiende a abrirse en tres válvulas que contiene tres semillas con alas longitudinales. Sus hojas pinnadas tienden a dividirse en folletos dispuestos sobre un raquis. Asimismo, sus flores son zigomorfas, con cinco estambres funcionales, con cinco sépalos, cinco pétalos y varios estaminodios. También tienen inflorescencias axilares y pedicelos. Finalmente, la planta presenta tallos rígidos y raíces tuberosas.

1.3.7. Historia de la *Moringa oleifera*

Cajamar (2016) menciona que el nombre del genero de la *Moringa oleifera* es:

Un vocablo español que proviene de murum-kay, nombre dado por el pueblo tamil a la *Moringa oleifera*. El epíteto específico oleifera, que significa "portador de aceite", hace honor a la capacidad productora de aceite que posee la planta. También menciona que durante mucho tiempo esta planta fue conocida como *Moringa pterigosperma*, epíteto griego que hace referencia a las "semillas aladas". Los primeros datos disponibles sobre la planta se remontan a la época de los cazadores y recolectores del Mesolítico (10000 - 7500 a.C.) donde es citada, con el nombre de sigru o shigru, como una de las veinticinco plantas utilizadas como verduras de hoja. Se tiene constancia de su cultivo en el período 2850 - 2500 a.C. y se cita al sigrukam como un famoso vegetal de la región de Balkh. Sus propiedades medicinales eran conocidas por los sánscritos, al igual que por los antiguos hindúes, quienes lo recogieron en el Ayurveda, y por los egipcios.

1.3.8. Usos de la *Moringa oleifera*

La planta de *Moringa oleifera* tiene la capacidad de desarrollarse en zonas baldíos y suministrar una cobertura arbórea rápida, lo que podría ser una opción para muchos proyectos de reforestación en áreas secas. Posiblemente, también sea un buen cultivo asociado para especies de desarrollo más lento, por su raíz pivotante y profunda y su copa rala. La *Moringa oleifera* la han definido dentro de un grupo de árboles no leguminosos como vegetal promisorio para los sistemas mixtos de corte y acarreo, así como en la formación de barreras cortavientos y cercas vivas por su tenacidad a temporadas de sequía, el control de la erosión del suelo y su capacidad para vegetar en espacios destituidos. (Cajamar, 2016)

Uso de la moringa como biocombustibles

Masjuki, y otros (2014) mencionan que el aceite que contiene las semillas de *Moringa oleifera* se considera una de las fuentes viables para la elaboración de biodiesel, un combustible alternativo para el uso de vehículos motorizados, debido a su baja lubricidad, temperatura y alto índice de viscosidad, todo esto sin tener que cambiar, lo que produce emisiones bajas en dióxido y monóxido de carbono que cumplen las normas ASTM D6751 y EN 14214.

Uso de la moringa como alimento y culinarias

Según Cajamar (2016) en África las ONG promocionan desde la década de los 90 el consumo de *Moringa oleifera* y esto ha logrado que se haga algo tradicional su consumo, es promocionado por el hecho que permite alimentar a muchas personas a un bajo costo y de forma rápida y eficaz; y también en América poco a poco su cultivo empieza a tomar gran importancia. Su estructura nutricional en vitaminas, aminoácidos, micronutrientes es atípica en una planta.

Estudios han revelado que las hojas frescas de moringa poseen cuatro veces más calcio que la leche, cuatro veces más vitamina A que la zanahoria, 3 veces más potasio que los plátanos, 7 veces más vitamina C que las naranjas y 0.75 veces más hierro que la espinaca. De por sí las hojas pueden superar el 30 % como fuente de proteína, esto por su buen sabor y su elevado valor nutricional (supera el 27 % de proteínas, 18 de los 20 aminoácidos y con todos los aminoácidos esenciales, beta carotenos, riboflavinas, minerales y vitaminas A, B y C).

Cajamar (2016) También menciona que podemos consumir como ensalada o en guisos las hojas frescas o secas de la moringa; pero no solo las hojas son comestibles, sino que cuando aún están tiernas sus vainas largas de las variedades verdes (moradas muy fibrosas) también se pueden consumir.

La manera de consumirlas puede ser cocida o a la plancha, cuando aún están tiernas, poseen hasta un sabor muy similar al de los espárragos, sus vainas maduras, peladas, se emplean en guisos. Sus flores además son comestibles lo mismo que las raíces. Muy diferente a otras partes de la moringa, sus semillas son comestibles, aunque son amargas, son oleaginosas y dominan entre 33 y 41 % de un aceite de calidad.

La *Moringa oleifera* como recurso medicinal.

Cajamar (2016) menciona que el consumo de la *Moringa oleifera* ayuda a mejorar problemas como la diabetes, la tensión alta, el colesterol, la artritis, entre otros y todos ellos derivados de una mala alimentación. Este uso medicinal a sido recogido en libros antiguos de farmacia y medicina.

La *Moringa oleifera* como forraje

Las hojas también pueden utilizarse alimento para toda clase de ganado (aumentando su rendimiento, ya sea la obtención tanto de carne como de leche) y, también, para aves y peces. (Cajamar , 2016).

1.3.8.1. Tratamiento de aguas con *Moringa oleifera*.

Según Bichi (2013) el polvo de las semillas, con o sin cascara, presenta un efecto desinfectante, floculante, coagulante y suavizador de agua. También menciona que se ha logrado identificar un gran potencial en las semillas de *Moringa oleifera* como ablandadoras del agua y esto repercute directamente en la reducción en el nivel de alcalinidad, es muy necesario y primordial cuando se persiguen objetivos de tratamiento de aguas. Por otro lado hace mención que muchos investigadores han identificado a las semillas de esta planta como un agente antimicrobiano activo.

Velázquez et al (2016) menciona que:

Las semillas que tiene la *Moringa oleifera* también se usa para la exclusión de turbidez, hermitos, color, microorganismos fecales y bacterias como la E. Coli. sin embargo su eficiencia es menor que algunos coagulantes comerciales como el sulfato de aluminio y el sulfato ferrico, pero su bajo valor y su alto nivel de biodegradabilidad lo convierte en un gran potencial en países en desarrollo.

Sánchez et al (2010) dice que “la seguridad como coagulante es mejor a mayor nivel de turbidez y que puede utilizarse en la purificación de aguas de río con sólidos suspendidos y aguas subterráneas contaminadas por distintas fuentes”

Por otro lado, Pritchard et al (2010) menciona que en “medio alcalino y temperaturas altas remueve calcio, magnesio, hierro, manganeso, aluminio cadmio nitratos colorantes textiles Nitrobenceno y surfactantes aniónicos como detergentes”.

Kalavathy y Miranda (2010) expone que para la limpieza del agua otras partes de la planta lo podrían facilitar, como la corteza, ya que mediante esta se ha conseguido remover Ni, Pb, Ca, Na, K y Mg; con la hoja también se ha logrado quitar el plomo y el mezclado con carbón activado se ha utilizado en la remoción de Cu, Zn y Ni

Los investigadores Gonzales et al (2006) detallan unas comparaciones del resultado obtenido por ellos y los resultados dados por otros investigadores, en los cuales se pudo observar que, en las dos horas de tratamiento, el porcentaje de remoción bacteriana empleando el exudado gomoso de *Samanea saman* fue parecido al logrado con las semillas de *M. oleífera* (90 a 99.9%).

1.3.9. proceso de Coagulación – floculación.

Unda (1976) citado por Molano (2016) menciona que la simulación de los procedimientos de coagulación – floculación y sedimentación se lleva a cabo a través de la prueba de jarras, este es un método experimental que se usa para determinar la dosis eficiente de coagulante y obtener los mejores resultados en el proceso de sedimentación.

También nos dice que la prueba de jarras, es un equipo que está compuesto por paletas que giran dentro de seis vasos a una velocidad controlable, en la cual se le aplica diferentes cantidades de agente coagulantes a las jarras que contienen nuestras muestras de agua, el procedimiento es bastante sencillo ya que solo se debe agregar sustancias coagulantes, luego hacer girar las paletas a una velocidad elevada por un corto tiempo y luego se disminuye la velocidad para tener una suave turbulencia por un mayor tiempo prolongado. Por último, el proceso termina dejando sedimentar el agua para posteriormente hacer un análisis respectivo y determinar la cantidad idónea de coagulante a utilizar.

1.3.9.1. Coagulación.

Pomalaza y Rivera (2016) alude que la coagulación es un proceso de descompensación química de las partículas coloidales que se originan al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por acción de los coagulantes químicos o naturales y la aplicación de las revoluciones de mezclado.

1.3.9.1.1. Factores que influyen en la coagulación

Según Pomalaza Bacilio & Victoria Rivera (2016) que con la finalidad de mejorar el procedimiento de coagulación, es preciso tener en cuenta los siguientes factores:

- pH
- Sales disueltas
- Condiciones de mezcla
- Tipos de mezcla
- Turbiedad
- Temperatura
- El color
- Tipo de coagulante a utilizar

1.3.9.2. Floculación

Investigaciones de Pomalaza y Rivera (2016) manifiestan que después de la coagulación sigue un proceso denominado floculación, este proceso consiste en que la masa coagulada sea agitada, porque esto accede el desarrollo y aglomeración de los floculos que recién se han formado, permitiendo ser sedimentado con facilidad por el aumento del peso y su tamaño. La floculación por mesclado lento permite juntar poco a poco los floculos.

Por otro lado, investigaciones de Godé (1983) citado por Molano (2016) afirman que se están dando mejores rendimientos en los tratamientos de agua debido a la composición de las sales metálicas con los polímeros, a comparación de los que se obtenían cuando solo se aplicaban sales metálicas. Además, nos explica que la floculación se encuentra condicionada por muchos factores para poder lograr la separación de la fase sólido/líquido, de los cuales algunos factores son la cantidad óptima del polímero; la apropiada agitación, entre otros.

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida la utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante influye en la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Mórrope, 2018?

1.5. Justificación del estudio

Justificación técnica

La elaboración de este proyecto, permitirá brindar una solución aplicando el polvo de semillas de *Moringa oleifera* como coagulante natural para descontaminar el agua con arsénico del Centro Poblado Cruz del Medano de Mórrope, que se utiliza para uso diario. Para ello se identificará la cantidad de arsénico presente en el agua de los pozos, posteriormente se aplicará un tratamiento con el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* y finalmente se verá la efectividad del coagulante en la remoción de arsénico. Estos resultados servirán como antecedente para futuras investigaciones de similares características.

Justificación ambiental

El agua es un recurso vital para poder vivir y llevar acabo las diversas ocupaciones por lo tanto todos nosotros tenemos el derecho de gozar de un agua de buena calidad, que nos brinde beneficios para la salud, para nuestra agricultura, ganadería entre otros.

La contaminación del agua por metales y semimetales pesados es un problema ambiental que inquieta al mundo entero, ya que repercute en la salud de los ciudadanos que están expuestos a consumir agua contaminada, problemática que nuestro país no es ajeno a ello, esto lo manifiesta el ministerio de salud.

Justificación social

En esta investigación se busca obtener una dosis económica y accesible para los pobladores de remover el As presente en el agua de Mórrope, este eleva las probabilidades de contraer cáncer a la piel, pulmones, hígado, riñones y otras enfermedades a la piel (OMS, 2017). Esta agua es utilizada para consumo humano, debido a que el agua potable es escasa e incluso no tienen acceso a ella, es por eso que se tiene la necesidad de recurrir a este recurso, la gente lo viene consumiendo desde hace mucho tiempo atrás y ya se han presentado pacientes con enfermedades a causa del arsénico presente en el agua que en esta localidad excede en la concentración de su parámetro hasta en 10 veces.

Esto permitió brindar una posible solución para la comunidad de Mórrope ya que se trató de remover el arsénico que se encuentra presente en el agua de estos pozos para uso humano, aplicando el polvo de semillas de *Moringa oleifera* como coagulante natural.

1.6. Hipótesis

La utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante permitirá la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Mórrope, 2018.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivo general

Determinar que la utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante permite la remoción del arsénico en el agua de pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Mórrope.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de arsénico presente en el agua de pozos del centro poblado Cruz Del Medano del distrito de Mórrope mediante el análisis de Laboratorio.
- Aplicar el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* en las aguas contaminadas de Arsénico.
- Evaluar la remoción de arsénico en el agua de los pozos luego de aplicado el polvo de las semillas de *Moringa oleifera*.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Esta investigación se enmarco dentro de la investigación aplicada ya que busca solucionar problemas en la sociedad, donde esta investigación permitirá determinar la remoción del arsénico en el agua de los pozos en el distrito de Mórrope.

El diseño del estudio elegido será el diseño Pre-experimental, donde Hernández (2014) señala que “a un grupo se le destina una prueba previa experimental y después se le dispone el estímulo y finalmente se le designa una prueba posterior para determinar el efecto del tratamiento”.

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

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

Dónde:

GE = Grupo experimental

O1 = Pre-test

X = Aplicación de *Moringa oleifera*

O2 = Post-test

2.2 Variables, operacionalización:

2.2.1. Variables

- a. **Variable independiente:** Dosis de *Moringa oleifera*.

Definición conceptual:

Según Velázquez et al (2016) menciona que “la *Moringa oleifera* es un árbol originario de la India e introducido al continente americano y las condiciones climáticas idóneas para su crecimiento es el trópico (< 2000m.s.n.m), pero se adapta fácilmente a cualquier ambiente”.

Definición operacional:

Se consideró aplicar seis tratamientos con diferentes dosis en g/L de concentración D1: 1 g/L, D2: 3 g/L, D3: 5g/L, D4: 7g/L, D5: 9g/L, D6: 11 g/L de semillas de *Moringa oleifera* trituradas a las aguas de pozo del centro poblado cruz del Medano del distrito de Mórrope a 200 rpm por un tiempo de 30 minutos y 100 rpm por 15 minutos, a pH 4, que posteriormente será regulado a pH 7 usando hidróxido de sodio al 20 %.

b. Variable dependiente: Remoción de Arsénico.

Definición conceptual:

Esparza (2006) menciona que “la remoción en el agua con arsénico se logra a través de una combinación adecuada de procesos continuos: coagulación-floculación-sedimentación y filtración”.

Definición operacional:

Para la remoción de arsénico se utilizó la *Moringa oleifera*, que al entrar en contacto con el agua y el arsénico se coagula y forma floculo, que al dejar sedimentar estos serán depositados en la base de la prueba de jarras, finalmente para la separación de este floculo se procederá a realizar el proceso del filtrado. La remoción de arsénico del agua será medida por el Arsenic test marca MQuant TM.

2.2.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medición	Escala de medición	
VI: Utilización de la <i>Moringa oleifera</i>	Polvo de semilla de <i>Moringa oleifera</i>	Dosis	g/L	Razón	
		Tamaño de partícula	mm	Razón	
VD: Remoción de Arsénico	Parámetros químicos	pH	Número	Intervalo	
		Remoción	Porcentaje de remoción	%	Razón
		Velocidad de agitación	Revoluciones por minuto	rpm	Razón
		Cantidad de arsénico	Pruebas de colorimetría	ppm	Razón

Fuentes: elaboración propia

2.3. Población, muestra y localización

2.3.1. Población

El INEI (2006), refiere que la población “es cualquier grupo de unidades o elementos claramente definido, en el espacio y el tiempo”. De acuerdo a ello, el presente trabajo de investigación tiene como población el agua de 2 pozos ubicados en el centro poblado Cruz del Medano de Mórrope, Lambayeque.

2.3.2. Muestra

Para la elección de la muestra se consideró la misma de la población, es decir 2 pozos de las cuales se determinó 7 litros de cada pozo que hacen un total de 14 litros.

2.3.3. Localización

El presente proyecto se localiza en el C.P Cruz del Medano del distrito de Mórrope. El clima que presenta el distrito en la franja costera es de tipo desértico Sub-tropical, templado. Posee temperaturas máximas promedio anuales de 26.6 °C y mínimas anuales de 17.9°C.



Fuente: Google maps.

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Barrera (2000), las técnicas de recolección de datos perciben procedimientos y actividades que le permitan al investigador conseguir la indagación necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación.

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 utilizará el Fichaje textual; que consiste en copiar textualmente la fuente tal como está en el libro. También se tendrá 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 la remoción del arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano 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 de la muestra escogida, luego se aplicó el polvo de semillas de *Moringa oleifera* y finalmente se realizó un Post análisis del agua, para conocer el efecto ocurrido durante el proceso de investigación.

2.4.2. Validez y 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 esta investigación se utilizará la Estadística Descriptiva e Inferencial apoyado por el Microsoft Excel. El análisis de información se realizará usando el análisis cuantitativo mediante el trabajo estadístico. Así mismo se tendrá en cuenta tablas y figuras estadísticas para exponer los datos que se obtendrán al aplicar los instrumentos de recolección, y la posterior aplicación de los siguientes estadígrafos.

2.6. Aspectos éticos

Para los procesos de la presente investigación fue necesario 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

3.1. Nivel de arsénico en el agua

Se logró determinar el contenido de arsénico presente en el agua de pozos del Centro Poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope mediante el análisis de Laboratorio, en el cual el pozo N°1 tuvo una cantidad inicial de 0.10 mg/L As mientras que el pozo N° 2 tuvo una cantidad de 0.05 mg/L As.

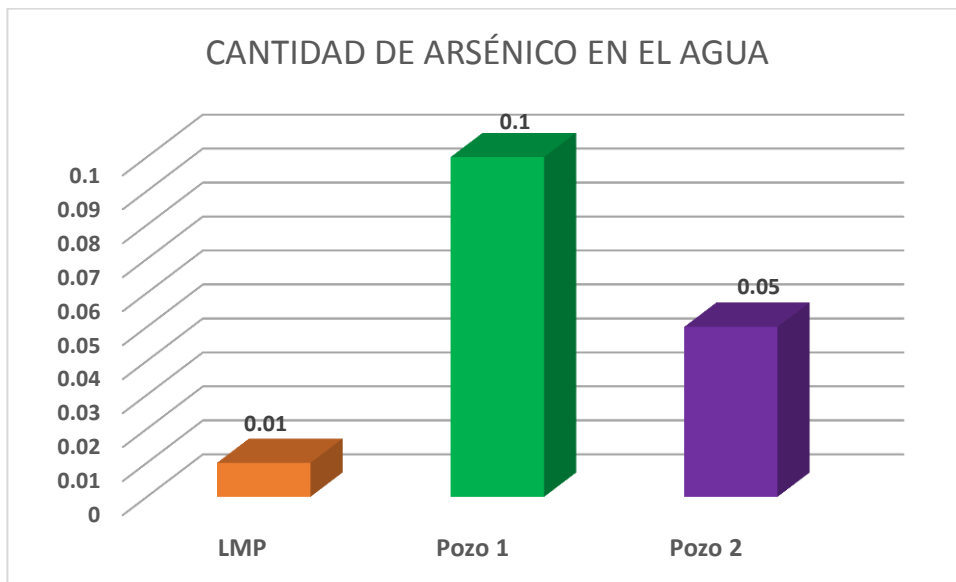
Tabla 2: Análisis de arsénico

Contaminante	Límite máximo permisible (LMP)	Unidad de medida	Resultados obtenidos en los Pozos	
			Pozo 1	Pozo 2
Arsénico	0.010	Mg /L	0.10	0.05

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N. ° 2 se muestran los resultados de los análisis realizados a las aguas con Arsénico (As) de los pozos del C. P Cruz del Medano del Distrito de Mórrope donde se determinó que el agua del pozo N°1 excede hasta 10 veces al límite máximo permisible (LMP) y el pozo N° 2 excede hasta en 5 veces más. Para determinar ello se utilizó el Arsenic test marca MQuant TM, que establece semicuantitativa mente por comparación visual en el área de reacción de la prueba de ensayo con las zonas de una escala colorimétrica.

Figura 1 Cantidad de arsénico (As) en el agua de los pozos.



Fuente: tabla N° 2

En la gráfica N° 01 se observa el análisis al agua de pozos donde se muestra que el LMP según el MINAM es 0,01mg/L As, también se puede apreciar que la concentración del pozo N° 01 es 0,10 mg/l lo cual excede hasta en 10 veces más el LMP, mientras que los resultados del pozo N° 02 fueron 0,05 mg/l también excede el Límite Máxima Permisible (LMP) hasta en cinco veces más, pero a comparación del pozo N°01 esta agua tiene menor concentración de arsénico. Por lo tanto, se procedió a trabajar con el pozo que tiene mayor concentración de arsénico, en este caso el pozo N° 01 con 0.10 mg/l As.

3.2. Tratamiento del agua

Se aplicó el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* en las aguas contaminadas de Arsénico y la dosis optima la fue la D5 con una dosis de 9g, removi6 a 0.010 ppm.

Tabla 3: Dosis de *Moringa oleifera* aplicadas en el equipo “pruebas de jarras”.

Dosis	Parámetro	Resultados	Unidad	Equipo	
D1	1 g	Concentración de arsénico (As)	0.05	Ppm	Arsenic test (colorimetría)
D2	3 g	Concentración de arsénico (As)	0.05	Ppm	Arsenic test (colorimetría)
D3	5 g	Concentración de arsénico (As)	0.025	Ppm	Arsenic test (colorimetría)
D4	7 g	Concentración de arsénico (As)	0.025	Ppm	Arsenic test (colorimetría)
D5	9 g	Concentración de arsénico (As)	0.010	Ppm	Arsenic test (colorimetría)
D6	11 g	Concentración de arsénico (As)	0.010	Ppm	Arsenic test (colorimetría)

Fuente: elaboración propia

Resultados obtenidos de los tratamientos aplicados con diferentes dosis de *Moringa oleifera* a la muestra de agua del pozo N° 1, en la cual, las dosis D1 y D2 removieron el arsénico a 0.05 ppm, mientras que las dosis D3 y D4 removieron el arsénico a 0.025 ppm y las dosis D5 (9 g/L) y D6 (11 g/L) removieron el arsénico a 0.010 ppm. A partir de esto se puede ver que la dosis más efectiva fue la D5 (9 g) ya que removi6 a 0.010 ppm con tan solo 9g de *Moringa oleifera*. Cabe mencionar que se tuvo que bajar el pH de 7.3 a pH 4.

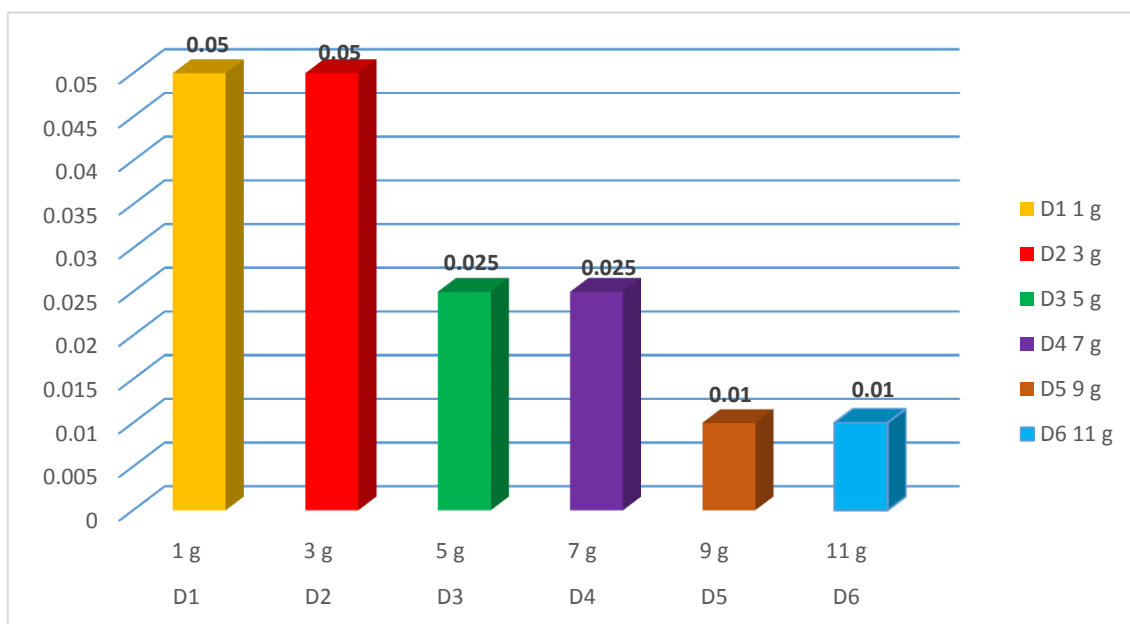
Tabla 4: Límite máximo permisible del parámetro arsénico.

Parámetro	LMP	Dosis	Resultado
As	0.01 mg/L	D5 y D6	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°4 se muestra el límite máximo permisible (LMP) 0.01 mg/L de arsénico en el agua, también se puede afirmar que en la presente investigación la D5 (9 g/l) y D6 (11 g/l) cumple con el LMP.

Figura 2: Cantidad de arsénico en el agua tratada con *Moringa oleifera*



Fuente: Tabla N° 3.

En la figura N° 2, se aplicaron un total de 6 diferentes dosis de coagulante de *Moringa oleifera*.

Los resultados logrados en las muestras de agua de pozo fueron los siguientes:

En la primera dosis de 1g dio como resultado 0.05 ppm As

En la segunda dosis de 3g dio como resultado 0.05 ppm As

En la tercera dosis de 5g dio como resultado 0.025 ppm As

En la cuarta dosis de 7g dio como resultado 0.025 ppm AS.

En la quinta dosis de 9g dio como resultado 0.01 ppm As.

En la sexta dosis de 11g dio como resultado 0.01 ppm As

Lo cual la dosis indicada es la D5 con 9gramos de polvo de semillas de *Moringa oleifera*.

Tabla 5: Resultados final del potencial de hidrogeno

Numero de tratamientos	Parámetro	Resultados	Unidad	Equipo
Pc	Potencial de hidrogeno	7.807	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D1	Potencial de hidrogeno	7.396	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D2	Potencial de hidrogeno	7.386	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D3	Potencial de hidrogeno	7.299	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D4	Potencial de hidrogeno	7.375	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D5	Potencial de hidrogeno	7.389	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)
D6	Potencial de hidrogeno	7.391	pH	pHMETRO(BUFFER 7,4,1, 10.1)

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla N° 5 se realizaron un total de siete análisis del potencial de hidrogeno (pH) a las muestras del agua después de haber removido el arsénico usando el polvo de semillas de *Moringa oleifera* como coagulante natural, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: la prueba control fue 7.80, mientras que para la D1 fue 7.396, la D2 fue 7.386, la D3 fue 7.299, la D4 fue 7.375, la D5 fue 7.389, finalmente la D6 fue 7.391. Esto se realizó utilizando el equipo pHMETRO (BUFFER 7, 4,1, 10.1).

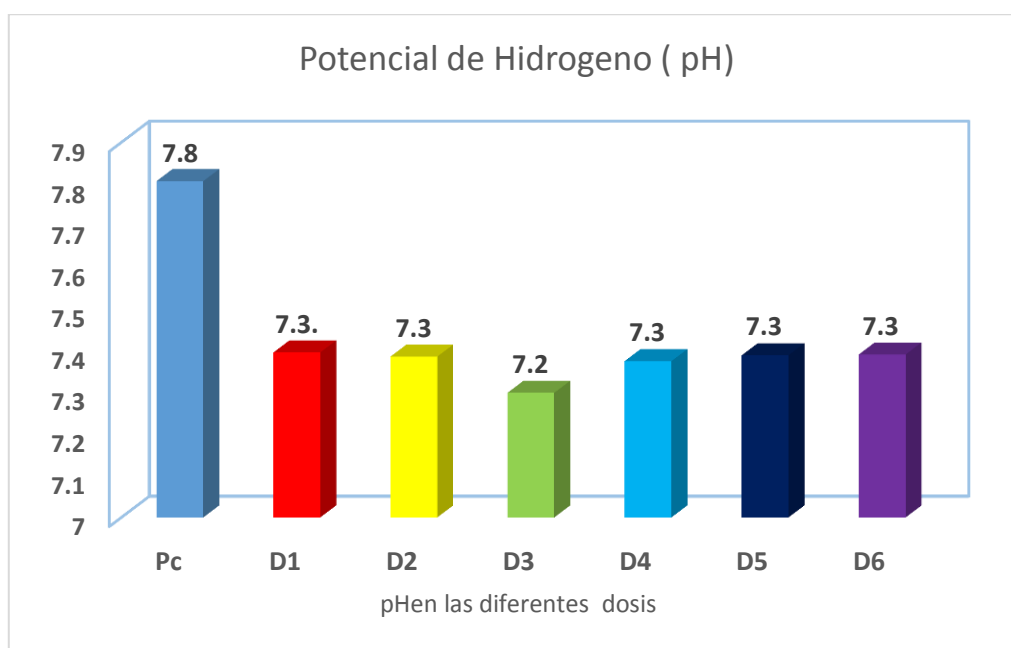
Tabla 6: Límite máximo permisible del parámetro pH.

Parámetro	LMP	Resultado
Ph	6,5 - 8,5	Cumple

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación: En la tabla N° 6 se muestran los LMP 6,5 - 8,5 de pH en el agua para consumo de las personas, a partir de esto se puede concluir que el pH de esta agua tratada se encuentra dentro de los LMP.

Figura 3: Potencial de hidrogeno después del tratamiento.



Fuente: *Tabla N° 5.*

Interpretación: En la figura N°3 se muestran los resultados obtenidos en los tratamientos y comparados con el límite máximo permisible (LMP), se determinó que el pH en la muestra del agua del pozo N° 01 del centro poblado Cruz del Medano está dentro del Límite Máximo Permisible según D.S N° 03-2010-SA del MINSA

3.3. Porcentaje de remoción

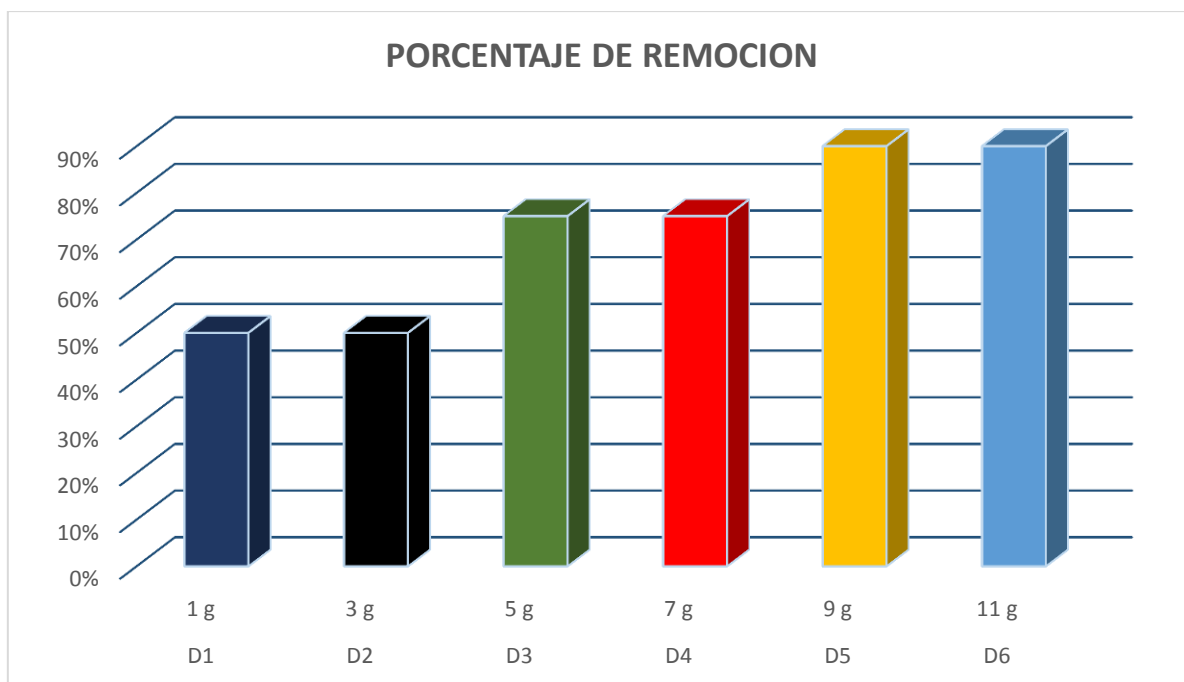
- Se evaluó la remoción de arsénico en el agua de los pozos, luego de aplicado el polvo de las semillas de *Moringa oleifera*.

Tabla 7: porcentaje de remoción en cada dosis aplicada

	Tiempo de coagulación (min)		Dosis	Parámetro	Equipo	Porcentaje de remoción
	Rápida	Lenta				
D1	30	15	1 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	50%
D2	30	15	3 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	50%
D3	30	15	5 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	75%
D4	30	15	7 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	75%
D5	30	15	9 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	90%
D6	30	15	11 g	Concentración de arsénico (As)	<i>Arsenic test (colorimetría)</i>	90 %

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Porcentaje de remocion de arsenico en cada dosis de *Moringa oleifera*



Fuente: Tabla N° 7.

Interpretación: En la figura N° 4, se aplicaron un total de 6 diferentes dosis de coagulante. Los resultados obtenidos en cuanto a porcentaje de remoción (%) de arsénico en las muestras del agua de pozo. En la primera dosis de 1g se obtuvo un 50% de de remoción. En la segunda dosis de 3g se obtuvo un 50% de remoción. En la tercera dosis de 5g, se obtuvo un 75% de remoción. En la cuarta dosis de 7g, se obtuvo un 75% de remoción. En la quinta dosis de 9g, se obtuvo un 90% de remoción. En la sexta dosis de 11g, se obtuvo un 90% de remoción. A partir de esto se puede decir que las dosis con mayor porcentaje de remoción fueron los dosis (D5, 9g) y la dosis (D6, 11g).

Cálculo del porcentaje de remoción:

Formula:

$$R = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

Dónde: E = Remoción

S₀ = concentración inicial

S = concentración final

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 1 (D1)

$$R = \frac{0.10 - 0.05}{0.10} \times 100$$

$$R = 50 \%$$

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 2 (D2)

$$R = \frac{0.10 - 0.05}{0.10} \times 100$$

$$R = 50 \%$$

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 3 (D3)

$$R = \frac{0.10 - 0.025}{0.10} \times 100$$

$$R = 75 \%$$

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 4 (D4)

$$R = \frac{0.10 - 0.025}{0.10} \times 100$$

$$R = 75 \%$$

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 5 (D5)

$$R = \frac{0.10 - 0.010}{0.10} \times 100$$

$$R = 90 \%$$

Cálculo del porcentaje de remoción de la Dosis 6 (D6)

$$R = \frac{0.10 - 0.010}{0.10} \times 100$$

$$R = 90 \%$$

IV. DISCUSIÓN.

Mendoza (2018) en su investigación “biosorción de arsénico con semilla de *Moringa oleifera*” utilizó cuatro diferentes dosis: 0.937 (T1), 1.407 (T2), 1.974 (T3) y 3.948 (T4) en gr L-1 de agua. Llega a la conclusión que la mejor remoción de As en el agua tratada fue agregando una dosis de 3.948 gr L-1 de semilla de *Moringa oleifera*, mientras que en la presente investigación se aplicó seis diferentes dosis en g/L de concentración D1: 1 g/L, D2: 3 g/L, D3: 5g/L, D4: 7g/L, D5: 9 g/L, D6: 11 g/L de semillas de *Moringa oleifera*, y la mejor remoción fue la dosis T5 con tan solo 9 gramos de *Moringa oleifera*. Se corrobora el resultado del trabajo de Mendoza (2018), ya que en mi investigación la D2 con 3gramos de semillas de *Moringa oleifera* también removió arsénico.

Herrera y otros, (2017) en su investigación en la que evalúa la efectividad de la semilla de Teberinto para la remoción de arsénico y plomo donde concluye que las concentraciones de As se disminuyen hasta en un 82.11%. En la presente investigación se usó el mismo coagulante natural y se obtuvo un porcentaje de remoción del 90% de arsénico, a partir de ello podemos decir que los resultados son semejantes y se corrobora la efectividad de la *Moringa oleifera* como coagulante natural para la purificación de agua con metales pesados.

Rusfato (2017) en su investigación para la remoción de arsénico del agua del río Tingo en la provincia de Hualgayoc empleó los coagulantes químicos sulfato de aluminio y cloruro férrico, los resultados que se obtuvieron con el primer coagulante fue que removió el arsénico hasta los 0.025 mg/l, con los pH 3.36 y 3.33, Con las concentraciones 40g y 50g, mientras que con el segundo coagulante, el arsénico se removió en su totalidad 0.0 mg/l, pH 2.24, 2.20 y 2.19, 8.20. Mientras que en la presente investigación no se utilizaron coagulantes químicos, por el contrario, se utilizó un coagulante natural y se obtuvo una eficiencia de remoción hasta de un 90%, llegando a obtener una concentración de 0.01mg/l As, con 11 gramos de *Moringa oleifera* y demás el pH se trabajó casi de manera similar. Esto me lleva decir que las dosis cinco (D5: 9g/l) y la dosis seis (D6: 11g/l) de *Moringa oleifera* fueron más eficiente en la remoción de arsénico que el sulfato de aluminio.

V. CONCLUSIONES

Se determinó el contenido de arsénico presente en las aguas de los pozos, en la cual en la muestra del pozo N°1 se encontró 0.10 mg/L As, mientras que en la muestra del pozo N° 2 se encontró 0.05 mg/l As, por lo tanto se concluye que estas aguas del centro Poblado Cruz del Medano del distrito de Mórrope no se encuentran en condiciones para el consumo de las personas debido que exceden hasta en 10 y 5 veces más el LMP (0.010 mg/l)

Se aplicó el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* a las aguas contaminadas con Arsénico utilizando las siguientes dosis D1: 1 mg/L, D2: 3 mg/L, D3: 5mg/L, D4: 7mg/L, D5: 9 mg/L, D6: 11 mg/L, en la cual según el test arsenic marca MQuant TM que determina semicuantitativa mente por comparación visual en la zona de reacción de la tira de ensayo con las zonas de una escala colorimétrica, la dosis cinco (D5: 9g/l) y la dosis seis (D6: 11g/l) redujeron el nivel de arsénico a 0.010 mg/l As.

Se evaluó la remoción de As al agua de los pozos, luego de haber aplicado el polvo de semillas de *Moringa oleifera*, en la cual se alcanzó un porcentaje de remoción del 90% en la dosis cinco (D5: 9g/l) y la dosis seis (D6: 11g/l), con esto permite que el agua esté dentro del estándar de calidad ambiental.

VI. RECOMENDACIONES

A las autoridades del centro poblado Cruz del Medano, utilizar la *Moringa oleifera* como un coagulante para la remoción de arsénico de los pozos que sirven como fuente de consumo de los pobladores.

A las autoridades de la municipalidad distrital de Mórrope deben dotar de agua potable a la población del centro poblado Cruz del Medano y con ello evitar posibles enfermedades de las personas por el consumo de aguas de los pozos que contienen arsénico.

Se sugiere realizar una siembra de *Moringa oleifera* con el fin de proveer de dicho recurso vegetal, fundamental para la purificación de aguas contaminadas con arsénico.

Se recomienda diseñar e implementar una planta de tratamiento de agua, de tal manera que se pueda aplicar el coagulante de *Moringa oleifera* para un volumen adecuado.

Se sugiere a los estudiantes e investigadores en ingeniería ambiental y carreras afines continuar estudios sobre la utilización de coagulantes orgánicos para la remoción de arsénico, de tal manera que no perturben la salud de las personas que la utilizan.

REFERENCIAS

- ❖ ACEBEDO, Yuly . Eficiencia de la semilla marango (*Moringa oleifera*) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Paccha, Jauja, Junín, 2016. Ingenierías , Universidad César Vallejo . Lima : S.D, 2016. Tesis. S.D.
- ❖ Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades . Resúmenes de Salud Pública - Arsénico (Arsenic). [En línea] 2005. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html.
- ❖ BANUS, Maria del Carmen y BERTRAN, Carlos. ELEMENTALWATSON "LA REVISTA" . 1, Buenos Aires : s.n., 2010 . 1853-032x.
- ❖ BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación. s.l. : Shalom, 2008.
- ❖ BERNAL, Cesar.. Metodología de la investigación. Tercera. Colombia : Pearson, 2010.
- ❖ BICHI, Mustapha . Una revisión de las aplicaciones del extracto de semillas de *Moringa oleifera* en el tratamiento de agua. 2013.
- ❖ BOKOVA, Irina. Agua limpia para un mundo sano . 2010 .
- ❖ CAJAMAR . ADN agro. Ficha de transferencia . [En línea] Julio de 2016. [Citado el: 28 de Mayo de 2018.] <https://www.grupocooperativocajamar.es/recursos-entidades/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/formacion/materiales-y-documentos/020-moringa-v3-1476963334.pdf>.
- ❖ CAMASCA, Luis (2018). Agua contaminada pone en emergencia a Mórrope. Correo.
- ❖ CASTRO DE ESPARZA, Maria Luisa. Remoción del arsénico en el agua para bebida y biorremediación de suelos. Lima : S.D, 2006. S.D.
- ❖ ESTRADA, alonso. “Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento. Trujillo : s.D, 2016. pág. 46, TESIS .
- ❖ FLORES, Mauro. Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso. Lima : s.D, 2016. S.D.

- ❖ GONZALES, Luis; TABUENCA, Raul y NAVARRETE, Jaime. contaminación por arsénico en aguas de bangladesh. s.d : s.d, 2018.
- ❖ HERNANDEZ, Edgardo. Importancia Del Agua para los seres Vivos . Buena Aires : s.n., 2010 .
- ❖ HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. Sexta. Mexico : McGraw-Hill, 2014.
- ❖ HERRERA, Meliza; RIVAS, Helen y VENTURA, Gabriela. Evaluación de la efectividad de la semilla de Teberinto (*Moringa oleifera Lam.*) como método de remoción de arsénico y plomo en agua para consumo humano. Departamento De Química Agrícola, Universidad De El Salvador. El Salvador : S.D, 2017. pág. 79 , Tesis .
- ❖ HURTADO de Barrera, Jacqueline. Metodología de la Investigación Holística. Tercera. Caracas : Fundación Sypal, 2000.
- ❖ ISIDRO, Melon. Caracterizacion fisicoquimica de la *Moringa oleifera*. Trujillo : s.n., 2017. Tesis .
- ❖ MASJUKI , Bin Hassan, y otros. Evaluación comparativa de rendimiento y características de emisión de biodiesel a base de aceite de palma y *Moringa oleifera* en un motor diesel. ScienceDirect. [En línea] Febrero de 2014. [Citado el: 19 de Noviembre de 2018.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669013006882#!>.
- ❖ MEDINA, Pizzali; ROBLES, María y otros. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. 1, Peru : s.n., Enero de 2018, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, Vol. 35, págs. 93-112 . ISSN 1726-4634.
- ❖ MENDOZA, Hector. biosorción de arsénico con semilla de *Moringa oleifera*. división de carreras agronómicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio. Mexico : s.D, 2018. Tesis. s.D.
- ❖ MONTENEGRO, Yomaira (2016). Efecto de dos distancias de siembra y dos dosis de Algas Marinas, en el cultivo de Frejol Caupi (*Vigna unguiculata L.*). Guayaquil : s.n.

- ❖ MUÑOZ , Fabian; LONDOÑO, Luis y LONDOÑO, Tatiana. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. . II, Julio de 2016, Vol. 14, págs. 145-153.
- ❖ LA VERDAD (2018). GERESA ratifica que mórrope consume agua con Arsénico. Chiclayo : s.n.
- ❖ LENNTECH. LENNTECH VB. Tratamiento y purificación del agua. [En línea] Copyright © 1998-2018, 2018 . [Citado el: 23 de Mayo de 2018.] <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/as.htm>.
- ❖ LÓPEZ, Jhanet y QUIÑONES, Laura. “Estudio del mercado norteamericano para la comercialización de *Moringa oleifera* Lam. como producto nutracéutico”. Chiclayo : s.n., 2013. tesis.
- ❖ LOSADA, Leidy; ARTUNDUAGA, Oscar y SOTTO, Mayra. Colombia : s.D, 2015, pág. 14.
- ❖ OLSON , Mark . *Moringa oleifera*: un arbol multiusos para las zonas tropicales secas. Mexico : S.D, 2011. S.D.
- ❖ Organizacion Mundial de la Salud (2004). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública.
- ❖ Organizacion Mundial De La Salud (2017). Arsenico. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. [En línea] S.D, 22 de Noviembre de 2017 . [Citado el: 8 de Mayo de 2018.] <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>.
- ❖ PALACIOS , Òscar y CAPDEVILA, Mercè. 3.04 - Toxicology (Pb, Hg, Cd, As, Al, Cr, and Others). . 2013, Vol. III. ISBN 9780080977744.
- ❖ PÉREZ, Arturo; SÁNCHEZ, Tania; ARMENGOL, Nayda y REYES, Flor. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, lamark. Una alternativa para la alimentación animal . 4, Cuba : s.n., 2010, Vol. XXXIII. ISSN 0864-0394.
- ❖ POMALAZA, Fannie y VICTORIA Rosmery. Optimizacion del metodo de coagulacion-floculacion para la remocion de arsenico de fuentes de agua potable

- empleando sulfato de aluminio tipo A. Universidad Nacional del Centro del Peru . Huancayo : s.n., 2016. pág. 83, Tesis .
- ❖ RIVERA, Ana. "Uso DE *Moringa oleifera* Y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martín De Porres – Lima 2017". Lima : s.n., 2017. Tesis .
 - ❖ RUFATO, Elsa. Coagulantes para la remocion de arsenico del agua del rio tingo de la provincia de Hualgayoc. Universidad César Vallejo . Chiclayo : s.n., 2017. pág. 70, Tesis .
 - ❖ SARCO, Lisbeth (2015) . Efecto de la aplicación foliar de fossil shell agro en el cultivo de Frejol Caupi (*Vigna unguiculata* L.).
 - ❖ VÁZQUEZ, Flor. biosorción de arsénico por hoja de *Moringa oleifera*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mexico : s.n., 2016. pág. 70, Tesis pregrado .
 - ❖ VELÁZQUEZ, Minerva, y otros. *Moringa (Moringa oleifera Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine*. 2, Mexico : s.n., Mayo de 20016, Revista Chapingo Serie Horticultura, Vol. XXII, págs. 95 -116 . ISSN: 1027-152X.

ANEXOS

Anexo 1: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Imagen 1: Decreto supremo N° 031–2010–sa.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Fuente: Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano.

Anexo 2: resultados de los análisis del potencial de hidrogeno (pH)

Validación de resultados del Potencial de hidrogeno (pH)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis Químico
USUARIO : Henry Ricardo Aguilar Díaz
N° DE MUESTRA : 07
TIPO DE MUESTRA : Agua subterránea
FECHA DE EMISIÓN : 21 de Noviembre del 2018

RESULTADOS

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
PC	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.807	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T1	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.396	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T2	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.386	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T3	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.299	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T4	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.375	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T5	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.389	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
T6	POTENCIAL DE HIDRÓGENO	7.391	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)

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

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Henry Ricardo Aguilar Díaz
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA
UCV CHICLAYO
COORDINACIÓN
DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#salizadelante
ucv.edu.pe

Anexo 3: resultados de los análisis del Arsénico.

Validación de resultados de análisis de Arsénico

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis Químico
USUARIO : Henry Ricardo Aguilar Diaz
N° DE MUESTRA : 07
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	CONCENTRACIÓN DE AS	0.05	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T2	CONCENTRACIÓN DE AS	0.05	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T3	CONCENTRACIÓN DE AS	0.025	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T4	CONCENTRACIÓN DE AS	0.025	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T5	CONCENTRACIÓN DE AS	0.010	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)
T6	CONCENTRACIÓN DE AS	0.010	ppm	ARSENIC TEST (COLORIMETRÍA)

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


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

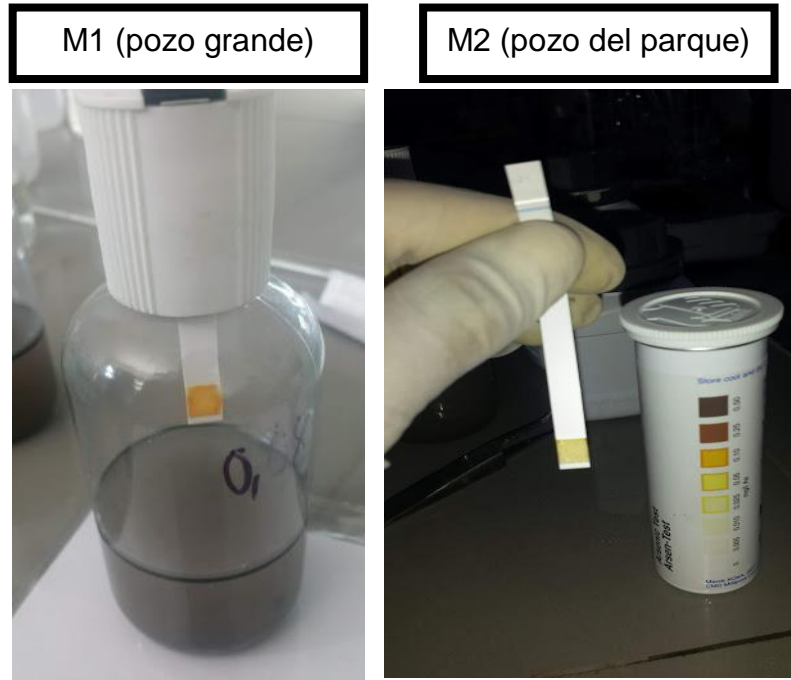

UCV CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Anexo 4: Proceso del desarrollo del trabajo de investigación

Imagen 2 Análisis de arsénico (As) en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano



Preparación del coagulante

Imagen 3 Pesado de *la Moringa oleifera* con cascara.

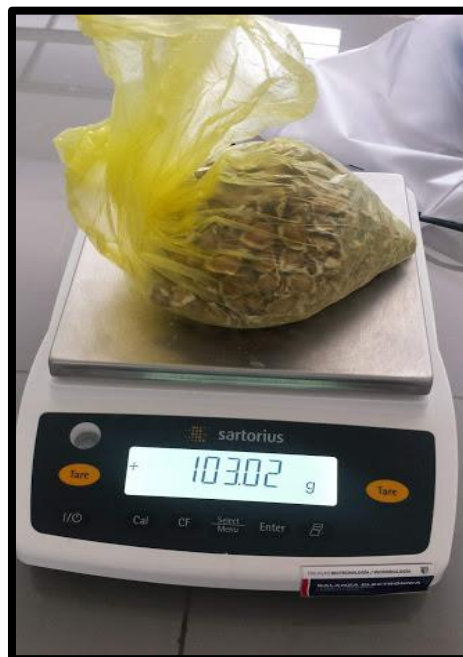


Imagen 4 Triturado de semillas de *Moringa oleifera*



Imagen 5 Coagulante en Polvo de semillas de *Moringa oleifera*



Recojo de muestras de agua

Imagen 6 pozo grande (muestra N° 01)



Imagen 7 pozo del parque, extracción de la (muestra N° 02.)



Imagen 8 Muestras Recogidas de los dos pozos



Realización del análisis de la prueba control

Imagen 9 Medición del pH de las muestras de agua

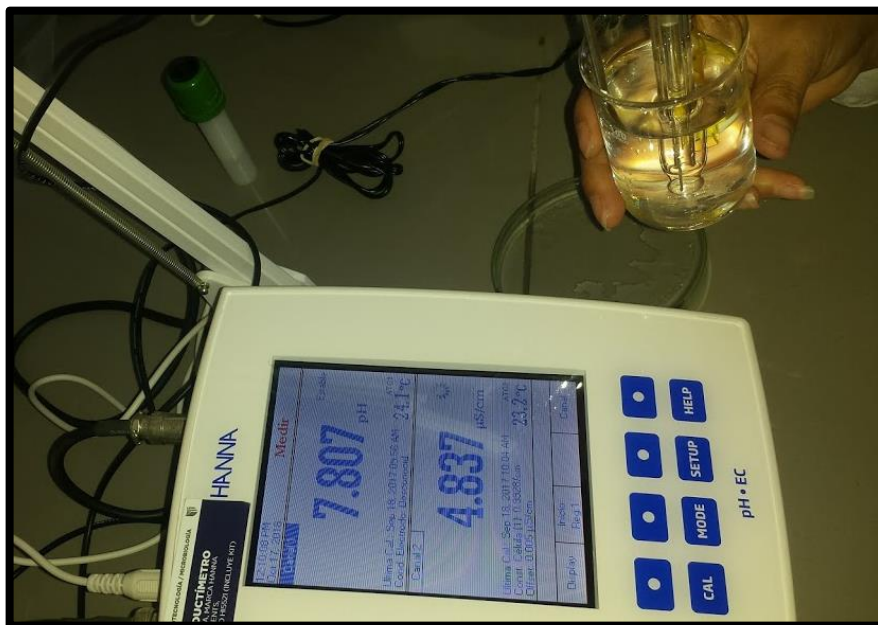


Imagen 10 Arsenic test marca MQuant TM



Imagen 11 Preparando los reactivos del test para medir arsénico

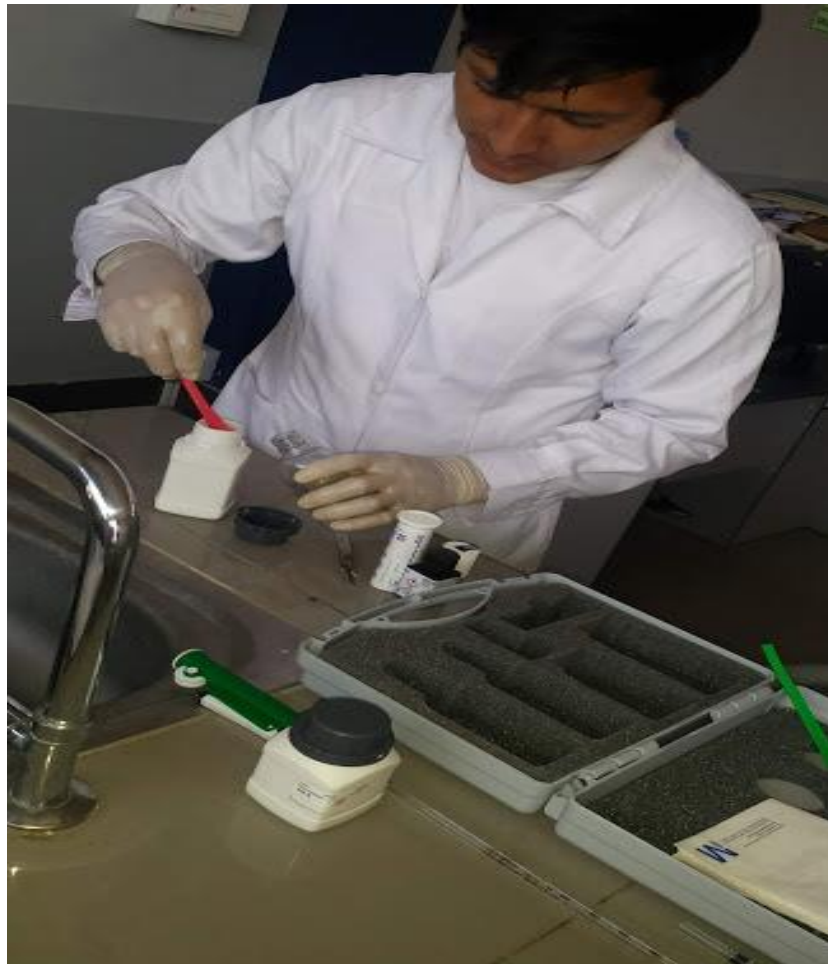


Imagen 12 Proceso de cuantificación de arsénico, se tiene que esperar un tiempo de 20 min para obtener resultados.



Imagen 13 concentraciones iniciales de arsénico en cada pozo

M1 (pozo grande)

M2 (pozo del parque)



Aplicación del tratamiento

Imagen 14 Pesado de las diferentes dosis para la aplicación del tratamiento a la muestra N° 01 (pozo grande)



Imagen 15 Prueba de jarras



Imagen 16 aplicación de los tratamientos con dosis de *Moringa oleifera*



Imagen 17 proceso de filtrado



Imagen 18 agua tratada



Imagen 19 medición del pH



Imagen 20 Resultados del contenido de arsénico después del tratamiento

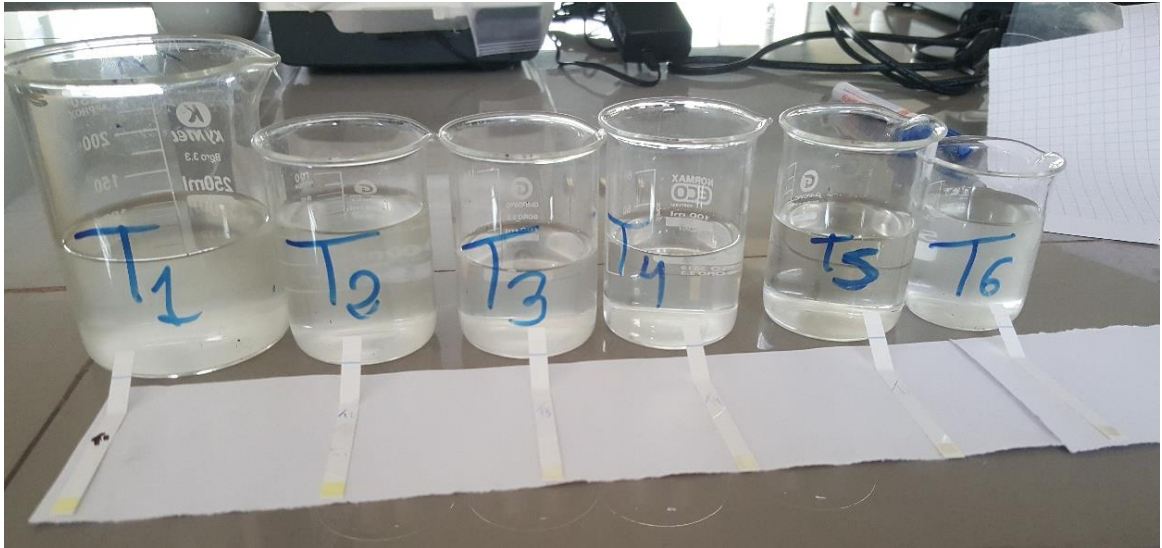


Imagen 21 Resultados del contenido de arsénico después del tratamiento

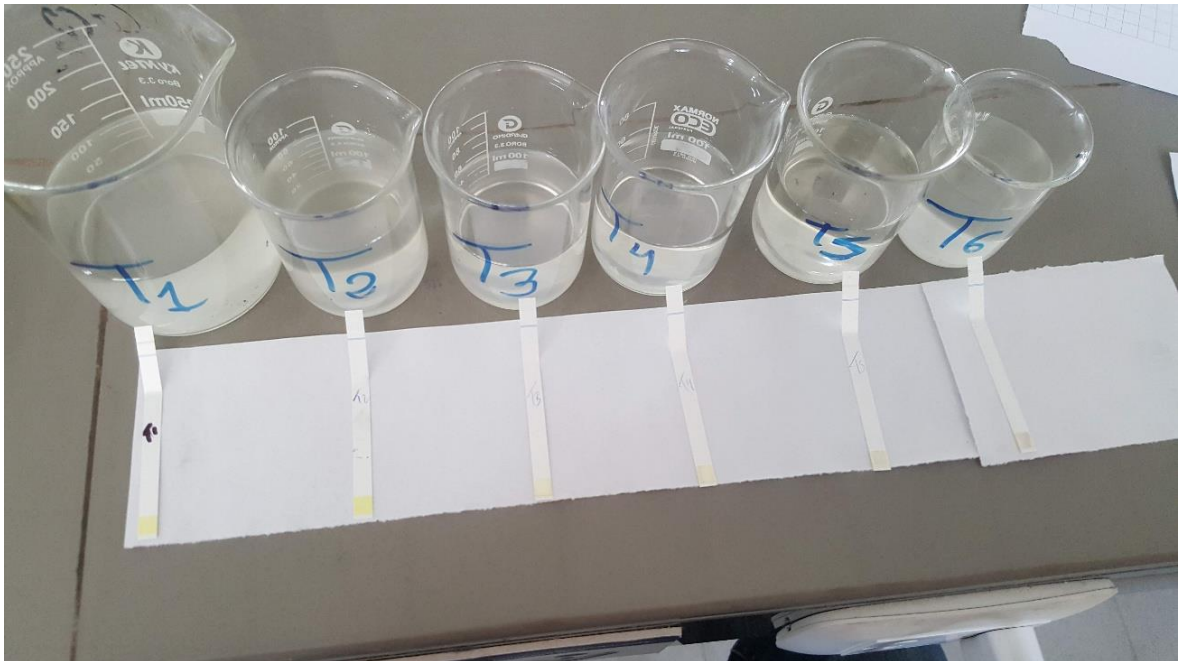


Imagen 22 cintas colorimétricas de arsénico



MATRIZ DE CONSISTENCIA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Henry Ricardo Aguilar Díaz

FACULTAD/ESCUELA: INGENIERÍA AMBIENTAL

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿En qué medida la utilización de la <i>Moringa oleifera</i> como coagulante influye en la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Morrope, 2018?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar que la utilización de la <i>Moringa oleifera</i> como coagulante permite la remoción del arsénico en el agua de pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Morrope.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar el contenido de arsénico presente en el agua de pozos del centro poblado Cruz Del Medano del distrito de Morrope mediante el análisis de Laboratorio. Aplicar el polvo de las</p>	<p>La utilización de la <i>Moringa oleifera</i> como coagulante permitirá la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del distrito de Morrope, 2018.</p>	<p>VD: Remoción de Arsénico.</p> <p>VI: Dosis de <i>Moringa oleifera</i>.</p>	Aplicada	Agua de 2 pozos ubicados en el centro poblado Cruz del Medano Del distrito de Mórrope	de gabinete de Campo.	<p>Para el presente trabajo de investigación se manejará la estadística descriptiva, utilizando el software Excel versión 2016.</p>
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				Pre-experimental	14 litros	Arsenic test marca MQuant TM. pHmetro(BUFFER 7,4.1,10.1)	

	<p>semillas de <i>Moringa oleifera</i> en las aguas contaminadas de Arsénico.</p> <p>Evaluar la remoción de arsénico en el agua de los pozos luego de aplicado el polvo de las semillas de <i>Moringa oleifera</i>.</p>						
--	---	--	--	--	--	--	--

Acta de aprobación de originalidad de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **CAJAN ALCANTARA, JOHN WILLIAM**, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad "César Vallejo" – Filial Chiclayo, revisor e la tesis titulada: "Utilización de la *Moringa Oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018"

Del estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental: **AGUILAR DÍAZ, Henry Ricardo**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 24% 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, 18 de Noviembre del 2019

Dr. JOHN WILLIAM CAJAN ALCANTARA
ING° CIP N° 192264

Reporte de turnitin

“Utilización de la Moringa Oleifera como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018”

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	18%	4%	17%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	2%
4	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
5	www.redalyc.org Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1%

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Henry Ricardo Aguilar Díaz, identificado con DNI N.º 70929378 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: "Utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018"

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: 70929378

FECHA: 02 - 12 - 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

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:

Henry Ricardo Aguilera Diaz

INFORME TITULADO:

"Utilización de la Moringa oleifera como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Médano del distrito de Morrope, 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 22-11-2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN