

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación de la capacidad coagulante de la *Moringa oleífera* en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, Región Puno, 2018

Por:

Vanessa Marelin Quispe Aroquipa

Asesor:

Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

Juliaca, diciembre de 2018

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulada: "**Evaluación de la capacidad coagulante de la *Moringa oleífera* en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, Región Puno, 2018**" constituye la memoria que presenta la Bachiller Vanessa Marelin Quispe Aroquipa para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental, dicha tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Juliaca, a los 28 días del mes de diciembre del 2018.



Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

Evaluación de la capacidad coagulante de la *Moringa oleífera* en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, Región Puno, 2018

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR


Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera
Presidente


MSc. Rosé Adeline Callata Chura
Secretario


MSc. Jael Calla Calla
Vocal


Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani
Asesor

Juliaca, 28 de diciembre del 2018

DEDICATORIA

A mis padres Daniel y Basilia, por su esmero, perseverancia y apoyo incondicional durante toda mi vida, y por su fortaleza ante las adversidades económicas, gracias a ellos logré culminar con éxito esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, por estar siempre conmigo y ser mi mayor fortaleza para seguir adelante.

Un agradecimiento especial a mis padres que me apoyaron durante toda mi vida estudiantil, ya que gracias a sus consejos esta tesis fue posible.

Agradezco infinitamente a mis asesores la Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani, de igual forma a la Ing. Yannina Amparo Huanca Quispe, , por este logro importante en mi vida profesional.

De igual manera agradecer a la Universidad y a mis docentes por haberme ayudado en mi formación profesional y todo el proceso de desarrollo de mi tesis.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO I:	13
EL PROBLEMA	13
1.1. Identificación del problema	13
1.2. Justificación	14
1.3. Presuposición filosófica.....	15
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
CAPITULO II:	17
REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Antecedentes	17
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	17
2.1.2. Antecedentes nacionales	19
2.2. Revisión de la literatura	21
2.2.1. Composición química del lacto suero.....	21
2.2.2. Usos del lacto suero	21
2.2.3. Eliminación anual de lacto suero	22
2.2.4. Impactos negativos al agua	22

2.2.5. Impactos negativos al suelo	22
2.2.6. <i>Moringa Oleífera</i>	23
2.2.7. Clasificación taxonómica de la <i>Moringa oleífera</i>	24
2.2.8. Técnicas de tratamiento para aguas residuales	25
2.3. Marco conceptual.....	28
2.3.1. Lacto suero.....	28
2.3.2. Suero dulce	28
2.3.3. Suero ácido	28
2.4. Marco legal	29
2.4.1. Ley General del Ambiente N° 28611	29
2.4.2. Ley de recursos hídricos N° 29338	29
2.4.3. Valores máximos admisibles (VMA)	29
CAPITULO III:	30
MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Ámbito de estudio.....	30
3.2. Tipo de investigación.....	31
3.3. Diseño de investigación	31
3.4. Materiales y Métodos	32
3.4.1. Materiales de laboratorio, equipos y reactivos	32
3.4.2. Métodos de análisis y/o evaluación	33
CAPITULO IV:	39

RESULTADOS Y DISCUSION	39
4.1. Obtención del coagulante natural a partir de las semillas de la <i>Moringa oleífera</i>	39
4.2. Determinación del porcentaje de reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales	40
4.2.1. Características del lacto suero	40
4.2.2. Tratamiento del lacto suero	40
4.2.3. Comparación de DQO, SST y Turbidez de lacto suero respecto a las normas nacionales	42
4.3. Determinación de la concentración y pH adecuada del coagulante para la reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Solidos Suspendidos Totales.....	43
4.3.1. Análisis de varianza para la Demanda Química Oxígeno	43
4.3.2. Análisis de varianza de SST	45
CAPITULO V:	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones	49
Referencias	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del lacto suero	21
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la <i>Moringa oleífera</i>	25
Tabla 3. Diseño de la investigación.....	31
Tabla 4. Detalle del diseño de investigación factorial.....	32
Tabla 5. Características del lacto suero	40
Tabla 6. Porcentaje de reducción de la Demanda Química de Oxígeno	41
Tabla 7. Porcentaje de reducción de los Sólidos Suspendidos Totales	41
Tabla 8. Comparación de resultados del tratamiento con normativa nacional.....	42
Tabla 9. Análisis de varianza para la Demanda Química de Oxígeno	43
Tabla 10. Optimización de respuesta para la máxima remoción de Demanda Química de Oxígeno	45
Tabla 11. Análisis de varianza para Sólidos Suspendidos Totales.....	46
Tabla 12. Optimización de respuesta para la máxima remoción de Sólidos Suspendidos Totales	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plántula de <i>Moringa oleífera</i> de dos meses	23
Figura 2 Partes de la <i>Moringa oleífera</i>	24
Figura 3. Ubicación de la Planta quesera Lacsur.....	30
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de la harina de <i>Moringa oleífera</i>	34
Figura 5. Diagrama de flujo del desengrasado de <i>Moringa oleífera</i>	35
Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de la solución madre al 5%	36
Figura 7. Prueba de jarras considerando dos valores de pH y dos concentraciones del coagulante	38
Figura 8. Obtención del coagulante natural a partir de las semillas de la <i>Moringa oleífera</i>	39
Figura 9. Superficie de respuesta que muestra el efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de DQO	44
Figura 10. Contornos de la superficie de respuesta estimada del efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de DQO	44
Figura 11. Superficie de respuesta que muestra el efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de SST	46
Figura 12. Contornos de la superficie de respuesta estimada del efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de SST	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Cadena de custodia.....	56
Anexo B. Panel fotográfico	59
Anexo C. Memoria de cálculo del Volumen de dosis a aplicar	66
Anexo D. Informe de muestra inicial de Demanda Química de Oxígeno.....	67
Anexo E. Informe de muestra inicial y tratada de Sólidos Suspendidos Totales y Turbidez	68
Anexo F. Informe de muestra tratada de la Demanda Química de Oxígeno.....	69

SÍMBOLOS USADOS

DQO: Demanda Química de Oxígeno

SST: Sólidos Suspendidos Totales

NaCl: Cloruro de Sodio

pH: Potencial de hidrogeno

MINAM: Ministerio del Ambiente

MINAGRI: Ministerio de Agricultura

ANA: Autoridad Nacional del Agua

VMA: Valores Máximos Admisibles

AGALEP: Asociación de Ganaderos Lecheros del Perú

CEPES: Centro Peruano de Estudios Sociales

RESUMEN

Actualmente, se observa que el vertimiento de lacto suero se realiza directamente al drenaje, causando un efecto negativo sobre los ríos y suelos; este problema altera las propiedades fisicoquímicas del agua y en consecuencia la calidad ambiental. En respuesta a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad coagulante de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante natural en el tratamiento de lacto suero para la reducción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) de una planta quesera. La muestra de lacto suero se tomó del efluente generado del proceso de obtención del queso, esta muestra fue caracterizada considerando los niveles de DQO, SST y turbidez. La evaluación de la capacidad coagulante se realizó a través del método de coagulación y floculación en la prueba de jarras, bajo un diseño factorial cuyos niveles fueron el pH (10, 11) y concentración del coagulante (5%, 10%). Los resultados mostraron que la mayor remoción se logra aplicando una concentración del 5% un pH de 11 removiendo el 39.59%, de DQO; así mismo a una concentración del 5% y un pH de 10 se removió el 55.99% de SST. En conclusión, la semilla de la *Moringa oleífera* resulto ser una alternativa eficiente ya que los resultados obtenidos en la reducción de Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Turbidez obtuvieron una remoción de 39.59%, 55.99% y 73.27% respectivamente.

Palabras clave: Coagulación – floculación, lacto suero, reducción, *Moringa oleífera*

ABSTRACT

Currently, it is observed that the dumping of lacto serum is carried out directly to the drainage, causing a negative effect on the rivers and soils; this problem alters the physicochemical properties of the water and consequently the environmental quality. In response to the above, the objective of this investigation was to evaluate the coagulant capacity of the *Moringa oleífera* seed as a natural coagulant in the treatment of lacto serum for the reduction of Demand for Chimae Oxygen (COD) and Total Suspended Solids (TSS) of a cheese plant. The sample of lacto serum was taken from the effluent generated from the process of obtaining the cheese, this sample was characterized considering the levels of COD, SST and turbidity. The evaluation of the coagulant capacity was carried out through the coagulation and flocculation method in the jars test, under a factorial design whose levels were pH (10, 11) and coagulant concentration (5%, 10%). The results showed that the highest removal is achieved by applying a concentration of 5%, a pH of 11, removing 39.59%, of COD; Likewise, at a concentration of 5% and a pH of 10 and a concentration of 5%, 55.99% of TSS was removed. In conclusion, the seed of *Moringa oleífera* turned out to be an efficient alternative since the results obtained in the reduction of Chemical Demand of Oxygen, Total Suspended Solids and Turbidity obtained a removal of 39.59%, 55.99% and 73.27% respectively.

Key words: Coagulation - flocculation, lacto serum, reduction, *Moringa oleífera*

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Debido al crecimiento económico, la actividad quesera en el sur del Perú se ha incrementado, dejando como subproducto el lacto suero en cantidades significativas, este residuo se vierte directamente al drenaje, lo que genera un problema ambiental a casusa de sus elevadas concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), afectando de manera significativa al suelo como al agua , la cual tiende a tener como consecuencia una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y a su vez puede disminuir la vida acuática al agotar oxígeno disuelto (Aider, Halleux, & Melnikova, 2009)

La planta quesera de la comunidad campesina Posoconi del distrito de Asillo ha sufrido grandes cambios en los últimos años con la finalidad de incrementar su productividad, calidad y sanidad del queso, generando, así como consecuencia una mayor cantidad de descargas del lacto suero, las cuales años atrás eran vertidas directamente al suelo y a charcos de agua ubicados en zonas aledañas a la planta quesera, actualmente son vertidos al alcantarillado del distrito. Este problema, ha generado la necesidad de buscar alternativas empleando métodos tradicionales, siendo una de ellas el método de coagulación y floculación para reducir distintos parámetros, esta es una buena opción debido a sus bajos costos y por su contribución a la sostenibilidad de la sociedad y el ambiente.

Según la investigación de Valencia & Ramírez, (2009) los países con mayor producción de queso, y por consiguiente el lacto suero, son Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia; así mismo los autores indican que la producción mundial de lacto suero es de aproximadamente 139 millones de toneladas, con el paso de los años estas industrias han incrementado su producción quesera y en consecuencia la cantidad de lacto suero vertido en el drenaje, estos efluentes pueden generar alteraciones en las propiedades fisicoquímicas del agua si no son tratadas adecuadamente

El propósito de esta investigación fue tratar el lacto suero disminuyendo la concentración de SST y DQO ya que su incremento disminuye el oxígeno disuelto, alterando el ambiente acuático y en general a los seres vivos; estos vertimientos no solo afectan la calidad ambiental sino también las instalaciones sanitarias utilizadas para el transporte y tratamiento de aguas residuales (Aider et al., 2009). En la investigación de Gonzales, (2012) se menciona que la transformación de 100 000 litros de leche/día en quesos una contaminación con lacto suero equivalente a una población de 55 000 a 65 000 habitantes, por lo tanto es importante plantear soluciones para el tratamiento de lacto suero convirtiéndolo en agua residual menos dañina para el medio ambiente, por este motivo la presente investigación plantea utilizar a la *Moringa oleífera* con el método de floculación y coagulante.

1.2. Justificación

Debido al incremento poblacional y las necesidades de la humanidad, las industrias lácteas han ido incrementándose y la producción del queso, dejando como residuo el lacto suero, y vertiéndose incontroladamente al alcantarillado de la ciudad, llegando a ríos y suelos, causando un problema serio en las instalaciones del drenaje y alterando las propiedades fisicoquímicas del agua; debido a esta problemática se plantea un tratamiento

para el lacto suero con el método de coagulación y floculación con coagulante natural siendo una tecnología aplicable y de bajo costo económico

A nivel nacional va incrementándose la producción de leche en el Perú, entre enero y abril del 2009 la producción de queso ha ido aumentando un 6,2%, esto debido a que la mayor producción se realizó en Puno con un 16%, Cajamarca con 12%, Arequipa con 2.8 y Lima con 6.1%, produciéndose en abril del 2008 577 137 toneladas y en abril del 2009 612 910 toneladas de leche fresca en el Perú, así mismo en abril del 2008 se obtuvo 41 488 toneladas en la producción de queso, yogurt y otros, en abril del 2009 48 522 toneladas (AGALEP & CEPES, 2009)

En el proceso de producción del queso en la planta quesera Lacsur, se genera el residuo del lacto suero en cantidades altas, las cuales estas aguas contienen en concentraciones altas los Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno y turbidez. Actualmente la planta quesera Lacsur no cuenta con una tecnología para el tratamiento del lacto suero, y son vertidas incontroladamente al alcantarillado del distrito, generándose consecuencias en las instalaciones sanitarias del transporte de las aguas residuales; debido a esta problemática el objetivo de esta investigación es evaluar la capacidad coagulante de la *Moringa oleífera* en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, región Puno, 2018.

1.3. Presuposición filosófica

Dios es el creador de toda la tierra y el medio ecológico tal como siempre se menciona en la biblia en el libro de Génesis, para que el hombre pueda satisfacer sus necesidades con los recursos, al mismo tiempo para que él lo cuidara y conserve para el desarrollo sostenible de las futuras generaciones, el agua es una fuente de vida para toda clases de ser viviente claramente lo menciona en el libro de Ezequiel (47:12) que junto al río, en la ribera, a uno y

otro lado, crecerá toda clase de árboles frutales; sus hojas nunca caerán, ni faltará su fruto. A su tiempo madurará, porque sus aguas salen del santuario; y su fruto será para comer, y su hoja para medicina

El agua purificada es una de las más grandes bendiciones de Dios ya que es la bebida que Dios ha proveído para apagar la sed tanto de los animales como de los hombres, el agua suple las necesidades del organismo como también ayuda a la naturaleza, por lo tanto como ciudadanos responsables es nuestro deber emprender a la recuperación del agua con tratamientos naturales, sin la incorporación de componentes químicos ajenos a ecosistema acuático, esto puede ser posible con la incorporación de coagulantes naturales a favor del medio acuático.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la capacidad coagulante de la *Moringa oleífera* en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, región Puno, 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- Obtener el coagulante natural a partir de la semilla de *Moringa oleífera*
- Determinar el porcentaje de reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero
- Determinar la concentración y pH adecuada del coagulante para la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Mera, Gutiérrez, Rojas, & Paz, (2016) realizó la investigación para el tratamiento de aguas residuales en Cauca, Colombia, con el objetivo de determinar la eficiencia del polvo de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante y floculante natural en el tratamiento de aguas residuales, se aplicaron tratamientos utilizando el test de jarras a 130 rpm con un tiempo de agitación de 30min con una dosis de 4g/600ml, para determinar los niveles turbidez, pH, conductividad eléctrica, cloruros, sólidos suspendidos, coliformes totales, los resultados indicaron que utilizando 4g/600mL removiendo el 80,9% en los diferentes parámetros que fueron establecidos en la investigación.

Así mismo Feria, Bermúdez, & Estrada, (2014) ejecutó una investigación en el río Sinú en Colombia para el tratamiento de agua, cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante y sus efectos sobre el pH y la alcalinidad, se tomaron ocho muestras del río, para la preparación del coagulante, las semillas se pelaron, molieron y tamizaron en una malla de 250 um, hasta obtener un polvo fino, añadiéndose 2,5 mg/l hasta 30 mg/l de dosis del coagulante, teniendo como resultados la remoción del 90% de turbidez con dosis de 4,5 y 17,5 mg/l, llegando a una conclusión que la *Moringa oleífera* disminuye las concentraciones de Turbidez

Por otro lado Avelino, Novelo, & Tamayo, (2009) plasmaron un estudio con la finalidad de tratar el agua residual en Colombia, su objetivo fue determinar la cantidad de semillas maceradas de *Moringa Oleífera* que pueden ser utilizadas como coagulante y el tiempo de reacción para el tratamiento de los efluentes de un rastro, se utilizaron semillas de moringa en solución y en suspensión en las aguas residuales de rastro, el tiempo en el cual reaccionó fue de 5min con una reducción de absorbancia de 25% y en fosas con menor cantidad de materia suspendida removió un 82% con una dosis de coagulante de 25g/l, llegando a la conclusión de que la semilla *Moringa oleífera* es muy eficiente para la remoción de partículas

Arias, Hernandez, Castro, & Sanchez, (2017) reportó un estudio en una central de sacrificio para el tratamiento de aguas residuales con el objetivo de analizar la eficiencia de la semilla *Moringa oleífera* como sustancia coagulante en tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio, donde se sacrifican semanalmente un aproximado de 90 animales entre bovinos y porcinos, utilizando la método de coagulación y floculación en la prueba de jarras, aplicando dosis predeterminadas del coagulante natural y tomando muestras de agua desde la salida de la central de sacrificio, la remoción más eficaz fue la de 7500 mg/l removiendo color y turbidez en un 87%, llegando a una conclusión de que es un aporte importante sobre las ventajas de utilizar polvo de semilla *Moringa oleífera* para mejorar las características del agua residual.

En la revisión que realizo Castellanos, (2017) menciona que uno de los procesos más importantes en el tratamiento de aguas es la clarificación para lo cual se utiliza coagulantes químicos, al utilizarlo trae consecuencias tanto a la salud humana como al medio ambiente, para lo cual es importante utilizar coagulantes de origen natural para la remoción de turbidez y color en Colombia, utilizando una metodología cualitativa y descriptiva, para lo cual se

encontraron siete coagulantes naturales, de extractos vegetales (*Opuntia ficus-indica*, *Moringa oleífera*, *Ipomoea incarnata* y *Cassia fistula*), almidones (plátano y maíz) y agentes de origen animal (Quitosano), las cuales son beneficiosos para la salud y el medio ambiente, lo cual hacen de estos una alternativa viable para el tratamiento de aguas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Vela, (2016) realizó estudios en el río de Alto Chicama para el tratamiento de agua, cuyo objetivo principal fue disminuir la turbidez del agua del río Alto Chicama aplicando coagulante natural *Moringa oleífera* en Trujillo, aplicando cuatro cantidades distintas de dosis (15 ml, 18 ml, 20 ml y 25 ml) y 4 velocidades de agitación (200 rpm por 2min; 60 rpm por 15min; 300 rpm por 2min; 80 rpm por 15min; 200 rpm por 15min; 80 rpm por 2min; 300 rpm por 15min y 60 rpm por 2min); teniendo como resultado la disminución de un 93% de NTU a una volumen de coagulante 20ml y una velocidad de 300 rpm por 2min, resultando eficaz el coagulante de *Moringa oleífera*.

En la investigación realizada por Urquia, (2017) en el río Huaycoloro para el tratamiento de aguas, con el objetivo de evaluar la eficiencia de la semilla *Moringa oleífera* y *Opuntia Ficusindica*, utilizando el test de jarras para determinar la dosis óptima, al añadir los coagulantes se pudo comprobar mayor eficiencia con el coagulante de las semillas de *Moringa oleífera*, teniendo como resultados que las concentraciones de DQO redujeron teniendo como dosis optima fue la de 0,75g/l de igual forma para la SST con una dosis de 0,5 g/l con una velocidad de 240 rpm durante 5min llegando a la conclusión de que el coagulante más eficiente es *Moringa oleífera*

Así mismo, Mejia, (2017) realizó estudios para el tratamiento residuales domesticas en la capital del Perú, teniendo con la finalidad de evaluar un coagulante alternativo natural a partir de las semillas de *Moringa oleífera* que pueda sustituir al coagulante químico en los procesos

primarios avanzados, la metodología aplicada fue realizar ensayos de prueba de jarra para determinar la dosis óptima para analizar los parámetros de SST y DQO, teniendo como resultados que las semillas de *Moringa oleífera* tiene gran eficiencia en remoción de SST con un 87.3 a 88.8% de remoción y lo que es SST y la DQO tuvieron una remoción de 26 a 35% de remoción respectivamente

De igual forma Rivera, (2017) en la investigación realizada en la capital del Perú para el tratamiento de aguas residuales, teniendo como objetivo principal determinar la remoción de contaminantes presentes en el agua residual de lavado vehicular mediante el uso de *Moringa oleífera* y carbón activado para mejorar la calidad del agua, para eso se tomó muestras de agua del centro de lavado de autos realizando las mediciones de campo como el pH, temperatura y analizando los parámetros de campo y físico químicos de, turbidez, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas (A y G) e hidrocarburos (HC), realizando el test de jarras se obtuvo que la dosis óptima es de 140 mg/l removiendo un 95%. Concluyendo que la utilización de *Moringa oleífera* es una alternativa que favorece al medio ambiente a diferencia de la utilización de coagulantes químicos.

Por otro lado Acebedo, (2016) ejecutó investigaciones en Junín con el objetivo de remover plomo de las aguas del río Mantaro del distrito de Pacha – Yauli – Junín, 2016 tomando un amuestra de 37 litros de agua y utilizando 0.3 g/l, 0.5 g/l y 0.7 g/l con tres repeticiones utilizando el equipo Test- Jarras con un tiempo constante de 10 minutos a una velocidad de 100 rpm, teniendo como resultado un 91% e remoción de plomo en concentraciones de 0,3 mg/l de *Moringa oleífera* con un ph de 2,5 y 5 comprobando que la semilla es eficiente en la remoción del plomo lo cual puede ser utilizada como herramienta efectiva y económica para tratamiento de aguas con presencia de plomo.

2.2. Revisión de la literatura

2.2.1. Composición química del lacto suero

En la Tabla 1. Se muestra que el lactosuero está constituida de un 93.6% de agua, sin embargo más de la mitad de nutrientes de la leche original están presentes en el lactosuero, las técnicas de elaboración de los quesos dependen, del estado fisiológico del animal, de tipo de raza y especie, como también en su manipulación las cuales harán variar la composición del lacto suero (Ojeda, 2015)

Tabla 1.
Composición del lacto suero

Constituyente	Suero queso (%)
Sólidos totales	6.4
Agua	93.6
Grasa	0.05
Proteína	0.55
Nitrógeno no proteico	0.18
Lactosa	4.8
Sales minerales	0.5
Calcio	0.043
Fósforo	0.040
Sodio	0.05
Potasio	0.16
Cloruro	0.11
Ácido láctico	0.05

Fuente: Humpire (2017)

2.2.2. Usos del lacto suero

En la investigación de (Araujo, Monsalve, & Quintero, 2013) mencionan que existe una serie de productos que se realizan teniendo como materia prima el lacto suero; debido a sus bajos costos económicos de producción, el grado de calidad alimenticia y su aceptable sabor; dentro de esta se encuentra:

- Etanol: la producción de una bebida alcohólica por conversión de lacto suero, es un alternativa de gran interés para la utilización del lacto suero, este proceso de fermentación da origen a un rendimiento de etanol partiendo que por cada 0,538 kg de etanol se necesita 1 kg de lactosa metabolizada (Araujo et al., 2013).

2.2.3. Eliminación anual de lacto suero

El éxito de las industrias de lácteo se debe a la buena calidad de productos, debido a esto ha ido incrementándose en el ámbito comercial, del mismo modo el lacto suero ha incrementándose. Años atrás en México el 47% de lacto suero por día eran descargados al drenaje llegando a los ríos y suelos, causando daños al medio ambiente (Valencia & Ramírez, 2009)

2.2.4. Impactos negativos al agua

Uno de los principales impactos ambientales ocasionado por las industrias lácteas se centra principalmente en los efluentes y aguas residuales, esto es básicamente por la naturaleza de su materia prima; el cuerpo receptor en este caso son los ríos, lagos, lagunas las cuales son susceptibles a recibir directa o indirectamente aguas residuales o lacto suero (Prado, 2013). Este subproducto crea serios problemas ambientales ya que reduce la vida acuática por la ausencia del oxígeno disuelto (Aider et al., 2009)

2.2.5. Impactos negativos al suelo

Este residuo crea problemas significativos al medio ambiente cuando es vertido directamente al suelo, ya que afecta a la estructura del suelo ya sea física o químicamente lo que reduce al rendimiento óptimo del cultivo dejándolo en mayor parte infértil (Aider et al., 2009). De igual manera existe una pérdida significativa de nutrientes en el suelo ocasionando serios problemas de contaminación (Parra, 2009)

2.2.6. *Moringa Oleífera*

La *Moringa oleífera* comúnmente denominado Marango es un árbol, tal como se muestra en la Figura 1 en 1929 que se introdujo a América Latina y Centro América como un árbol ornamental (Reyes, 2004), este cultivo es originario en el norte de la India, la cual en la actualidad abunda en todo el trópico, puede ser extendido por medio de las semillas; esta especie es muy resistente, ya que soporta largos periodos de sequía y crece aun en suelos pobres (Folkard & Sutherland, 1996).



Figura 1. Plántula de *Moringa oleífera* de dos meses
Fuente: Mora & Gacharna, 2015

Una de las características más llamativas de este árbol de manera especial son sus semillas, ya que se hace una opción muy viable para cultivos, así mismo cuenta con presencia de pectinas que son muy nocivas para diferentes insectos, además de que estas semillas tienen un papel importante como coagulante natural para el tratamiento de las aguas residuales por sus propiedades muy similares a la del sulfato de aluminio, por esta razón el uso de “la semilla del árbol *Moringa oleífera* es de suma importancia para el tratamiento de

aguas, reduciendo la turbidez y el color, muy aparte de que contiene propiedades antibacteriales” (Mora & Gacharná, 2015).

Las partes de la semilla de la *Moringa oleífera* cuenta con hojas grandes, pinnadas (A); también nos da fruto, el cual es una capsula ligera, leñosa y seca (B), este fruto al abrirse está compuesto por tres partes o valvas (C), así mismo, sus semillas tiene un centro café oscuro (D), este detalle se muestra en la Figura 2

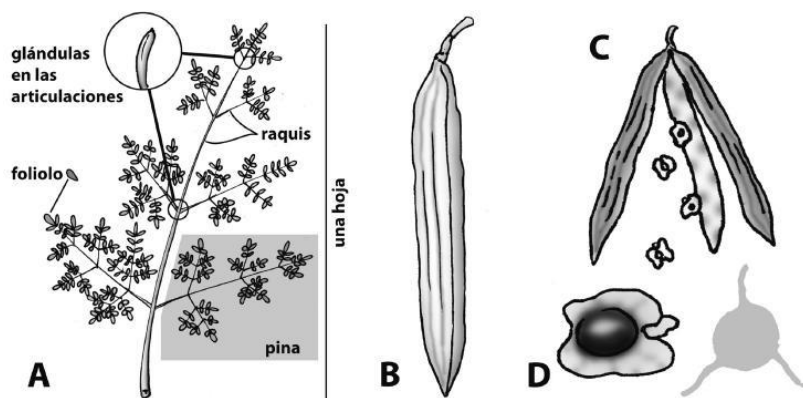


Figura 2. Partes de la *Moringa oleífera*
Fuente: Mora & Gacharna, 2015

En estos “últimos años las investigaciones han aumentado por lo tanto han llegado a determinar que las hojas contienen características principales como un valiosos nutriente esencial para el ser humano” (Mora & Gacharná, 2015). Al mismo tiempo en las “hojas se encuentran los aminoácidos que son recomendadas para los niños de 2 a 5, así como son ricas en calcio, hierro, vitamina B1, B6, a comparación con otras especies la *Moringa oleífera* es excepcionalmente rica en ácido ascórbico” (Reyes, 2004)

2.2.7. Clasificación taxonómica de la *Moringa oleífera*

La Tabla 2. Muestra la clasificación taxonómica de la *Moringa oleífera* , perteneciendo a la familia de la Moringáceas, orden de los Capparidales y con clase Magnoleopsid, además de que cuenta con 13 especies (Liñan, 2010).

Tabla 2.
Clasificación taxonómica de la Moringa oleífera

TAXONOMIA	
Familia	Moringaceas
Origen	Capparidales
Clase	Magnoleopsida
Genero	<i>Moringa</i>
Especie	<i>arbórea</i>
	<i>concanensis</i>
	<i>drocanensis</i>
	<i>drouhardii</i>
	<i>hildebrandtii</i>
	<i>pygmeae</i>
	<i>peregrina</i>
	<i>ovalaifolia</i>
	<i>rospoliana</i>
	<i>stenopetala rivae</i>
	<i>oleifera borziana</i>



Fuente: Tobias, 2010

Uno de los subproductos de la *Moringa oleífera* es el aceite la cual es extraído de las semillas, la que mantiene un color amarillo intenso poco viscoso siendo preparados en bálsamos para piel, actualmente esto se desarrolló exitosamente ya que su estructura ofrece una gran cantidad de ácidos grasos convirtiéndose en un complemento para combatir el colesterol (Liñan, 2010)

2.2.8. Técnicas de tratamiento para aguas residuales

a. Filtración por membrana

“Esta tecnología es muy eficiente, requiere un espacio reducido y es de fácil operación” (Caviedes, Muñoz, Perdomo, Rodriguez, & Sandoval, 2015), sin embargo esta “genera una alta cantidad de lodos, las membranas pueden clasificarse de acuerdo a diferentes características: Su peso molecular de corte, material de la membrana, permeabilidad y solubilidad del soluto y solvente” (Caviedes et al., 2015)

b. Intercambio iónico

El intercambio iónico es una alternativa viable y de bajos costos económicos, para el tratamiento de aguas con alto contenido de alcalinidad, “en este sistema por intercambio iónico, los iones no deseados del agua son desplazados por otros iones más aceptables o mejor aún menos perjudiciales” (Cortijo, 2013).

c. Adsorción

La adsorción es la adherencia física o el enlazamiento de iones y moléculas sobre la superficie de otra molécula, el material acumulado en la interface es el adsorbato y la superficie solida es el adsorbente así mismo, la “adsorción es la forma de sorción que puede ser usada en tecnologías limpias o tradicionales, este método no solo adsorbe metales o compuestos orgánicos tóxicos, sino también tiene un aplicación en la recuperación y uso de metales como el oro” (Cuizano, Llanos, & Navarro, 2009)

d. Precipitación química

Es una de las tecnologías más utilizadas en los procesos industriales y con bajo presupuesto financiero, sin embargo se “genera altas cantidades de lodos por lo tanto su mantenimiento es costoso, pudiendose lograr grandes resultados aunque también se llegó a utilizar sustancias quelantes las cuales presentas algunas desventajas por ser muy riesgosa con el medio ambiente” (Caviedes et al., 2015)

e. Electrocoagulación

Es un proceso que llega a utilizar la electricidad para que esta pueda trabajar eliminando contaminantes en el agua que tenga presencia de Sólidos suspendidos en el agua, “la técnica consiste en soliviantar corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas entre los más comunes están el hierro y el aluminio la electricidad, provoca reacciones químicas que desestabilizan la forma de los contaminantes” (Arango, 2005), “es así que las

partículas del agua residual presentes forman agregados de partículas sólidas que son mucho menos coloidales, que posteriormente llegan a precipitarse” (Arango, 2005)

f. Coagulación – floculación

El proceso resulta un método útil para la separación de partículas muy finas de naturaleza coloidal que presentan gran estabilidad en el agua, este tipo de método es estudiado a nivel laboratorio. Siempre y cuando “realizando las pruebas de jarras al agua residual. comúnmente se utiliza dos tipos de coagulantes que son el sulfato de aluminio y el cloruro férrico” (Cabrera, Fleites, & Contreras, 2009); “tras el transcurso del proceso de tratamiento fisicoquímico, de manera conocida se evalúa la turbidez como parámetro de respuesta en cada caso” (Cabrera et al., 2009)

g. Electrofloclación

Es un “proceso químico por el cual se adiciona electrolítica de iones metálicos, su eficiencia para la remoción de contaminantes o material en suspensión se debe a que las partículas son arrastrados por las burbujas de gas que reproduce el sistema” (Caviedes et al., 2015)

h. Fotocatálisis

La “fotocatálisis con luz solar es presentada y conocida como una alternativa sencilla y económica para el tratamiento de aguas residuales con que contengan bastantes partículas en suspensión en industrias textiles”, (Garcés & Peñuela, 2012). Esta alternativa se basa en la transferencia de carga a través de la interfaz entre el semiconductor y el agua residual donde al subir la conductividad se generan un par de electrón-hueco, ocurriendo la adsorción de los fotones, degradando moléculas orgánicas y metales pesados (Caviedes et al., 2015)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Lacto suero

Se define al “lacto suero como una sustancia en estado líquido translucido verde obtenida por la separación del coagulo de la leche en el proceso de elaboración del queso” (Parra, 2009). Las plantas queseras generan mayor contaminación al medio ambiente sino se tiene un tratamiento para estas aguas, por lo cual es recomendable que estas aguas residuales lácteas no sean vertidas directamente al ambiente pues provocan un aumento considerable de SST y DQO, ni al alcantarillado, puesto que malogran las instalaciones (Gonzales, 2012).

El lacto suero se puede clasificar en dos grupos como son el suero dulce y el suero ácido.

2.3.2. Suero dulce

“El suero dulce es producto de la producción de los quesos nombrados de pasta prensada y pasta cocidas” (Humpire, 2017), este suero resulta de la elaboración del queso a través del uso de enzimas proteolíticas o cuajo, estas actúan sobre las caseínas de la leche y la fragmentación, formando que estas se desestabilicen y posteriormente a que precipiten esto bajo situaciones específicas con un pH levemente ácido (Hernandez & Velez, 2014)

2.3.3. Suero ácido

“El suero ácido es producto de la fabricación de los quesos nombrados pasta fresca y pasta blanca” (Humpire, 2017) “este suero es la obtención de la precipitación acida de la caseína, la cual se consigue disminuyendo el pH de la leche aun valor de 4,5 o 4,6, teniendo este pH se logra el punto isoeléctrico en gran parte de caseínas presentes” (Hernandez & Velez, 2014); “la carga eléctrica neta de las proteínas es igual a cero, para lo cual ocasiona que la micela de caseína se desestabilice y sedimente, resultando una solución simplemente de proteínas de tipo séricas” (Hernandez & Velez, 2014)

2.4. Marco legal

2.4.1. Ley General del Ambiente N° 28611

En el Artículo 1 del Título preliminar, del derecho y deber fundamental menciona que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado (MINAM, 2005)

2.4.2. Ley de recursos hídricos N° 29338

Ley promulgada el 30 de marzo del año 2009, mencionando en el Título III los usos de los recursos hídricos. El artículo 35 menciona sobre las clases de uso de agua y orden, siendo de uso primario, poblacional y productivo; el artículo 36, hace hincapié en que el uso primario del agua que consiste en usar el agua directa o indirectamente con el fin de satisfacer nuestras necesidades; artículo 39, uso poblacional del agua, fundamenta el uso del agua de una red pública, teniendo en cuenta el tratamiento; artículo 42, uso productivo del agua, consiste en la utilización del agua en los procesos de producción o similares (MINAGRI, 2009)

2.4.3. Valores máximos admisibles (VMA)

Valores máximos Admisibles (VMA) D.S. N° 021-2009-VIVIENDA como un valor de concentración de elementos, sustancias o elementos físico y/o químico que son característicos de efluentes no domésticos que en casos son vertidos a las redes de alcantarillado causando daños a las instalaciones (Ministerio de vivienda, 2009)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de estudio

La investigación en la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi del distrito de Asillo, provincia de Azángaro, departamento de Puno, ubicada a la mano derecha de la carretera Asillo – Orurillo a una altitud promedio de 3913 m.s.n.m. entre las coordenadas 645943 E y 1635847 N, tal como se ilustra en la Figura 3.



Figura 3. Ubicación de la Planta quesera Lacsur
Fuente: Google Maps (2018).

El muestreo se desarrolló en la planta quesera Lacsur, para lo cual se llenó la cadena de custodia otorgada por el laboratorio RHLAB S.A.C. en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**A se detalla dicho documento. El trabajo de experimentación se realizó en

el laboratorio Saneamiento Ambiental de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca y en el laboratorio RHLAB S.A.C. del distrito de Juliaca, provincia de Azángaro, departamento de Puno.

3.2. Tipo de investigación

El diseño de investigación de esta investigación es experimental de tipo pre experimental ya que se manipulan las variables independientes.

- Variable independiente: Concentración y pH del coagulante
- Variable dependiente: Reducción de SST y DQO en lacto suero

3.3. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación de factorial 2^2 ya que se tomó como niveles el pH y la concentración del coagulante con dos niveles, todo esto con tres repeticiones, tal como se muestra en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3.
Diseño de la investigación

Factores	-	+
pH	10	11
Concentración del coagulante	5%	10%

Fuente: Elaboración propia

$2^2 * 3 = 12$

Tabla 4.
Detalle del diseño de investigación factorial

Numero de ensayos	pH	Concentración del coagulante
Ensayo 1	10	5%
Ensayo 2	11	5%
Ensayo 3	10	10%
Ensayo 4	11	10%
Ensayo 5	10	5%
Ensayo 6	11	5%
Ensayo 7	10	10%
Ensayo 8	11	10%
Ensayo 9	10	5%
Ensayo 10	11	5%
Ensayo 11	10	10%
Ensayo 12	11	10%

Fuente: Elaboración propia

3.4. Materiales y Métodos

3.4.1. Materiales de laboratorio, equipos y reactivos

a. Materiales

- Mortero de laboratorio
- Tamiz de 250 μ m
- Bagueta
- Vaso precipitado de 1000mL y 500mL
- Botella de vidrio de 1L
- Cooler
- Matraz 250ml
- Embudo
- Papel filtro
- Fiola 1L
- Luna de reloj

b. Equipos

- Balanza analítica Sartorius ENTRIS 124-1S
- JLT Flocculation Tester (marca VELP científica)
- Reactor: HANNA instruments HI 839800
- Fotómetro: HANNA instruments HI 83214
- Turbidímetro TB1 (marca VELP científica)
- Peachímetro Mi 150 pH Temperature Bench Meter (Milwaukee)
- Autoclave Automatic JISICO (modelo J-NAS)
- Agitador magnético MST DIGITAL F203A0450

c. Reactivos

- Etanol al 95%
- Agua destilada
- Cloruro de sodio (NaCl) al 5M

d. Insumos

- *Moringa oleífera* 500 g
- Hidróxido de sodio (NaOH) 30 g

3.4.2. Métodos de análisis y/o evaluación

3.4.2.1. Método de análisis para el tratamiento

El método a utilizarse para el tratamiento del agua será coagulación y floculación se le llama de así al proceso por el cual las partículas se aglutinan y con un el peso adquirido sedimentan. Así mismo menciona que “en gran parte de los coloides están cargados negativamente por lo cual estos se encuentran activos debido a la repulsión electrostática, estas sobrepasan las fuerzas de atracción por lo cual las partículas coloides no suelen precipitar” (Lorenzo, 2006).

3.4.2.2. Metodología

a. Obtención de la harina de las semillas de la *Moringa Oleífera*

Se recolectaron 500 g aproximadamente de semillas *Moringa oleífera* libre de hongos o daños , “obtenidas ya las semillas se procedió pelarlas seguidamente pelada y triturarlas con un mortero para facilitar el pulverizado, posteriormente serán tamizadas en un tamiz de 250 μm , obteniendo un polvo fino y finalmente se almacenaron en bolsas herméticas”,(Arias et al., 2017) y (Feria et al., 2014), en la Figura 4 se aprecia el diagrama de flujo y en el **¡Error!** No se encuentra el origen de la referencia.B se puede apreciar las fotografías a detalle.

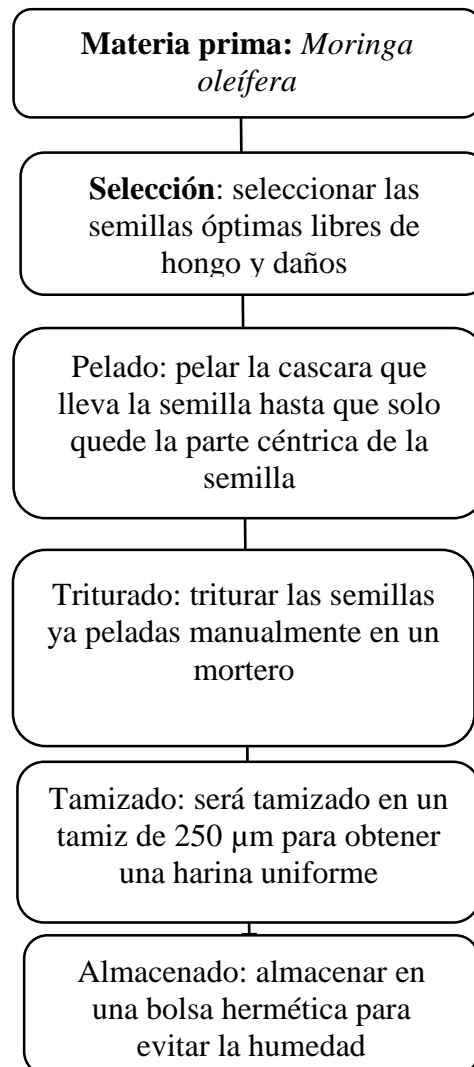


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de la harina de *Moringa oleífera*

Fuente: Adaptado de (Arias et al., 2017) y (Feria et al., 2014)

b. Desengrasado de la harina de las semillas de la *Moringa oleífera*

“Tomando en cuenta que las semillas están compuesta con un 40% aproximadamente de aceites en su peso total, las cuales no cuentan con propiedades coagulantes dejando un líquido lípido en el agua” (Arias et al., 2017). “Por esta razón se desarrolla este proceso evitando la pérdida de proteínas siendo esta la principal causante del mecanismo de coagulación” (Arias et al., 2017).

El estudio se realizó por “disolución en alcohol etílico (etanol al 95%) para lo cual se agregó 50g de harina de *Moringa oleífera* a un matraz con 200mL de etanol, dicha solución fue removida en un agitador magnético a 1300 rpm durante 2 min” (Arias et al., 2017). Posterior a eso “la solución fue filtrada con papel filtro, este proceso se llegó a repetir por cinco veces con el fin de extraer la mayor cantidad de aceite, finalmente lo resultante se dejó secar por 24 horas a temperatura ambiente” (Arias et al., 2017), tal como se muestra en la Figura 5.

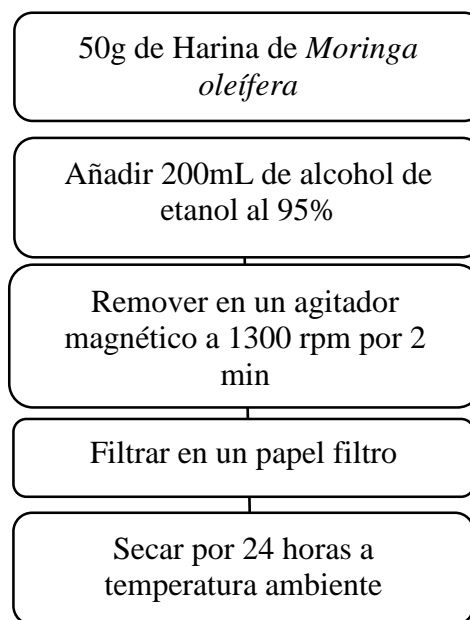


Figura 5. Diagrama de flujo del desengrasado de *Moringa oleífera*

Fuente: Adaptado de (Arias et al., 2017)

c. Solución madre del extracto de la *Moringa oleífera* con NaCl al 5%

Se preparó una solución de cloruro de sodio (NaCl) al 5M, “se mezcló agitador magnético a 200 rpm durante 20 minutos, posteriormente se añadió 50gr. de Moringa desengrasada a 1 litro de la solución de cloruro de sodio y se mezcló en un agitador magnético con 60 rpm durante 10 minutos” (Arias et al., 2017), “la solución resultante se filtró en papel filtro, obteniendo así la solución madre del extracto de *Moringa oleífera* con NaCl al 5%” (Arias et al., 2017), tal como se muestra en la Figura 6.

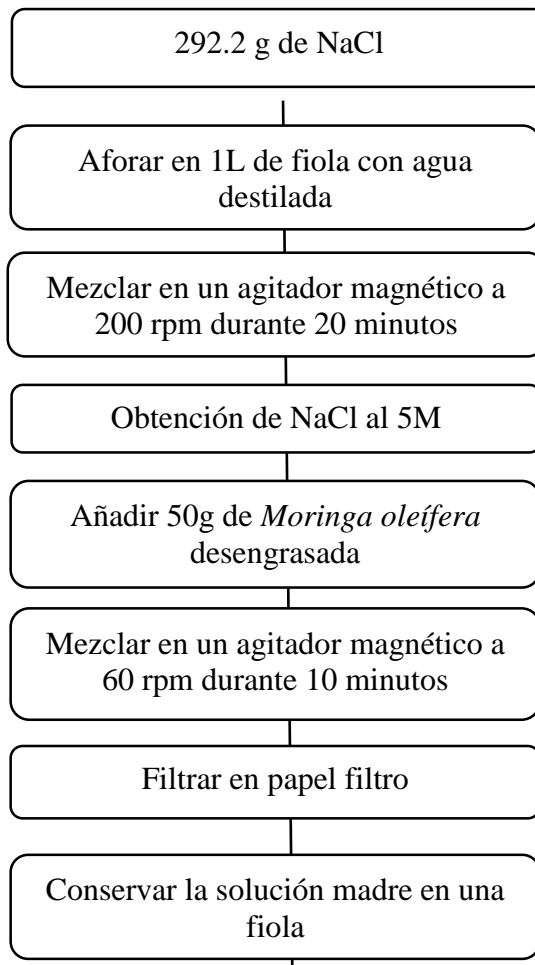


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de la solución madre al 5%
Fuente: Adaptado de (Arias et al., 2017)

d. Prueba de jarras

Para alcalinizar la muestra de lacto suero a un pH 10 y 11 se utilizó hidróxido de sodio (NaOH), agregando 2g se obtuvo un pH de 10 y para llegar a un pH de 11 se agregó 3g del mismo. Para disolver el coagulante de *Moringa oleífera* se utilizó 500 ml de muestra, utilizando la solución madre del 5%

Así mismo, se aplicó concentraciones del coagulante al 5% y 10 % (25mL y 50 mL) en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la fórmula para hallar el volumen de concentración a añadir. “Las muestras fueron sometidas a la prueba de jarras con una velocidad rápida de 200 rpm por 60 segundos, posteriormente se disminuyó la velocidad a 45 rpm durante 10 min” (Arias et al., 2017), tal como se ilustra en la Figura 7 Una vez concluida la agitación se dejó reposar durante 12 horas para que sedimenten los floculos por acción de la gravedad.

Una vez concluida con la experimentación se llevó a cabo el análisis de las aguas tratadas enviándolos a RHLAB S.A.C. para el análisis de Sólidos Suspendidos Totales y Turbidez y al laboratorio de Saneamiento Ambiental de la Universidad Peruana Unión para el análisis de Demanda Química de Oxígeno.

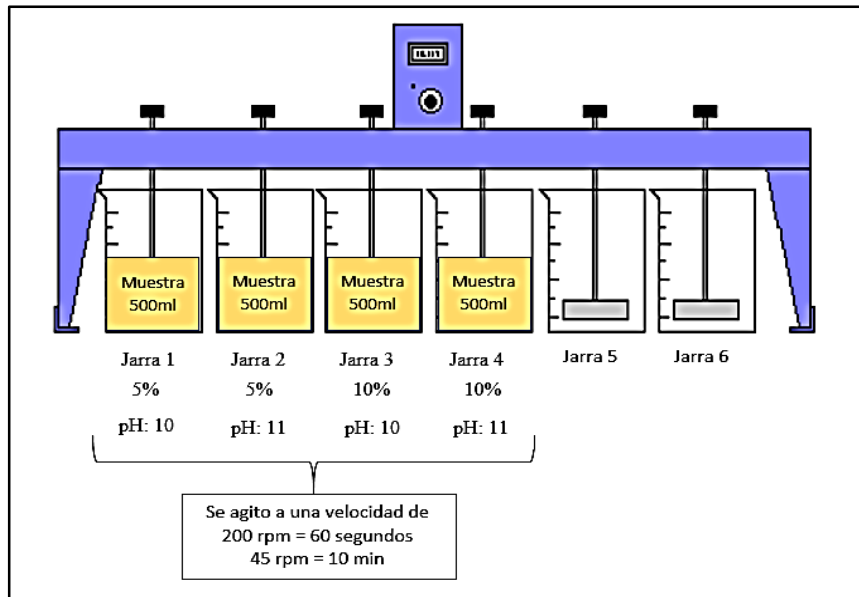


Figura 7. Prueba de jarras considerando dos valores de pH y dos concentraciones del coagulante

Fuente: Adaptado de (Arias et al., 2017)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Obtención del coagulante natural a partir de las semillas de la *Moringa oleífera*

En la Figura 8 se aprecia el diagrama de flujo para la obtención del coagulante natural a partir de las semillas de la *Moringa oleífera*.

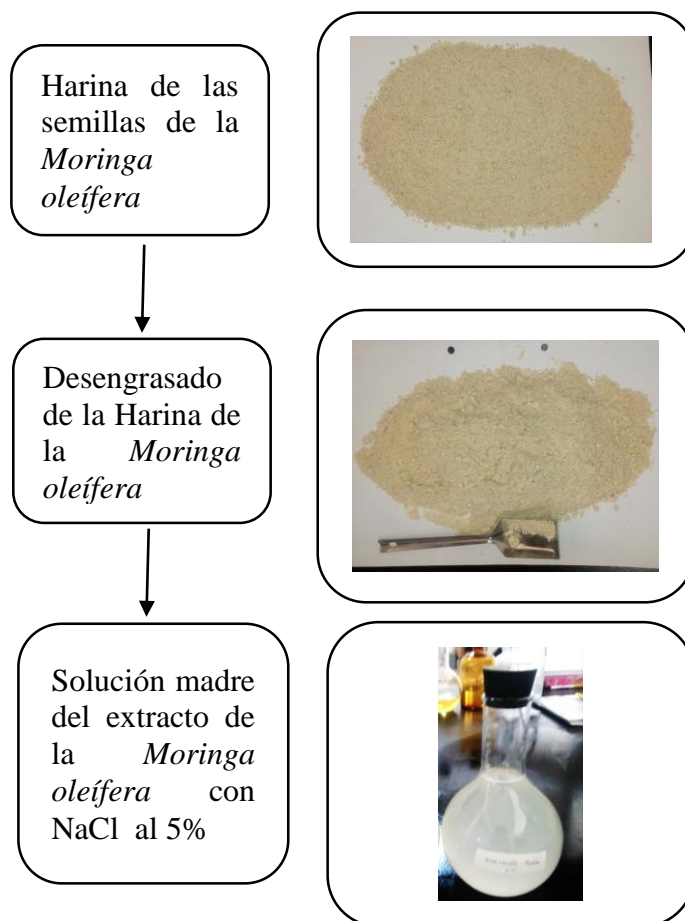


Figura 8. Obtención del coagulante natural a partir de las semillas de la *Moringa oleífera*

Fuente: Adaptado de (Arias et al., 2017)

4.2. Determinación del porcentaje de reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales

4.2.1. Características del lacto suero

El lacto suero del proceso de la elaboración de queso de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi fueron obtenidas a la salida del proceso sin ningún tipo de tratamiento. En la Tabla 5 Se detalla las algunas características del lacto suero.

Tabla 5.
Características del lacto suero

PARAMETRO	LACTO SUERO
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	1649.00
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	774.00

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 5 se aprecia que al hacer la mediciones de la Demanda Química de Oxígeno tuvieron como resultado 1649.00 mg/L y Sólidos Suspendidos Totales fue 774.00 mg/L, debido a los restos que queda en el proceso de elaboración del queso presentes en el lacto suero, la turbiedad cuenta con un valor de 1100.00 UNT debido a los sólidos que hay presentes en el mismo, así como en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se adjuntan los informes de laboratorio.

4.2.2. Tratamiento del lacto suero

En la Tabla 6 y Tabla 7 se aprecia el porcentaje de reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales, mediante el método de coagulación y floculación, utilizando como coagulante la semilla de la *Moringa oleífera*, los experimentos se realizaron con 500mL muestra de lacto suero, aplicándose de la solución madre del 5% a

unas concentraciones del 5% y 10 % (25mL y 50 mL). Para mayor credibilidad los informes de resultados se adjuntan en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 6.
Porcentaje de reducción de la Demanda Química de Oxígeno

Numero de ensayos	Concentración del coagulante	pH	DQO	Reducción DQO
	%		mg/L	%
Ensayo 1	5	10	996,10	39,59
Ensayo 2	5	11	996,20	39,59
Ensayo 3	10	10	996,50	39,57
Ensayo 4	10	11	998,30	39,46
Ensayo 5	5	10	997,00	39,54
Ensayo 6	5	11	997,20	39,53
Ensayo 7	10	10	998,10	39,47
Ensayo 8	10	11	997,30	39,52
Ensayo 9	5	10	998,30	39,46
Ensayo 10	5	11	997,10	39,53
Ensayo 11	10	10	997,20	39,53
Ensayo 12	10	11	997,00	39,54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.
Porcentaje de reducción de los Sólidos Suspendidos Totales

Numero de ensayos	Concentración del coagulante	pH	SST	Reducción SST
	%		mg/L	%
Ensayo 1	5	10	340,67	55,99
Ensayo 2	5	11	341,00	55,94
Ensayo 3	10	10	341,67	55,86
Ensayo 4	10	11	342,00	55,81
Ensayo 5	5	10	341,33	55,90
Ensayo 6	5	11	341,33	55,90
Ensayo 7	10	10	341,33	55,90
Ensayo 8	10	11	342,00	55,81
Ensayo 9	5	10	340,67	55,99
Ensayo 10	5	11	340,67	55,99
Ensayo 11	10	10	341,33	55,90
Ensayo 12	10	11	342,00	55,81

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1.1. Comparación de DQO, SST y Turbidez de lacto suero respecto a las normas nacionales

En la Tabla 8 se observa la disminución de la Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales por coagulación y floculación en donde se muestra que los resultados del tratamiento del lacto suero con *Moringa oleífera* se encuentran dentro de los Valores Máximos Admisibles D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, teniendo como valores 1000mg/L y, 500mg/L respectivamente, la turbidez no está considerada dentro de la normativa; sin embargo, este parámetro si disminuyó.

Tabla 8.

Comparación de resultados del tratamiento con normativa nacional

PARAMETROS	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Turbidez (UNT)
Lacto suero inicial	1649,00	774,00	1100
	996,10	340,67	296,00
	996,20	341,00	294,00
	996,50	341,67	295,00
	998,30	342,00	296,00
	997,00	341,33	294,00
Lacto suero después del tratamiento	997,20	341,33	294,00
	998,10	341,33	295,00
	997,30	342,00	294,00
	998,30	340,67	296,00
	997,10	340,67	295,00
	997,20	341,33	294,00
	997,00	342,00	296,00
Valores Máximos Admisibles	1000	500	-----

Fuente: Elaboración propia

4.3. Determinación de la concentración y pH adecuada del coagulante para la reducción de la Demanda Química de Oxígeno y Solidos Suspendedos Totales

4.3.1. Análisis de varianza para la Demanda Química Oxígeno

En la Tabla 9 se detalla el análisis de varianza para la disminución de la Demanda Química de Oxígeno, se observa que el pH y la concentración del coagulante por el método de coagulación y floculación tiene un efecto lineal no significativo ($p < 0.05$) sobre la reducción de la Demanda Química de Oxígeno, donde se aprecia que tanto el pH y la concentración del coagulante no afecta significativamente en la reducción de los valores de Demanda Química de Oxígeno.

Así mismo la interacción de los factores de estudio tal como se observa en la Tabla 9 no alcanzo un grado de significación estadística, deduciendo que la influencia de la interacción no realiza el nivel de remoción de Demanda Química de Oxígeno de manera significativa, pero si influye tal como lo indica el estadístico R-Cuadrada con un 12.6469%, donde el resto del porcentaje se encuentra en otras variables de investigación.

Tabla 9.
Análisis de varianza para la Demanda Química de Oxígeno

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Concentración del coagulante	0.520833	1	0.520833	0.79	0.3997ns
pH	0.000833333	1	0.000833333	0.00	0.9725ns
Concentración del coaguagulante y pH	0.240833	1	0.240833	0.37	0.5620ns
Error total	5.26667	8	0.658333		
Total (corr.)	6.02917	11			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

En la Figura 9 se presenta la gráfica de superficie de respuesta, donde muestra que a medida que se incrementa los valores de pH y la disminución de la concentración del

coagulante minimiza la concentración de la Demanda Química de Oxígeno hasta alcanzar niveles adecuados.

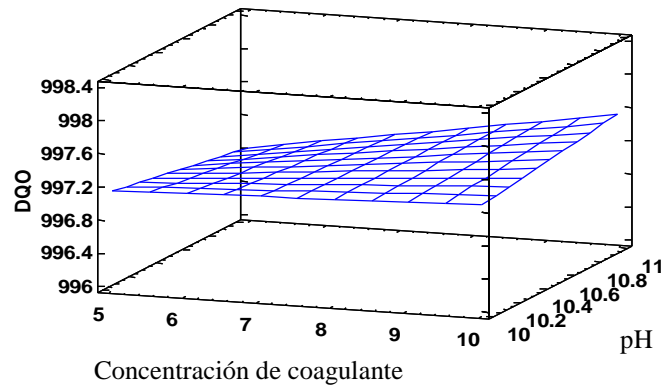


Figura 9. Superficie de respuesta que muestra el efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de DQO

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

Para la interpretación del contorno de la superficie de respuesta estimada, de la Figura 10 en relación a los colores de las líneas está relacionado de valores bajos a valores altos, para lo cual la línea de color rojo representa valores muy altos, sin embargo la línea de color rosado presenta valores muy bajos, indicando la disminución de la Demanda Química de Oxígeno, determinándose que a mayor pH se muestra mayor remoción de DQO.

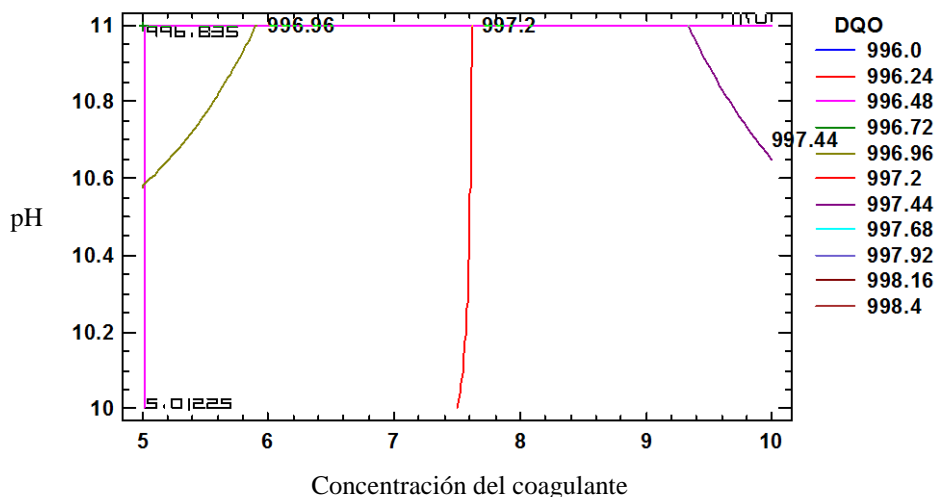


Figura 10. Contornos de la superficie de respuesta estimada del efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de DQO

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018.

Para la disminución de la Demanda Química de Oxígeno se determinaron valores óptimos de concentración del coagulante y pH, tal como se aprecia en la Tabla 10.

Tabla 10.
Optimización de respuesta para la máxima remoción de Demanda Química de Oxígeno

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración del coagulante	5.0	10.0	5.0
pH	10.0	11.0	11.0
Valor óptimo = 996.833			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

Una vez obtenida los resultados se midió la Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Turbidez mostrándose en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se obtuvo una reducción del 39.5%, 56.0% y 73.2%. A comparación de la investigación realizada por (Arias et al., 2017). En la cual indica que el uso de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante viene siendo un método efectivo para utilizarlo como complemento para estos procesos y más aún para lugares que cuentan con bajos recursos económicos ya que obtuvo una remoción del 90% en los parámetros de DQO, SST, Coliformes Totales y Fecales

4.3.2. Análisis de varianza de SST

El análisis de varianza para la disminución de los Sólidos Suspendidos Totales, se muestra que la concentración del coagulante por el método coagulación y floculación tiene un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la reducción de los Sólidos Suspendidos Totales; sin embargo, el pH no afecta significativamente en la reducción del mismo. La interacción de los factores de estudio tal como se observa en la Tabla 11, no alcanzo un grado de significación estadística, deduciendo así que la influencia de la interacción no realiza significativamente el nivel de remoción de Sólidos Suspendidos Totales, no obstante la investigación si tiene

influencia como lo indica el estadístico R-Cuadrada con un 79.6632% en la reducción de la Sólidos Suspendedos Totales, donde el resto del porcentaje se encuentra en otras variables de investigación.

Tabla 11.
Análisis de varianza para Sólidos Suspendedos Totales

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Concentración del coagulante	1.80963	1	1.80963	24.74	0.0011*
pH	0.333333	1	0.333333	4.56	0.0653ns
Concentración del coagulante y pH	0.149633	1	0.149633	2.05	0.1905ns
Error total	0.585267	8	0.0731583		
Total (corr.)	2.87787	11			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

La gráfica de superficie de respuesta muestra que a medida que se va disminuyendo el pH del lacto suero y la aplicación de la concentración del coagulante los Sólidos Suspendedos Totales va alcanzando los niveles adecuados, tal como se aprecia la Figura 11.

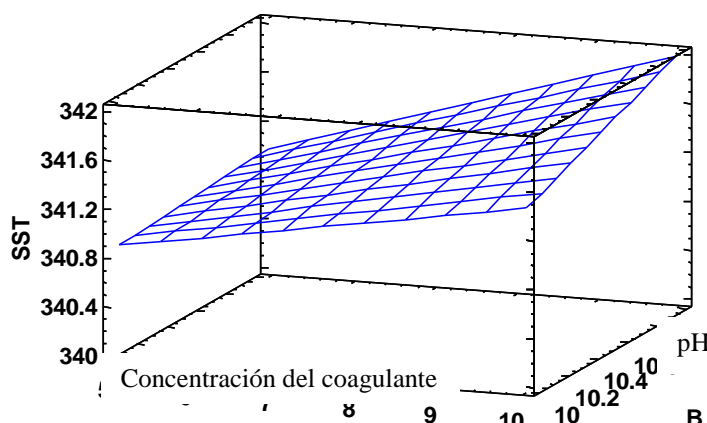


Figura 11. Superficie de respuesta que muestra el efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de SST

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

El contorno de la superficie de respuesta estimada, está relacionado con los colores de las líneas, donde se aprecia desde los valores bajos a valores altos, por lo cual la línea de color

marrón corresponde a los valores muy altos; sin embargo la línea de color rosado muestra valores muy bajos, indicando la disminución de los Sólidos Suspendidos Totales. Como se observa en la Figura 12. Determinándose que a mayor pH se muestra mayor remoción de DQO.

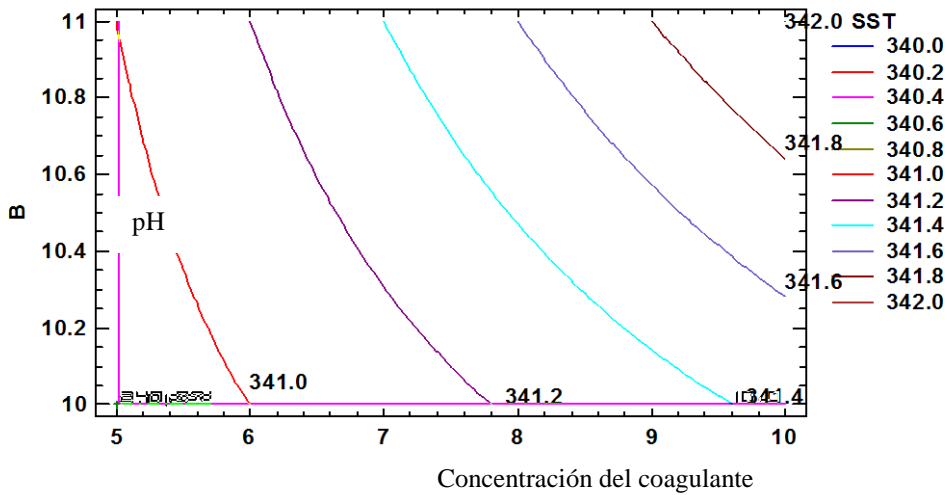


Figura 12. Contornos de la superficie de respuesta estimada del efecto de la concentración del coagulante y pH en la disminución de SST
Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

Para la disminución de los Sólidos Suspendidos Totales se hallaron valores óptimos de la concentración del coagulante y pH, mostrándose en la Tabla 12.

Tabla 12.
Optimización de respuesta para la máxima remoción de Sólidos Suspendidos Totales

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración del coagulante	5.0	10.0	5.0
pH	10.0	11.0	10.0
Valor óptimo = 340.89			

Fuente: STATGRAPHICS Centurion, 2018

En los datos resultantes en los análisis muestra que la concentración del coagulante y el pH influyen en la remoción de Solidos Suspendidos Totales con un 56.0% de reducción, tal como nos dice Arias et al., (2017) que los “Sólidos Suspendidos Totales tiene una reducción

del 90%, mencionando que es un aporte importante sobre la ventaja del uso de la harina de la *Moringa Oleífera*". De la misma forma Mejia, (2017) menciona que la harina de la semilla moringa oleífera es muy eficiente ya que tiene una capacidad de remoción del 88.8% de Sólidos Suspendidos Totales, siendo muy económica en zonas de bajos recursos económicos.

Con respecto a la turbidez de acuerdo a los resultados obtenidos el porcentaje de reducción de turbidez es del 73.2%, a comparación de la investigación de Castellanos, (2017) menciona que la *Moringa oleífera* actuó con una remoción del 90% en valores de turbidez mostrando una mayor eficiencia de remoción. De la misma forma en la investigación de Vela, (2016) menciona que en las aguas turbias del río Alto Chicama se removió un 93.10% de turbidez considerándolo eficaz en la disminución de turbidez. Así mismo Mejia, (2017) menciona la harina de *Moringa Oleífera* demostró que el coagulante natural a base de semilla de *Moringa oleífera* tiene mayor eficiencia en remoción de turbidez removiendo un 87.3%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La aplicación del proceso de coagulación y floculación utilizando la harina de *Moringa oleífera* como coagulante natural en el tratamiento de aguas residuales para lacto suero de la planta quesera Lacsur, resultó ser una alternativa eficiente ya que los resultados obtenidos en la reducción de Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Turbidez obtuvieron una remoción de 39.59%, 55.99% y 73.27% respectivamente.
- Se comprobó que la *Moringa oleífera* disminuye los parámetros de Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y turbidez en aguas residuales de lacto suero cumpliendo los Valores Máximos Admisibles como lo es DS N° 021-2009-VIVIENDA.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de la harina de la semilla de *Moringa oleífera* como coagulante natural para el tratamiento de aguas residuales ya que no es perjudicial para el medio ambiente, además de ser económico a diferencia de coagulantes químicos.

- Se recomienda que en las futuras investigaciones trabajar con mayor cantidad de dosis, como también tener en cuenta el tiempo de sedimentación de la muestra, ya que a mayor tiempo de reposo tal vez se encuentre mejores resultados.
- Es recomienda en investigaciones futuras la utilización de aguas residuales de mataderos para ver su eficiencia de la harina de la semilla de *Moringa oleífera*.
- Se recomienda para futuras investigaciones la utilización del coagulante natural *Moringa oleífera* para el tratamiento de aguas residuales industriales
- Se recomienda el desengrasado de la semilla *Moringa oleífera* para obtener mayor eficiencia en el agua tratada.

Referencias

- Acebedo, Y. (2016). *Eficiencia de la semilla marango (Moringa Oleífera) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Paccha, Jauja, Junín, 2016*. Universidad Cesar Vallejo.
- AGALEP, & CEPES. (2009). Boletín informativo del sector lechero-ganadero, (1), 1–9.
- Aider, M., Halleux, D., & Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(3), 334–341. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.005>
- Arango, Á. (2005). La electrocoagulación: Una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 49–56.
- Araujo, Á., Monsalve, L., & Quintero, A. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 55–66.
- Arias, A., Hernandez, J., Castro, A., & Sanchez, N. (2017). Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: Uso del polvo de la semilla de la M. oleifera como coagulante natural. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1(1), 29–39. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(edición especial\)29-39](https://doi.org/10.18684/bsaa(edición especial)29-39)
- Avelino, F., Novelo, R., & Tamayo, M. (2009). Tratamientos de aguas residuales de rastro mediante semillas de Moringa oleifera lam como coagulante. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 523–529. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912996021>
- Cabrera, X., Fleites, M., & Contreras, A. (2009). Estudio del Proceso de Cuagulación-Floculación de Aguas Residuales de la Empresa Textil “Desembarco del Granma” a Escala de Laboratorio. *Tecnología Química*, XXIX(3), 64–73. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/4455/445543760009.pdf>
- Castellanos, F. (2017). Revisión del uso de coagulantes naturales en el proceso de clarificación del agua en Colombia.


- Caviedes, D., Muñoz, R., Perdomo, A., Rodríguez, D., & Sandoval, I. (2015). Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. *Revista Ingeniería y Región*, 13(1), 73–90.
- Cortijo, D. (2013). Desalcalinización del agua mediante intercambio iónico. *Ingeniería Industrial*, 1(31), 221–238. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337430545010>
- Cuizano, N., Llanos, B., & Navarro, A. (2009). Aplicaciones ambientales de la adsorción mediante biopolímeros naturales: Parte 1- compuestos fenólicos. *Revista De La Sociedad Química Del Perú*, 75(4), 495–508.
- Feria, J., Bermúdez, S., & Estrada, A. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. *Producción Más Limpia*, 9(1), 9–22. <https://doi.org/10.22507/pml.v9n1a1>
- Folkard, G., & Sutherland, J. (1996). Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades. *Ariadne*, 8(3), 5–8. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-57>
- Garcés, L., & Peñuela, G. (2012). Fotocatálisis de las aguas residuales de la industria textil utilizando colector solar. *Rev. Lasallista Investig*, 4(2), 24–31. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492007000200004&script=sci_arttext&tlng=es
- Gonzales, M. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo Pecuario*, 4(2), 16–32.
- Hernandez, M., & Velez, J. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(2), 13–22.
- Humpire, F. (2017). *Efecto del pH y tiempo en la depuración de lactosuero residual por electrocoagulación*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Liñan, F. (2010). Moringa oleifera el árbol de la nutrición. *Ciencia y Salud Virtual*, 2(1), 130–138. <https://doi.org/10.22519/21455333.70>
- Lorenzo, Y. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación.

- ICIDCA. *Sobre Los Derivados de La Caña de Azúca*, XL(2), 10–17. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664002>
- Mejia, P. (2017). “*Uso de la Moringa oleifera Lam. (Moingaceae) como coagulante natural para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas.*” Universidad Cesar Vallejo. Retrieved from <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/facultades/ingenieria/ingenieria>
- Mera, C., Gutiérrez, M., Rojas, M., & Paz, J. (2016). Efecto de la Moringa oleifera en el tratameinto de aguas residuales en el Cauca, Colombia. *Biotecnoloía En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 100. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)100-109](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)100-109)
- MINAGRI. Ley de Recursos Hidricos N° 29338 (2009).
- MINAM. Ley General del Ambiente N° 28611 (2005).
- Ministerio de vivienda, construccion y S. Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento (2009).
- Mora, J., & Gacharná, N. (2015). El árbol milagroso: la moringa oleifera. *Biodiversidad Colombia*, 0(5), 49–58.
- Ojeda, R. (2015). *Caracterización físico-química del lactosuero de alpaca (Vicugna pacos)*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Parra, R. (2009). Lactosuero : Importancia En La Industria De Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 62(1), 4967–4982.
- Prado, D. (2013). *Valoracion de impactos ambientales generados en la industria lactea y cárnica en la ciudad deCuenca. Diplomado Superior En Educación Universitaria Por Competencias.* Universidad del Azuay. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3281/1/10055.pdf>
- Reyes, N. (2004). Marango: cultivo y utilizacion nn la alimentacion animal. *Agencia Sueca Para El Desarrollo Internacional (ASDI)*, 25.

- Rivera, A. (2017). *Uso de Moringa oleífera y carbon activado para el mejorameinto de la calidad del agua residualde lavado vehicular en el distrito de San Martin de Porres - Lima 2017*. Universidad Cesar Vallejo.
- Urquia, K. (2017). *Eficiencia de la Opuntia Ficus-Indica frente a la Moringa Oleífera, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL-2017*. Universidad Cesar Vallejo. Retrieved from <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/facultades/ingenieria/ingenieria>
- Valencia, E., & Ramírez, M. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Elementos*, 73, 27–31. Retrieved from <http://www.elementos.buap.mx/num73/pdf/27.pdf>
- Vela, C. (2016). *Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del rio Alto Chicama, puente Ingon, Trujillo 2016*. Universidad Cesar Vallejo. Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/7597/vela_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo A. Cadena de custodia

	RHLAB SAC Av. Marfies del 4 de noviembre N° 2414 - Jillica Tel: 978645480 935008140	I.L.C.C. N°: _____ CADENA DE CUSTODIA - AGUA	HOJA: _____ de _____	Código Reg: F-005-18 Versión: 01
				Aprob por: _____ Gerente de Operaciones

Señores: Ing. Bach. Vanessa Marelin Quispe Arcoqipa Dirección: Jr. Gonzales Prado con Jr. Hoguegua Atención: _____ Responsable del muestreo: _____	RUC: _____	Teléfono: 951420906 e-mail: quispevanessa.05@gmail.com Proyecto/ Programa: Horario Oligiere en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendedos Totales en la planta quesera Lacosur de la comunidad campesina Pasocani, Región Puno, 2018	Consultas: Gerencia de Operaciones e-mail: rhlabperu@gmail.com
---	------------	--	--

Codigo RH (campo para ser llenado solo por el laboratorio)	Fecha	Hora	Matriz*	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		N° frascos		Volumen total (L)
						Zona, Urb, AAHH/ Dist. / Prov. / Depart.	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	Paseo	Vitrío	
	15/11/18		RI		Muestra inicial	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18		RI		Ensayo 1	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18		RI		Ensayo 2	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18		RI		Ensayo 3	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18		RI		Ensayo 4	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18		RI		Ensayo 5	Planta quesera Lacosur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			


NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo


Observaciones: _____

Campos para llenarse cuando se recepcionan las muestras en RHLAB SAC

Recipiente(s) adecuado(s):	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Blanco viajero:	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Fecha de recepción:	
Muestras recibidas intactas:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Blanco de Campo:	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Hora de recepción:	
Conservación de muestras:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Duplicados:	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Temperatura CV:	
Condiciones transporte: Transporte Adecuado					

(*) Matriz de muestra: Leer la información de hoja anexa para colocar las siglas.


Firma: 
 Repres. Cliente **Vanessa Marelin Quispe Arcoqipa**
 71604981

Firma: 
 Entrega a RH: **02271122**
Mario Nicolas Gomez Maurici

Firma: 
 Recibido RH:  **Gerente de Operaciones**
 CIP 167755

ILC.C. N°:

HOJA: de

 RHLAB SAC Av. Marites del 4 de noviembre N° 2414 - Juliaca Teléf: 978545480 936008140	CADENA DE CUSTODIA - AGUA		Código Reg. F-005-18	Versión: 01
			Aprob. por: Gerente de Operaciones	Fecha Rev: 01/08/2018

Señores:	Ing. Bah. Vanessa Maselin Quispe Aroquipa	RUC:		Teléfono: 951420906 e-mail: quispevanessa-05@gmail.com	Consultas: Gerencia de Operaciones e-mail: rhlaberu@gmail.com
Dirección:	Jr. Gonzales Prado con Sr. Moquegua	Proyecto/ Programa:	Evaluación de la capacidad coagulante de la Moringa elejira en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lodo negro de la planta quesera Laesur de la Comunidad campesina de Pasocani, Región Puno, 2018		
Atención:		Muestra(s):	Puntual(es) para formar compuesto		
Responsable del muestreo:			Puntual(es)	x	
			Composito(s)		

Codigo RH (campo para ser llenado solo por el laboratorio)	Fecha	Hora	Matriz*	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		N° frascos		Volumen total (L)
						Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	Plasto	Vidrio	
							15/11/18			
	15/11/18				Ensayo 7	Planta quesera Laesur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18				Ensayo 8	Planta quesera Laesur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18				Ensayo 9	Planta quesera Laesur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18				Ensayo 10	Planta quesera Laesur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			
	15/11/18				Ensayo 11	Planta quesera Laesur, Pasocani, Asillo	645943E 1635847N			

NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo

Campos para llenarse cuando se reciben las muestras en RHLAB SAC

Observaciones:

.....

.....


.....


.....

Recipiente(s) adecuado(s):
Muestras recibidas intactas:
Conservación de muestras:
Condiciones transporte:

SI	NO	Blanco viajero	SI	NO	Fecha de recepción:
X					Hora de recepción:
X			Duplicados:		
X					Transporte Adecuado

(*) Matriz de muestra: Leer la información de hoja anexa para colocar las siglas.

Firma 
 Repres. Cliente: Vanessa Maselin Quispe Aroquipa
 71604991

Firma 
 Entrega a RH
 02271423
 Mario Nicolas Gomez Mamani

Firma 
 Recibido RH  GERENTE DE OPERACIONES
 CIP 167755



RHLAB SAC
 Av. Marinos del 4 de noviembre N° 2414 - Juliaca
 Teléf. 978645480 935008140

ILC.C. N°:

HOJA: de

CADENA DE CUSTODIA - AGUA

Código Reg: F-005-18 Versión: 01
 Aprob por: Fecha Rev:
 Gerente de Operaciones 01/03/2018

Señores: **Ing. Bach. Vanessa Marcela Quispe Arcoqipa** RUC: DNT: 71604991 Teléfono: 951420906 e-mail: quispevanessa05@gmail.com
 Dirección: Proyecto/ Programa: **Evaluación de la capacidad coagulante de la planta quesera en la selección de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendedos** Consultas: **Gerencia de Operaciones**
 Atención: Muestra(s): Puntual(es) para formar composito: Puntual(es) x Composito(s)
 Responsable del muestreo: **Planta quesera La Cruz, Pasocoani, Areillo** e-mail: rhlabperu@gmail.com

Codigo RH (campo para ser llenado solo por el laboratorio)	Fecha	Hora	Matriz*	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		N° frascos		Volumen total (L)
						Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	Plástico	Vidrio	
	13/11/18		RI		Ensayo 12	Planta quesera La Cruz, Pasocoani, Areillo	645943 E 1635847 N			

NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo

Campos para llenarse cuando se receptionan las muestras en RHLAB SAC

Observaciones:

SI	NO	Blanco viajero:	SI	NO	Fecha de recepción:	
X			Blanco de Campo:			Hora de recepción:
X				Duplicados:		
X						

Transporte Adecuado

(* Matriz de muestra: Leer la información de hoja anexa para colocar las siglas.

Firma
 Repres. Cliente **Vanessa Marcela Quispe Arcoqipa**
 71604991

Firma
 Entrega a RH **02271423**
Mario Nicolas Gomez Flawani

Firma
 Recibido RH **Ing. Celymapa Luque**
 CIP 167755
 GERENTE DE OPERACIONES

Anexo B. Panel fotográfico



Fotografía 1. Planta quesera Lacsur Posoconi



Fotografía 2. Interior de la planta quesera Lacsur Posoconi



Fotografía 3. Producción de queso



Fotografía 4. Lacto suero después de la producción de queso



Fotografía 5. Semillas de *Moringa oleífera*



Fotografía 6. Selección de las semillas de *Moringa oleífera*



Fotografía 7. Pelado de las semillas



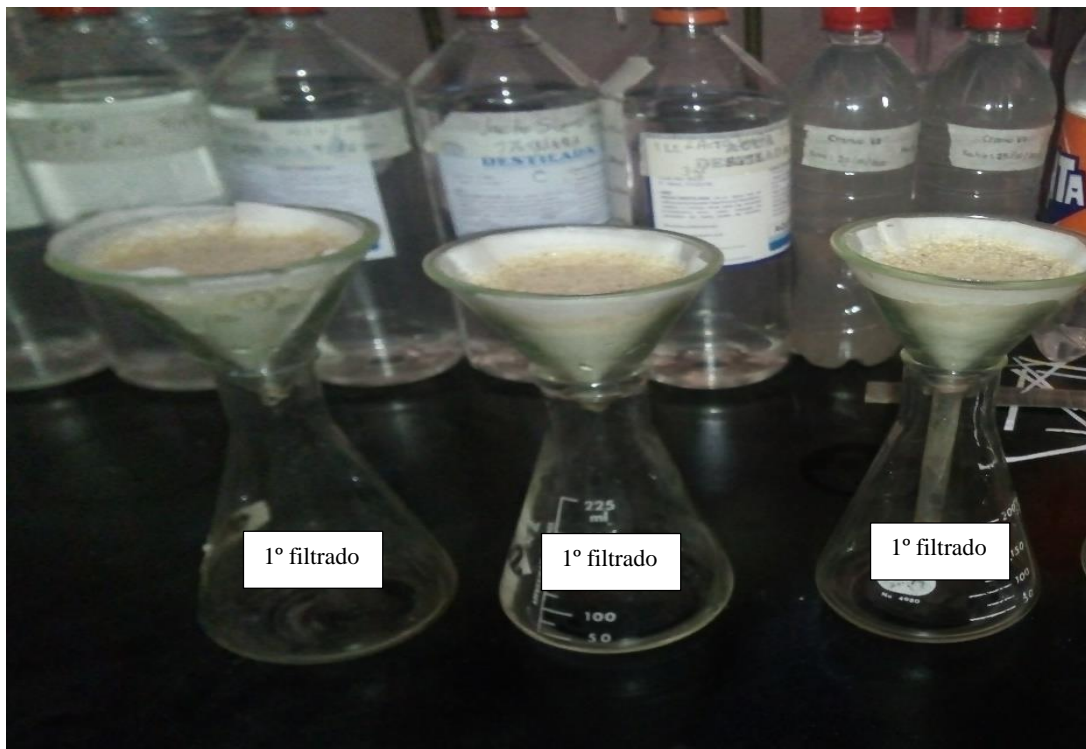
Fotografía 8. Molienda de las semillas



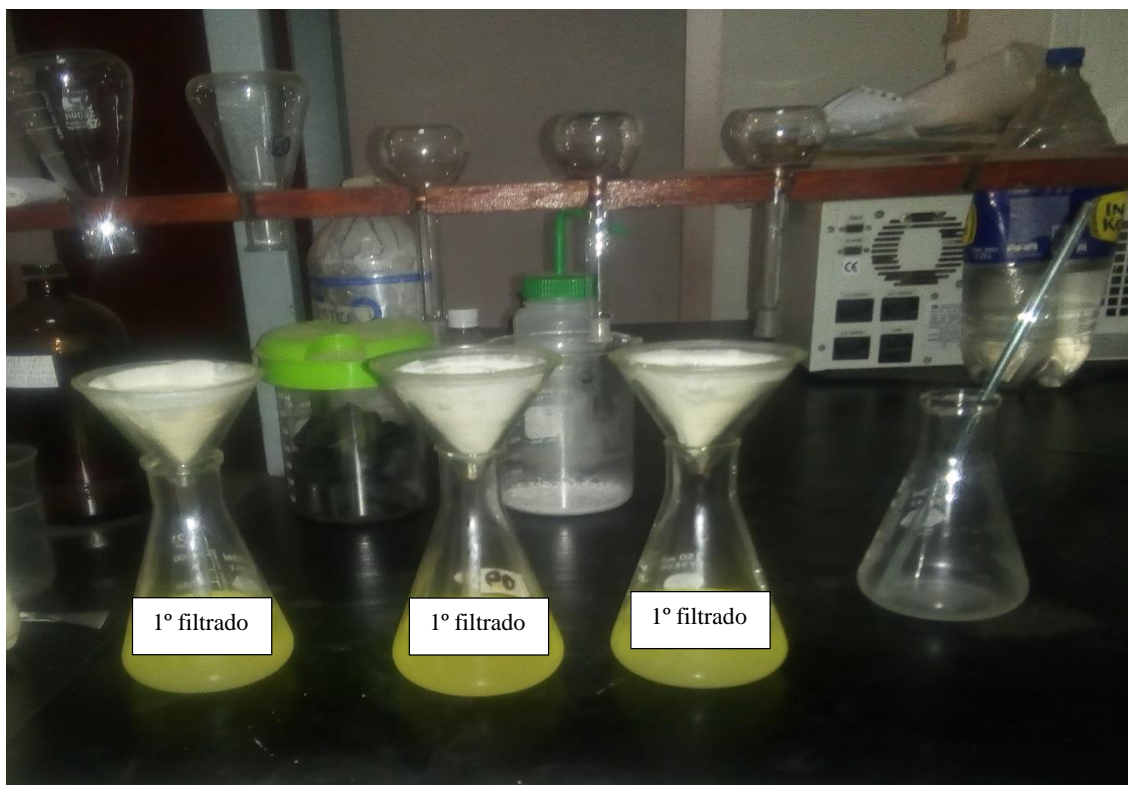
Fotografía 9. Molido de las semillas



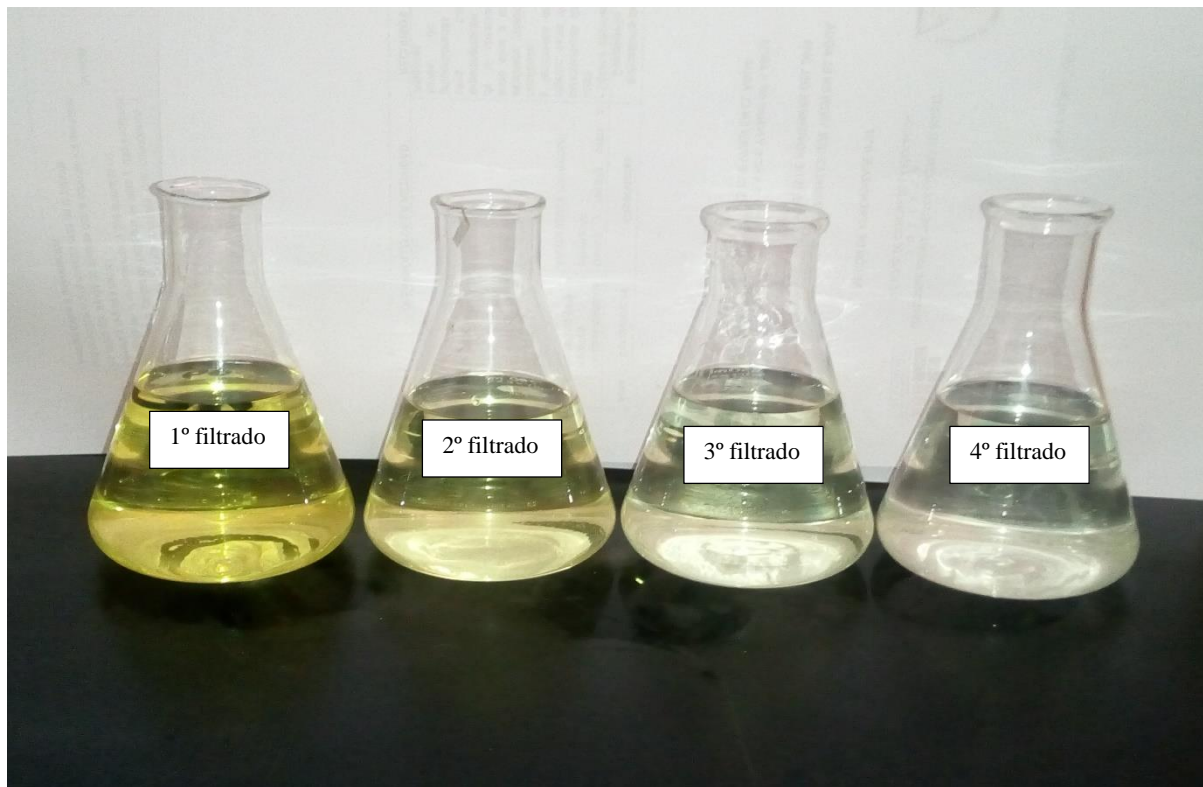
Fotografía 10. Tamizado de las semillas



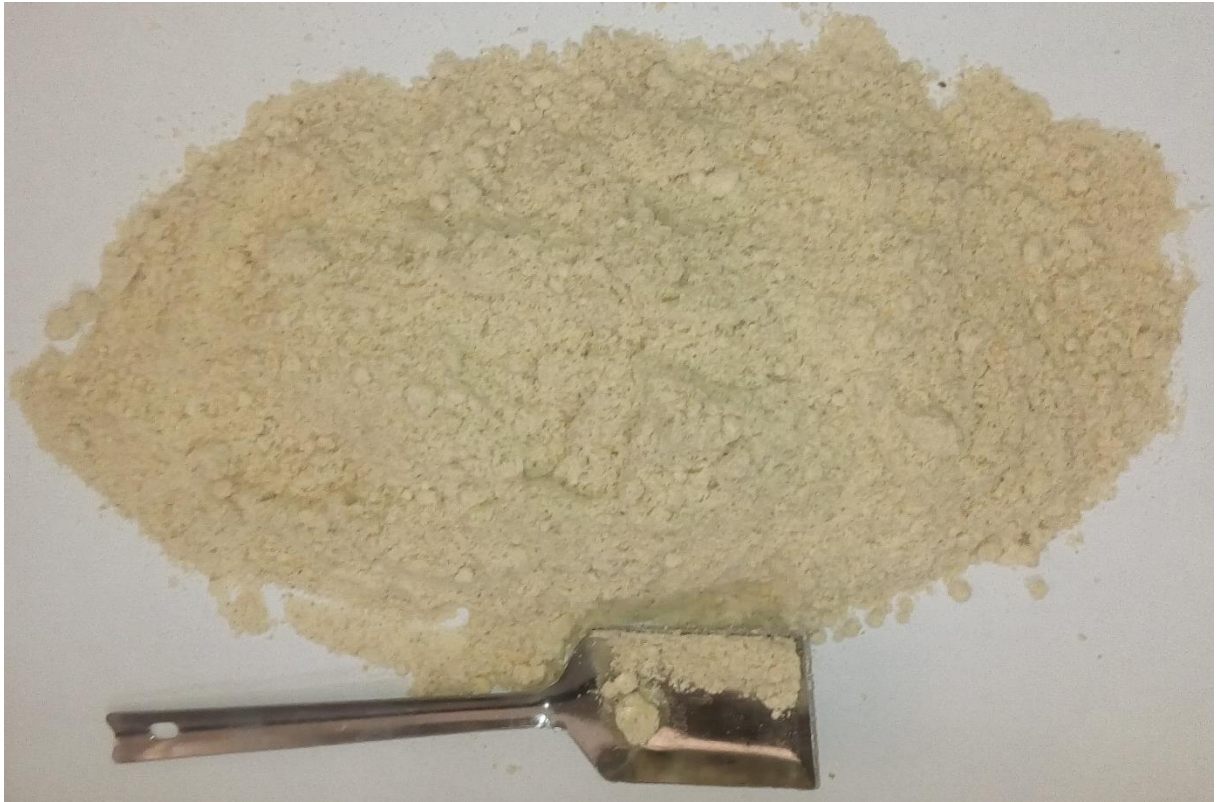
Fotografía 11. Filtrando para el desengrasado



Fotografía 12. Filtración del desengrasado de Moringa oleífera



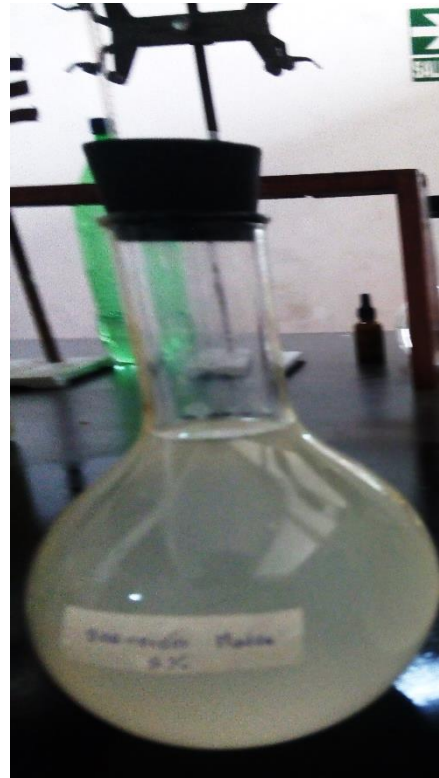
Fotografía 13. Desengrasado de Moringa oleífera con alcohol etílico (etanol al 95%)



Fotografía 14. Moringa oleífera desengrasada



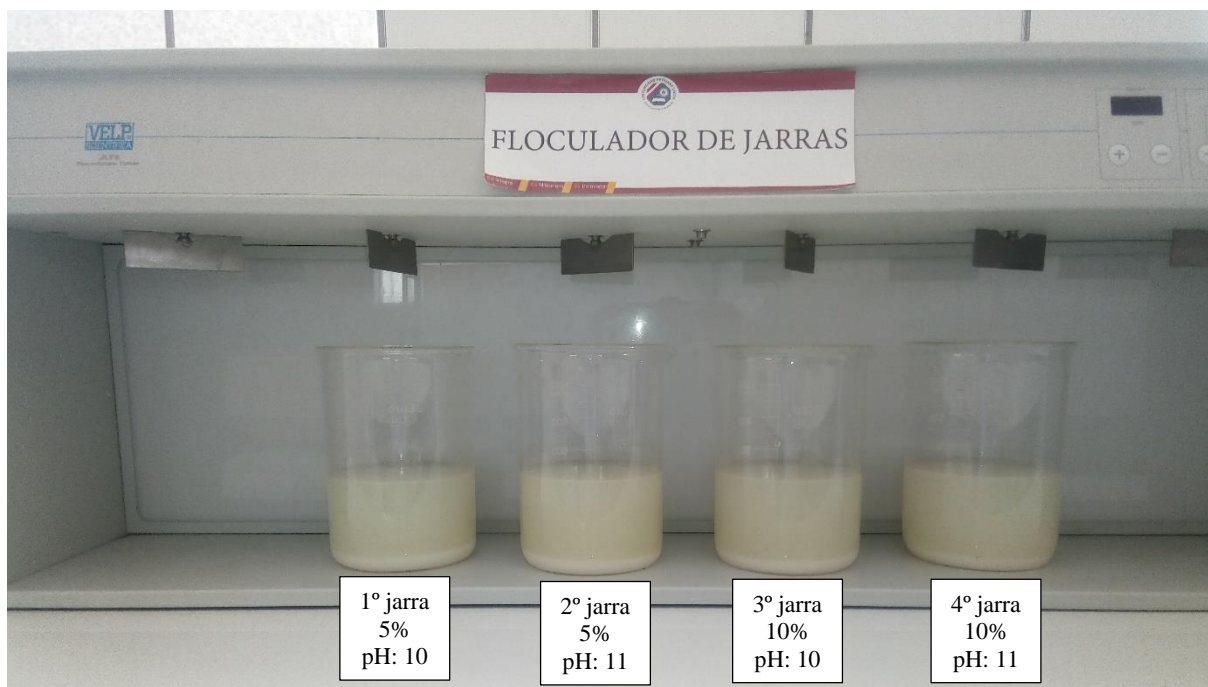
Fotografía 15. Solución madre al 5%



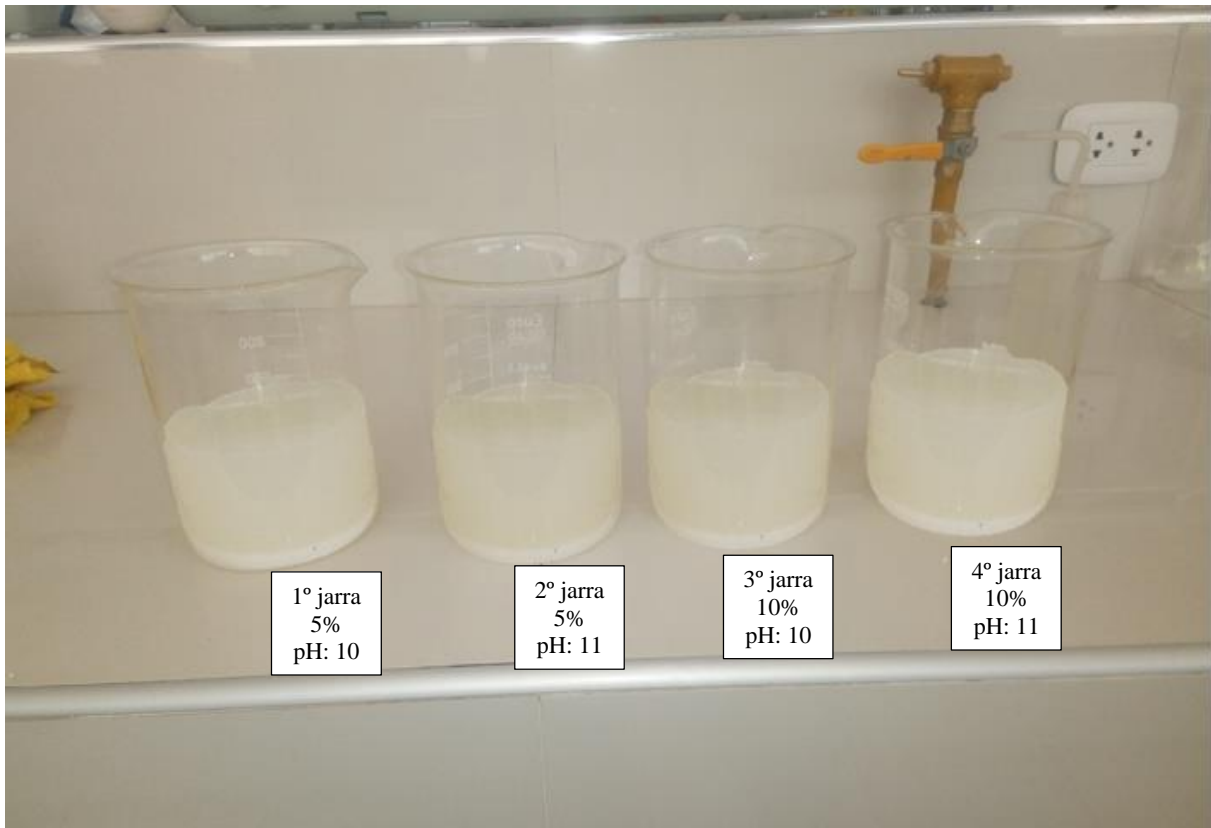
Fotografía 16. Solución madre al 5%



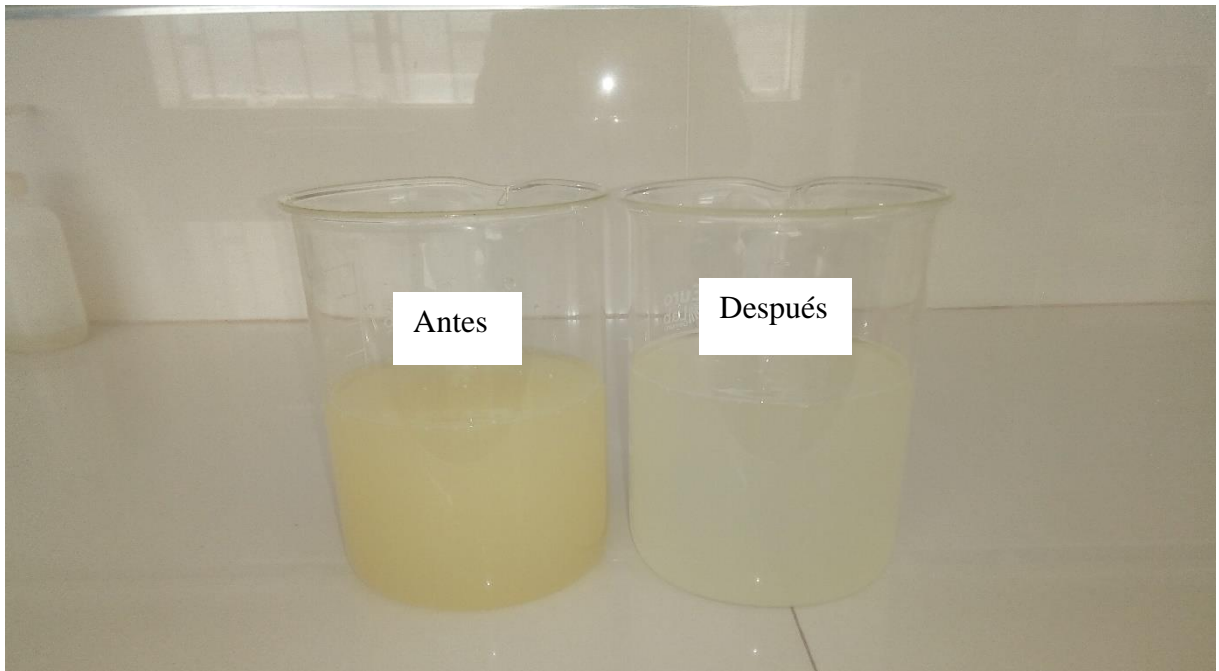
Fotografía 17. Prueba de jarras



Fotografía 18. Prueba de jarras (30 minutos de sedimentación)



Fotografía 19. Prueba de jarras (60 minutos de sedimentación)



Fotografía 20. Comparación del lacto suero antes y después del tratamiento (12 horas de sedimentación)

Anexo C. Memoria de cálculo del Volumen de dosis a aplicar

- Volumen de dosis a aplicar a la muestra con una concentración del 5%

$$C * V = C * V$$

$$100\% * V = 5\% * 500 \text{ mL}$$

$$100V = 2500 \text{ mL}$$

$$V = 2500\text{mL}/100$$

$$V = 25\text{mL}$$

- Volumen de dosis a aplicar a la muestra con una concentración del 10%

$$C * V = C * V$$

$$100\% * V = 10\% * 500 \text{ mL}$$

$$100V = 5000 \text{ mL}$$

$$V = 5000\text{mL}/100$$

$$V = 50\text{mL}$$

Anexo D. Informe de muestra inicial de Demanda Química de Oxígeno



RESULTADO DE ANÁLISIS UPEU – FIA/ING-AMBIENTAL 2018-004

Una Institución Adventista

CLIENTE : Vanessa Marelin Quispe Aroquipa
DIRECCIÓN : Jr. Gonzales Prada N° 152
LUGAR DE MUESTREO : Planta quesera LACSUR S.A., CC Posoconi,
distrito de Asillo, Azángaro
TIPO DE MUESTRA : Agua Industrial
COORDENADAS : 645943 E; 1635847 N
F. RECEPCIÓN DE MUESTRA : 07/11/2018
F. INICIO DE ENSAYOS : 07/11/2018
MUESTREADO POR : Laboratorio de Saneamiento Ambiental

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA			
Análisis	Unidad	Valor obtenido	Método
Fisicoquímicos			
DQO	mg/L	1649	Fotometría

Juliaca, 09 de noviembre del 2018


Jefe de Laboratorio
ING. AMBIENTAL - UPEU FJ

Anexo E. Informe de muestra inicial y tratada de Sólidos Suspendedos Totales y Turbidez



RHLAB S.A.C.
SERVICIOS ANALÍTICOS QUÍMICO - METALÚRGICO

RH-M22-138

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE	
A SOLICITUD DE	Bach. Vanessa Marelin Quispe Aroquipa
ASUNTO	Determinación Analítica del contenido total Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Turbidez (T)
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA MUESTRA	
DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	Muestra Agua, Lacto Suero
CANTIDAD DE MUESTRAS	13
UBICACIÓN	Coordenadas 14°47'34"S 70°21'22"O
SOLICITUD DE ENSAYO	Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Turbidez (T)
MOTIVO	Evaluación de la capacidad coagulante de la <i>Moringa Oleifera</i> en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendedos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posocon, Región Puno, 2018
RECEPCION DE MUESTRAS	Botella de Plastico, devidamente conservado y refrigerado
FECHA DE REALIZACION DEL ENSAYO	15/11/2018 al 19/11/2018
DETALLE DEL INFORME	

RESULTADO DE ENSAYO

N°	N° RH	Código de Cliente	SST	Turbidez
			mg/lit	UNT
1	RH-M20-466	Muestra Inicial	774,00	1100,00
2	RH-M20-467	Ensayo 1	340,67	296,00
3	RH-M20-468	Ensayo 2	341,00	294,00
4	RH-M20-469	Ensayo 3	341,67	295,00
5	RH-M20-470	Ensayo 4	342,00	296,00
6	RH-M20-471	Ensayo 5	341,33	294,00
7	RH-M20-472	Ensayo 6	341,33	294,00
8	RH-M20-473	Ensayo 7	341,33	295,00
9	RH-M20-474	Ensayo 8	342,00	294,00
10	RH-M20-475	Ensayo 9	340,67	296,00
11	RH-M20-476	Ensayo 10	340,67	295,00
12	RH-M20-477	Ensayo 11	341,33	294,00
13	RH-M20-478	Ensayo 12	342,00	296,00

Los resultados obtenidos y que se consignan en el presente informe corresponden al ensayo solicitado en las muestras recibidas del cliente.

METODOS DE REFERENCIA

- * Los resultados, son validados en el Laboratorio RHLAB S.A.C.
- * Determinación de Sólidos Suspendedos Totales (SST) - Método Gravimétrico
- * Determinación de Turbidez (T) - Método Nefelométrico


Fidel Huaynapata Luque
 CIP 167755
 GERENTE DE OPERACIONES

Av Martires del 4 de Noviembre N° 2414 (Salida Puno - Frente a Covisur)
Cel: 978645480 - 935008140

Anexo F. Informe de muestra tratada de la Demanda Química de Oxígeno



RESULTADO DE ANÁLISIS UPEU – FIA/ING-AMBIENTAL 2018-005

Una Institución Adventista

CLIENTE : Vanessa Marelin Quispe Aroquipa
DIRECCIÓN : Jr. Gonzales Prada N° 152
LUGAR DE MUESTREO : Planta quesera LACSUR S.A., CC Posoconi,
 distrito de Asillo, Azángaro
TIPO DE MUESTRA : Agua Industrial
COORDENADAS : 645943 E; 1635847 N
F. RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13/11/2018
F. INICIO DE ENSAYOS : 13/11/2018
MUESTREADO POR : Laboratorio de Saneamiento Ambiental

Análisis de Calidad de aguas			
Nº de ensayos	Unidad	Parámetro	Método
		DQO	
1	mg/L	996.10	Fotometría
2	mg/L	996.20	Fotometría
3	mg/L	996.50	Fotometría
4	mg/L	998.30	Fotometría
5	mg/L	997.00	Fotometría
6	mg/L	997.20	Fotometría
7	mg/L	998.10	Fotometría
8	mg/L	997.30	Fotometría
9	mg/L	998.30	Fotometría
10	mg/L	997.10	Fotometría
11	mg/L	997.20	Fotometría
12	mg/L	997.00	Fotometría

Juliaca, 14 de noviembre del 2018



 Jefe de Laboratorio
 ING. AMBIENTAL - UPEU FJ