

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en  
la concentración de detergentes en agua residual  
de lavandería, San Juan de Lurigancho 2019**

Fredy Yupanqui Perez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Lima, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# **ASESOR**

Ing. ESPINOZA TUMIALÁN PABLO CESAR

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a Dios por guiar mis pasos, a mi padre Eduar, familiares y amigos por darme mucha fuerza y aliento para seguir luchando por mis metas trazadas.

## **DEDICATORIA**

A Dios, ante todo, y, a mi querido padre, que es mi ejemplo a seguir, por el apoyo constante, la ayuda, la guía, los buenos consejos y las sugerencias que me dan motivos para estudiar y seguir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. OBJETIVOS.....	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	22
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	22
1.4.1. Justificación metodológica.....	22
1.4.2. Justificación legal.....	23
1.4.3. Justificación académica.....	24
1.4.4 Justificación ambiental.....	25
1.4.5. Justificación social.....	25
1.4.6. Importancia.....	26
1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	27
1.5.1. Hipótesis general.....	27
1.5.2. Hipótesis específicas.....	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	28
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	28

2.1.2. Antecedentes internacionales .....	31
2.2. BASES TEÓRICAS .....	34
2.2.1. El agua: disolvente universal.....	34
2.2.2. Características químicas.....	34
2.2.3. Tipos de uso de agua.....	35
2.2.3.1. Uso doméstico .....	35
2.2.4. Contaminación de aguas municipales.....	36
2.2.5. Aguas residuales municipales .....	36
2.2.6. Necesidades del control de la contaminación .....	36
2.2.7. Procesos químicos .....	37
2.2.8. Principales operaciones para el tratamiento de agua .....	37
2.2.8.1. Sedimentación .....	37
2.2.8.2. Coagulación-floculación .....	38
2.2.8.3. Precipitación.....	38
2.2.8.4. Procesos electroquímicos .....	39
2.2.8.5. Intercambio iónico .....	40
2.2.9. Mecanismo de acción de detergente .....	41
2.2.10. Dosis óptima.....	41
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	42
2.3.1. Agitación .....	42
2.3.2. Agua .....	42
2.3.3. Análisis .....	43
2.3.4. Detergente .....	43
2.3.5. Tensoactivos.....	44
2.3.6. Impurezas .....	45
2.3.7. Contaminación.....	46
2.3.8. Aguas residuales .....	47
2.3.9. Agentes espumantes .....	47
2.3.10. Contaminante orgánicas .....	48
2.3.11. Tuna (opuntia ficus-indica) .....	48
2.3.12. Pruebas de jarras.....	50
2.3.13. Monitoreo .....	51

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	55
3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.1.1. Método, tipo y nivel de la Investigación.....	55
3.1.1.1. Método de investigación .....	55
3.1.1.2. Tipo de investigación.....	56
3.1.1.3. Nivel de investigación.....	56
3.1.1.4. Alcance de la investigación.....	57
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
3.2.1. ETAPA 1: Procedimiento experimental .....	59
3.2.2. ETAPA 2: Obtención de la muestra de lavandería.....	63
3.2.3. ETAPA 3: Aplicación de pruebas de jarras y muestreo .....	65
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	67
3.3.1. Población.....	67
3.3.2. Muestras .....	67
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	68
3.4.1. Instrumentos.....	69
3.4.2. Procesamiento estadístico de la información .....	70
3.4.3. Técnicas de análisis de datos.....	70
3.4.4. Contrastación de la hipótesis.....	70
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DISCUSIÓN .....	71
4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION.....	71
4.1.1. Análisis de los resultados de laboratorio .....	71
4.1.1.1. Análisis de la concentración inicial de los detergentes.....	72
4.1.1.2. Análisis de los resultados de la lavandería 01 .....	73
4.1.1.3. Análisis de los resultados de la lavandería 02 .....	74
4.1.1.4. Análisis de los resultados de la lavandería 03 .....	76
4.1.1.5. Análisis de los resultados de la lavandería 04.....	77
4.1.1.6. Análisis de los resultados de la lavandería 05.....	79
4.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS .....	82
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	88
4.4. CONCLUSIONES.....	91



4.5. RECOMENDACIONES .....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	94
ANEXOS .....	98
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	98
Anexo 2. Operacionalización de variables .....	99
Anexo 3. Procedimiento de análisis de muestreo .....	100
Anexo 4. Datos de los resultados de laboratorio.....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen de concentración de harina de tuna y efluente .....	67
Tabla 2. Datos de análisis de laboratorio y muestras .....	69
Tabla 3. Resultados de análisis inicial de la concentración de detergente mg/L de las lavanderías (sin tratamiento).....	72
Tabla 4. Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 01 .....	73
Tabla 5. Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 02. ....	75
Tabla 6. Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 03. ....	76
Tabla 7. Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 04.....	78
Tabla 8. Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 05.....	79
Tabla 9. Cuadro de los resultados de la reducción de detergente de las 05 lavanderías, con uso de harina de tuna.....	80
Tabla 10. Datos estadísticos descriptivos de la variable detergente residual (mg/L), por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de <i>O. ficus indica</i> . ....	83
Tabla 11. Datos de Prueba de normalidad:(Kolmogorov - Smirnov) de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de <i>O. ficus indica</i> .....	84
Tabla 12. Prueba de homogeneidad de varianzas de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de <i>O. ficus indica</i> .....	84

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de tuna (O. ficus indica).....	85
Tabla 14. Cuadro de intervalo de confianza (p valor) de las 5 lavanderías.....	86
Tabla 15. Matriz de consistencia de la investigación.....	98
Tabla 16. Cuadro de la operacionalización de variables de tesis.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestras de detergente .....	44
Figura 2. Tuna (Opuntia ficus-indica) .....	49
Figura 3. Muestra de efluente y tuna molida pesados .....	51
Figura 4. Diagrama de flujos de obtención de harina de tuna .....	59
Figura 5. Cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica) .....	60
Figura 6. Proceso de la obtención de harina de tuna.....	61
Figura 7. Limpieza y corte de tuna .....	61
Figura 8. Molido de pencas secas .....	62
Figura 9. Pesado de harina de tuna.....	63
Figura 10. Diagrama de flujo de la toma de muestra y análisis .....	63
Figura 11. Muestra tomada de 6 litros.....	64
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de prueba de jarras y toma de muestra ....	65
Figura 13. Equipo jar-test .....	66
Figura 14. Muestras de solución en frasco ámbar preservadas.....	66
Figura 15. Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 01 .....	74
Figura 16. Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 02.....	75
Figura 17. Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 03.....	77
Figura 18. Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 04.....	78

Figura 19. Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 05 .....	80
Figura 20. Reducción de detergente de los 5 grupos de lavandería .....	82
Figura 21. Análisis de la eficacia porcentual de la dosis de la harina de tuna y la reducción de detergente .....	83
Figura 22. Muestra de efluente de lavadora de 6 litros .....	100
Figura 23. Vasos precipitados con tuna molida .....	100
Figura 24. Muestra en el equipo de pruebas de jarras .....	100
Figura 25. Muestra preservada.....	100
Figura 26. Muestras de 15 y 20 gr de harina de tuna vasos precipitados .....	100
Figura 27. Muestras de efluente y tuna molida.....	101
Figura 28. Mezcla de efluente y tuna en equipo de pruebas de jarras.....	101
Figura 29. Toma de muestras preservadas del jar - test .....	101
Figura 30. Dos muestras preservadas .....	101
Figura 31. Muestras de efluente y tuna molida .....	102
Figura 32. Efluente y tuna en vasos precipitados.....	102
Figura 33. Mezcla de efluente y tuna en equipo de prueba de jarras .....	102
Figura 34. Toma de muestra de los tres vasos de precipitados .....	102
Figura 35. Muestras de efluente y harina tuna molida pesada .....	103
Figura 36. Efluente y tuna molida en vaso precipitados .....	103
Figura 37. Mezcla de tuna molida en equipo de pruebas de jarras .....	103
Figura 38. Dos muestras en vaso precipitados .....	103
Figura 39. Muestras de efluente y tuna molida pesadas .....	104
Figura 40. Efluente y tuna molida en vasos precipitados .....	104

Figura 41. Efluente y tuna molida en equipo de pruebas de jarras .....	104
Figura 42. Toma de muestra para análisis .....	104
Figura 43. Dos muestras de las jarras 4 y 5 .....	104
Figura 44. Balanza .....	105
Figura 45. Tuna deshidratada y molino .....	105
Figura 46. Equipo de pruebas de jarras .....	105
Figura 47. Tuna molida pesados a 2,5gr; 5gr; 10gr; 20gr .....	105
Figura 48. Vasos precipitados.....	105
Figura 49. Resultados de análisis del laboratorio SGS .....	106-126

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar los efectos de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la concentración de detergente en aguas residuales de lavandería, en el distrito de San Juan de Lurigancho, porque no existe tratamiento para los efluentes de lavandería con carga de detergentes residuales, ni metodología científica ni diseño experimental a nivel explicativo.

Como método se utilizaron procesos secuenciales, cumpliendo así el proceso como la obtención de harina de tuna, y la recolección de muestras, con el propósito de evaluar los efectos de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la reducción de los niveles de detergente en efluentes de lavandería usando el uso de equipo de prueba de jarras.

Es una investigación experimental, sobre la base de tres etapas. La primera consistió en la recolección de tuna y procesarla para obtener la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*), que es el elemento base de esta investigación, la segunda fue la toma de muestras de efluente de lavandería de 05 grupos de muestras de lavandería, y la tercera etapa se realizó mediante la prueba de jarras de los 05 grupos de muestras. Se tomó una muestra inicial para obtener valores iniciales de la concentración de detergente. Se utilizaron 04 dosis de harina de tuna de 5 gr/l, 10 gr/l, 15 gr/l, 20 gr/l, respectivamente. Al finalizar se llevaron a analizar al laboratorio para los análisis de la concentración de detergente, antes y después de la prueba de jarras. Así, mediante este procedimiento, se llegó a la conclusión que con el uso de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) hay una reducción considerable al 74,34 %, con la dosis más

alta de 20 gr/L de harina de tuna con el método pruebas de jarras. Sí hay diferencias significativas porque  $p(0,000)$  es  $< 0.05$ .

Palabras clave: Detergente, prueba de jarras, Tuna, efluente, harina



## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the effects of prickly pear flour (*Opuntia ficus-indica*) on the concentration of detergent in laundry wastewater, in the district of San Juan from Lurigancho, because there is no treatment for laundry effluents with load of residual detergents, neither scientific methodology nor experimental design at the explanatory level.

As a method, sequential processes were used, thus fulfilling the process such as obtaining prickly pear flour, and collecting samples, with the purpose of evaluating the effects of prickly pear flour (*Opuntia ficus-indica*) in reducing levels of detergent in laundry effluent using the use of jar test equipment.

It is an experimental investigation, based on three stages. The first consisted of collecting prickly pear and processing it to obtain prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) flour, which is the base element of this investigation, the second was taking laundry effluent samples from 05 groups of laundry samples. and the third stage was carried out through the jar test of the 05 groups of samples. An initial sample was taken to obtain initial values of detergent concentration. 04 doses of prickly pear flour of 5 gr/l, 10 gr/l, 15 gr/l, 20 gr/l, respectively, were used. At the end, they were taken to the laboratory for analysis of the detergent concentration, before and after the jar test. Thus, through this procedure, it was concluded that with the use of prickly pear flour (*Opuntia ficus-indica*) there is a considerable reduction to 74.34%, with the highest dose of 20 gr/L of prickly pear flour. with the jar test method. Yes, there are significant differences because  $p(0,000) < 0.05$ .

Key words: Detergent, jar test, prickly pear, effluent, flour.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con el fin de evaluar el efecto de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la reducción de niveles de detergentes residuales en los efluentes de aguas residuales de lavandería. Se analizará la problemática que se genera diariamente en cada vivienda, y que es un problema medio ambiental, por las grandes cargas de efluente residuales de detergentes.

La investigación de esta problemática se basa en el interés de usar la harina de tuna para la reducción de detergentes en los efluentes de lavandería.

Para esta investigación se toman muestras durante 5 días consecutivos, con uso del procedimiento de muestreo de efluentes “Resolución Ministerial N°273-2013 - VIVIENDA-VMCS-OMA”. De las muestras obtenidas, se analizó, inicialmente, la concentración de detergente, y previo a las muestras procesadas en el equipo de prueba de jarras, con las diferentes dosis de harina de tuna planteadas, las muestras obtenidas son analizadas por un laboratorio acreditado. Los resultados serán para obtener la reducción más eficiente en la investigación.

Esta investigación tiene la estructura de cuatro capítulos: en el capítulo I, se hace referencia al planteamiento de la investigación; en el capítulo II, se presenta el marco teórico, que es la base de la investigación a desarrollar, incluyendo dentro de este los antecedentes de estudios similares, las bases teóricas y, también, los términos teóricos que fundamentan la investigación. Por otro lado, en el capítulo III se encuentra la metodología de investigación, en la cual se observa a detalle el tipo y el nivel de la investigación, en dicha sección observaremos el diseño, la población, la muestra y, en último término, el proceso experimental para la obtención y subsiguiente discusión de

resultados en la investigación. Finalmente, en el capítulo IV se analiza la discusión de los resultados.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento De Problema**

El Perú posee un rango alto de estrés hídrico. De hecho, organismos internacionales como la Nature Conservancy, cuya evaluación de dicha problemática en 500 ciudades, ubica a la ciudad de Lima dentro de las veinte ciudades del mundo con más alto grado de estrés hídrico, condición que se ve agravada por la contaminación debido a las descargas directas de aguas residuales no tratadas directamente a las fuentes de agua. Dicha condición ha generado, en consecuencia, daños a la salud de las personas y animales, pues ha perjudicado la inocuidad de los alimentos y ha vuelto incierto el futuro de la humanidad.

“Dentro del principio de sostenibilidad del agua, se entiende como vertimiento de aguas residuales previamente tratadas a la descarga directa de dichas aguas sobre un cuerpo natural de agua continental o sobre el mar” (1). Sin embargo, y contrariamente a lo anterior, el vertimiento de agua residual no tratada, como las aguas de lavanderías, por ejemplo, consiste en disponer de dichas aguas directamente sobre los sistemas de alcantarillado, lo que generalmente contribuye con la contaminación de los ríos, mares y lagunas debido a su alta carga contaminante (2).

Actualmente, la contaminación del agua por detergentes es un problema latente debido a su uso intensivo. Los detergentes provocan efectos tóxicos, ya que inhiben ciertas actividades biológicas en algunos sistemas acuáticos; modifican la permeabilidad de los suelos haciendo que microorganismos patógenos alcancen las aguas subterráneas. Los detergentes, también, provocan la eutrofización del agua, hecho que causa la muerte de otros organismos por privación de oxígeno (3).

Ante esta problemática, se han diseñado métodos para el tratamiento del agua por medios naturales; tal es así que, en años recientes, se ha venido proponiendo el uso de biopolímeros como el mucílago de cactáceas y otros polisacáridos como una alternativa para dicho tratamiento de aguas residuales; sin embargo, la disponibilidad de investigaciones sobre la remoción de efectos de composición química de biopolímeros, son escasas (4) Por consiguiente, se propone evaluar el efecto de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sobre la concentración de detergentes en agua residual de lavandería a escala de laboratorio.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema principal**

- ¿Qué efectos tiene la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la concentración de detergentes en agua residual de lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál será la concentración de detergente antes de la dosificación de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en agua residual de la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?
- ¿Cuál es la dosis necesaria de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la reducción de la concentración de detergente en agua residual de la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?
- ¿Cuál será la concentración de detergente después de la dosificación de la harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Determinar los efectos de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la concentración del detergente en agua residual de una lavandería en San Juan de Lurigancho 2019.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración de detergente antes de la dosificación de la harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019.
- Determinar la dosis necesaria de harina de tuna para la reducción de niveles de detergente en la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019.
- Determinar la concentración de detergente después del proceso a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El uso de compuestos naturales, como la tuna (*Opuntia ficus-indica*), para tratar aguas residuales provenientes de lavanderías domésticas, las cuales tienen compuestos orgánicos e inorgánicos que perjudican el medio ambiente incluyendo ríos, mares y lagunas, tendrán un impacto positivo ambiental en la población peruana.

### **1.4.1. justificación metodológica**

Los compuestos orgánicos e inorgánicos como componentes de los detergentes usados en las lavanderías, en las descargas de efluentes llevan detergente residual. Es un problema ambiental, ya que genera impacto ambiental y sobre la infraestructura tanto de las redes de alcantarillado como de las plantas de tratamiento de agua residual. En todos ellos no hay una norma que regule para controlar las descargas de

lavanderías domésticas e industriales. Por ello, tanto los datos que se presentan en este trabajo de investigación como resultados de uso de harina tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la reducción de detergentes en las descargas residuales constituyen parte metodológica del uso de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*), para la reducción y control del uso de detergentes.

#### **1.4.2. Justificación legal**

La Ley N° 29338, De los Recursos Hídricos indica que las aguas superficiales, subterráneas y los bienes asociados le pertenecen al Estado. Por lo tanto, es este ente el que regula su buen estado y conservación para su mantenimiento a largo plazo, y que, es este el que busca, a través del esfuerzo del sector público, privado o de esfuerzos individuales en la innovación del conocimiento científico, que se promueva el aprovechamiento sostenido para la conservación, la protección de la calidad del agua, que garanticen su disponibilidad, y, a su vez, la protección de los bienes asociados a ella y su uso eficiente.

En concordancia con su política interna y los planes de gestión de recursos, el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos promueve el desarrollo de estudios, la aplicación de programas o proyectos de investigación y entrenamiento en temas de gestión de recursos hídricos.



Conforme a la Ley N° 28611, “Ley General del Ambiente,” también se busca conservar los recursos naturales que provee el Estado, los cuales satisfacen las necesidades de sus habitantes. Siendo el agua un elemento importante para la vida, su trascendencia es mayor.

Esta investigación se justifica legalmente a través de pruebas de jarras, con las que se llegará a la reducción del detergente en efluentes de lavandería y así se podrá cumplir con la normativa establecida por el Gobierno. Este hecho permitirá que las futuras generaciones accedan a un ambiente menos afectado por la contaminación ambiental y que sea más amable para una mejor calidad de la vida tanto humana, como de la flora y fauna local.

#### **1.4.3. Justificación académica**

Esta investigación busca profundizar en las propiedades científicas encontradas, en los últimos años, en la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y en las nuevas aplicaciones que se podrían generar con ella de acuerdo con el estado del arte. Posteriormente, podría convertirse en un estudio que sea un referente en cuanto a la aplicación y tratamiento primordial de aguas residuales en Perú con harina de tuna, y se podría observar cuáles son las bondades medioambientales que se establecen luego de su aplicación.

#### **1.4.4. Justificación ambiental**

El uso de recursos naturales como la tuna (*Opuntia ficus-indica*) para tratar aguas residuales provenientes de lavadoras domésticas, las cuales tienen compuestos químicos orgánicos e inorgánicos que perjudican el medio ambiente como ríos, mares y lagunas, tendrá un impacto positivo ambiental en la población peruana en efluentes de lavandería.

#### **1.4.5. Justificación social**

La disponibilidad de la tuna (*Opuntia ficus-indica*), su acceso en el Perú y la problemática de desabastecimiento de agua son factores que convierten a este proyecto en una alternativa natural atractiva que podría tener un impacto positivo en la calidad de vida de las personas en relación con el agua residual, y el alto costo que se paga por tratarla, potabilizarla y transportarla.

Así mismo, se debe señalar que el proceso de tratamiento se realiza cuidando el medio ambiente y con un bajo costo a diferencia de una planta de tratamiento, ya que la tuna es abundante, fácil de cultivar y beneficia al tratamiento del agua con destino a riego, al lavado de materiales y, de igual modo, al aseo de animales. Así, estas razones justifican el estudio a nivel social, pues genera un impacto positivo en el medio ambiente en el Perú.

#### 1.4.6. Importancia

El tratamiento de efluentes domésticos provenientes de lavanderías tiene gran importancia en diferentes aspectos. En el aspecto económico, es importante para el cuidado del sistema de alcantarillados, el cumplimiento de normativas del Estado peruano, el ahorro del agua y el cuidado del medio ambiente junto a sus ecosistemas. “Las aguas contaminadas contienen una mezcla de sustancias provenientes de detergentes, jabones y otras sustancias activas al azul de metileno (SAAM), un colorante catiónico, que se transfieren desde una solución acuosa hacia un líquido inmisible en equilibrio” (5). De allí, que se conocen los efectos que puede tener a largo plazo la introducción de grandes cantidades de estas sustancias al medio ambiente y los efectos negativos. Frente a esta problemática mencionada, la presente investigación constituye una alternativa económica y práctica para reducir considerablemente los contaminantes que se descargan al alcantarillado y ello, si no son tratados a un cuerpo de agua. Conviene subrayar que, de comprobarse la hipótesis, permitirá diseñar y hacer uso de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) para tratar las descargas domésticas antes de verterlas, de acuerdo, también, al nivel de contaminación de aguas residuales a ser tratadas.

Asimismo, los resultados obtenidos serán una fuente referencial para otros estudios que se relacionen con otras fuentes contaminantes de agua y servirán como base para la realización de otros estudios significativos.

## 1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

### 1.5.1. Hipótesis General

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** La dosificación de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) no reduce los niveles de detergente en efluentes de lavandería a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.
- **Hipótesis alterna ( $H_1$ ):** La harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) reduce los niveles de detergente en efluentes de lavandería a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.

### 1.5.2. Hipótesis Específicas

- La concentración de detergente se encuentra en niveles altos antes del uso de harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019.
- El uso de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en diferentes dosis tiene un efecto de reducción de los niveles de detergente en San Juan de Lurigancho 2019.
- La concentración de detergente se reduce después del proceso a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

En el ámbito nacional, QUISPE (2012) en su tesis “*Aplicación del mucílago extraído de nopal (opuntia ficus- indica) en la clarificación del agua del río uchusuma*”, señala que el mucílago fresco y el seco, obtenido por maceración, se utilizaron como coagulantes naturales sobre muestras de agua del río Uchusuma. El estudio evaluó la eficiencia como agente clarificante mediante pruebas a escala de laboratorio utilizando aguas turbias artificiales con valores de turbidez inicial de 3,26 a 1000 NTU. Se midió la turbidez y el pH de las muestras sometidas a tratamiento con el coagulante (mucílago fresco y seco). Los resultados mostraron una eficacia del mucílago fresco de 95,39 % y 92,36% sobre turbiedades iniciales altas y entre 25 y 19% frente a

turbiedades medias, mientras que el mucílago seco fue menos eficiente (6).

Por su parte, SALAZAR (2018) en su tesis *“Diseño de Biofiltro de mucílago de tuna (opuntia ficus – indica) para remover arsénico”*, evaluó el efecto del mucílago de tuna en la reducción del arsénico en aguas del Rio Huandoval del Centro Poblado Sacaycacha, como parte del diseño de un biofiltro adaptado en un equipo de jarras. Para demostrar la propiedad adsorbente del mucílago de tuna en el biofiltro, el autor analizó las muestras de agua mediante técnicas espectrométricas en el laboratorio (LABICER), en la ciudad de Lima, y obtuvo resultados positivos de eficacia (50 y 75%) en la remoción a las dosis estudiadas y las respectivas activaciones térmicas (7).

Otro trabajo de tesis que cabe mencionar es el de LOZANO (2018) titulado *“efecto de la disminución de la turbidez en el agua por floculantes de opuntia ficus –indica (tuna) con los diferentes procesos de extracción en el rio chota de Cajamarca”*. En esta investigación, dicha autora evaluó la eficiencia del mucílago extraído de la tuna (*opuntia ficus – indica*) como agente clarificante. El polímero natural fresco fue obtenido por técnicas de extracción, molienda y escurrimiento y se ensayó como agente coagulante natural de muestras de agua del rio Chota, Cajamarca, a escala de laboratorio. Las muestras tuvieron valores iniciales de turbidez de 55 NTU; los indicadores

medidos fueron turbidez, pH, conductividad y dosis del coagulante (mucílagos frescos) (8). Los resultados del estudio demostraron que el mucílago fresco remueve la turbidez hasta un valor final de 10 NTU.

Asimismo, VILLANUEVA, J. (2019), en su trabajo de tesis llamado “*Efectos de tres concentraciones de mucílagos de tuna (opuntia ficus – indica (l.) miller) y de san pedro (echinopsis pachanoi (britton & rose) friedrich & g.d. rowley) en la clarificación de agua*”, empleó el mucílago deshidratado de dichas especies como clarificante de agua a tres niveles de concentración, 0,75 g/l; 1g/l y 1,25g/l, utilizando La Prueba de Jarras. Teniendo en cuenta los niveles iniciales de turbidez de la muestra (500 a 100 UNT) y un tiempo de remoción (30 minutos), los resultados mostraron valores de remoción de turbiedad en un rango de 62% a 90% para el mucílago de tuna y de 60 % a 78% para el de San Pedro. La conductividad eléctrica se incrementó de 170 a 710 uS/cm y el pH se redujo de 7,8 a 6,1 con el mucílago de tuna, siendo la concentración óptima de 1,25 g/L para ambas especies. El mucílago de tuna fue más eficaz y podría aplicarse en la clarificación de aguas turbias. (9)

Por su lado, TORRES (2019), en su tesis “*Evaluación de remoción de turbiedad de agua del canal de riego mediante tratamiento químico por coagulación-floculación con dos métodos de extracción de coagulante de mucílago de opuntia ficus-indica a escala laboratorio*”. Lima, evaluó la reducción de la turbiedad de agua por medio de coagulación

– floculación con mucílago de tuna, a nivel de laboratorio, en un equipo de prueba en jarras y comparado con el coagulante químico cloruro férrico. El estudio concluyó considerando que el coagulante natural se debe usar de acuerdo con los niveles de turbidez y podría sustituir al uso del coagulante químico en el tratamiento de aguas provenientes de canales de riego. (10).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

En el ámbito internacional, autores como MALDONADO (2008) determinó en su tesis “*Estudio de la remoción de detergentes aniónicos tipo sulfatos con carbón activado*”. Quito, la factibilidad de utilizar carbón activado en la absorción de detergente aniónico tipo sulfato presente en el agua. Dos tipos de carbón activado fueron analizados, el de cuesco de palmiste y el de cuesco de coco. Se evaluó la capacidad adsorbente mediante ensayos en lechos agitados y en columnas empacadas, usando las soluciones sintéticas de lauril sulfato de sodio de 2 mg/l. Los resultados mostraron que el carbón activado cuesco de palmiste adsorbió lauril sulfato de sodio en mayor cantidad (92,5%) en un sistema de lecho agitado, y lograron concentraciones máximas permisibles de 0,5 mg/L del detergente en un tiempo de operación de 26 días, con un flujo de 6 cm<sup>3</sup>/min; sin embargo, la eficiencia de la remoción por acción del carbón activado de cuesco de palmiste en aguas residuales de la industria textil disminuye a 35,3%. (11)



Además, MOREJÓN (2017) en su estudio titulado “*Utilización del mucílago de tuna (opuntia ficus-indica) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de pusir grande, provincia del Carchi, Ecuador*”, sometió a prueba el mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en estado fresco como agente clarificador del agua para consumo humano mediante experimentos en laboratorio utilizando agua cruda proveniente del tanque desarenador de la planta de tratamiento de la comunidad. Para la evaluación de la eficiencia del mucílago de tuna se midieron el pH, la turbidez, dureza, color y sólidos totales disueltos en el proceso de coagulación-floculación. El autor demostró que el uso del mucílago de tuna en una proporción de 25% mucílago y 75% agua resulta ser óptimo y de bajo costo comparado con un coagulante químico (12).

Por su parte, MARTÍNEZ y GONZALES (2012) señalan que, en su investigación titulada “*Evaluación del poder coagulante de la tuna (Opuntia Ficus Indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas*”, obtuvieron el polvo de las pencas de *Opuntia ficus indica* y evaluaron la capacidad de remoción de turbidez y color en muestras de agua cruda. Determinaron algunos parámetros fisicoquímicos como la densidad, el pH, el contenido de carbohidratos y proteínas. El polvo coagulante se obtuvo por secado, triturado, tamizado y extracción de pigmentos. Después de realizadas las pruebas de jarras en laboratorio, se calculó la actividad coagulante. El estudio permitió

concluir que, bajo condiciones controladas, se puede reducir la turbidez y el color de manera significativa utilizando bajas dosis del coagulante natural. (13).

Otro trabajo que es necesario mencionar es el de PACHECO (2015), titulado “*Contaminación por detergentes-agentes nocivos olvidados-. caso de estudio: el Río Granobles*”. Allí expone la problemática de los residuos agroquímicos y tensioactivos en las fincas florícolas ubicadas en las riberas del río Granobles, por lo que representan un riesgo potencial como contaminantes, pueden provocar eutrofización y, finalmente, baja calidad del agua, además de ser potencialmente peligrosos para algunas especies acuáticas. Sin embargo, el estudio señala que, si bien existen ciertos tipos de tratamiento, estos se basan principalmente en fosas de desactivación y en procesos de recirculación de aguas. De esta manera, se logra la reducción significativa de detergentes en las descargas al río Granobles, cumpliendo con las normativas ambientales (14).

GUARDADO y HERNÁNDEZ (2017), en su tesis “evaluación de la efectividad de floculantes naturales en el tratamiento de aguas residuales provenientes de lavandería industrial, utilizando el cladodio de nopal (*opuntia ficus-indica*) y la semilla de tamarindo (*amarindus Indica*)”, sometieron a evaluación el árbol de tamarindo (*tamarindus indica*) y el Nopal (*opuntia ficus indica*) por sus propiedades floculantes. En el caso del tamarindo, se utilizó la semilla y, en el del

nopal, el mucílago. Para la obtención de los floculantes naturales, la semilla de tamarindo fue pelada, secada, triturada y macerada, mientras que los cladodios del nopal fueron triturados y secados y se obtuvo un polvo color marfil. Los ensayos de floculación demostraron la reducción de turbidez en aguas residuales de origen industrial donde el floculante de tamarindo redujo la turbidez en 55,33% y el nopal en 40,33%. (15)

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. El agua: disolvente universal**

El agua representa la sustancia más importante del ser humano y, a su vez, juega un papel vital en los procesos bioquímicos en el medio ambiente y sus características fisicoquímicas. Se la considera como un disolvente universal, porque es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que entra en contacto. (16).

### **2.2.2. Características químicas**

El agua es un solvente y disolvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo y los efectos en la salud del consumidor, por lo que se puede decir que el agua es químicamente

neutra, y está formada por átomos que comúnmente se conocen como H<sub>2</sub>O, la gran mayoría, por las condiciones ambientales, se puede encontrar en su estado líquido (16). El agua es el componente químico más abundante en la biosfera y quizá, también, el más importante. Todo ser vivo, utiliza agua como medio fundamental para el funcionamiento metabólico. La eliminación y dilución de la mayor parte de los desechos naturales y de origen humano están a cargo del agua en su totalidad. (17).

### **2.2.3. Tipos de uso del agua**

“Según el uso, el agua se puede clasificar en cuatro categorías: 1) uso doméstico, 2) uso agrícola, 3) uso industrial y 4) uso en corrientes”. (18).

#### **2.2.3.1. Uso doméstico**

Por lo general los sistemas municipales proveen el 90% del agua para uso doméstico proveniente de un complejo sistemas de purificación, distribución y almacenamiento. Los países desarrollados consumen cantidades considerables de agua. El uso doméstico de este recurso se circunscribe al agua potable, agua para baño, lavado de ropa, lavado de trastes, excusados y riego de jardines (18).

#### **2.2.4. Contaminación de aguas municipales**

“Básicamente son dos los problemas que enfrentan las municipalidades: el primero, que corresponde al abastecimiento adecuado de agua potable y el segundo, a los residuos generados por la población. Este segundo punto implica también el escurrimiento de agua por tormenta y agua de uso doméstico” (18).

#### **2.2.5. Aguas residuales municipales**

Las aguas residuales que por lo general provienen de zonas residenciales son conocidas como aguas negras domésticas, debido a que se originan de cocinas, baños, lavado de ropa y drenajes de pisos. En contraste, los residuos líquidos de comercios e industrias se denominan aguas residuales municipales que por lo general son recogidos en alcantarillas públicas y conducidas a las plantas de tratamiento y su posterior eliminación sin peligro (17).

#### **2.2.6. Necesidades del control de la contaminación**

Ciertos contaminantes son eliminados por disolución. Sin embargo, el crecimiento demográfico hará que estas medidas pierdan eficacia, tarde o temprano, por lo que será necesaria alguna forma de tratamiento de aguas residuales. A pequeña escala, el tratamiento de aguas residuales comienza con un tratamiento parcial que, por lo común, basta con un

tamizado y sedimentación para reducir la contaminación. Sin embargo, cuando se trata de grandes poblaciones, puede ser necesario un tratamiento adicional, como los métodos biológicos. Un tratamiento eficaz se relaciona con la capacidad asimilativa que poseen las aguas receptoras de tal forma que no genere más complejidad en el tratamiento (17).

### **2.2.7. Procesos químicos**

Procesos químicos, como la oxidación, reducción, precipitación y neutralización, son, por lo general, aplicados en el tratamiento de aguas residuales industriales, en tanto que la precipitación y desinfección son los procesos de aplicación común en el tratamiento de aguas residuales municipales. No obstante, para residuos que no responden al tratamiento biológico se suelen utilizar tratamientos químicos combinados con otros procesos. (17).

### **2.2.8. Principales operaciones para el tratamiento de agua**

#### **2.2.8.1. Sedimentación**

Operación física que aprovecha la fuerza de gravedad lo que provoca que una partícula con mayor densidad que el agua tenga la trayectoria de caída y se deposite en el fondo del sedimentado. Por lo tanto, la eficacia de la operación dependerá del tamaño y

densidad de las partículas a separar del agua o cuando la aceleración de sedimentación sea mayor (19).

#### **2.2.8.2. Coagulación-floculación**

Las partículas suspendidas tienen tamaños muy pequeños ( $10^{-6}$  –  $10^{-9}$ ) de tal forma que forman una suspensión coloidal, muy estable debido a las interacciones eléctricas entre sus partículas. Esta característica hace imposible su separación por sedimentación. Sin embargo, la adición de reactivos químicos (con carga eléctrica contraria como  $Fe^{3+}$  y  $Al^{3+}$ ) que desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y promuevan la floculación permiten obtener partículas fácilmente sedimentables. Esta operación se utiliza comúnmente en el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales (19).

#### **2.2.8.3. Precipitación**

Consiste en la eliminación de una sustancia contaminante por adición de una sustancia reactiva capaz de formar un compuesto insoluble, lo que facilita su eliminación por cualquiera de los métodos descritos para la eliminación de material suspendido.

Aunque podría confundirse con los procesos de coagulación-floculación, la precipitación describe procesos que involucran la formación de sales insolubles (19).

#### **2.2.8.4. Procesos electroquímicos**

Esta técnica de separación consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del agua que contiene un electrolito con la consecuente reacción de oxidación y reducción tanto en el cátodo como en el ánodo. En este caso, la energía eléctrica funciona como vector de descontaminación ambiental, pero su elevado costo representa una gran desventaja, aunque cabe destacar la versatilidad de sus equipos, ausencia de reactivos y fangos, la selectividad y la posibilidad de controlar los potenciales de electrodo hacen posible seleccionar la reacción electroquímica deseada. También, algunas reacciones producidas, indirectamente, podrían ocasionar electrocoagulación o electrofloculación lo que representaría una alternativa promisorio frente a la clásica adición de reactivos (19).

- **Oxidación en ánodo:** Aquí se oxidan los compuestos a eliminar ya sean de naturaleza orgánica o inorgánica. La transferencia de electrones se produce en la superficie del ánodo de manera directa



o también podría ocurrir con la participación de un agente oxidante *in-situ*. (19)

- **Reducción en cátodo:** Aquí las reacciones ocurren en el cátodo, como en el caso de la reducción de metales tóxicos o metales catiónicos desde concentraciones inferiores a una ppm o de varios miles de ppm. La deposición del metal ocurre sobre la superficie del cátodo, la misma que es removida por raspado, por solvente u otros métodos. (19).

#### **2.2.8.5. Intercambio Iónico**

En esta operación por lo general se utiliza resina de intercambio iónico, material que posee la capacidad de retener sobre su superficie, de manera selectiva y temporal, los iones disueltos en el agua, pudiendo preferir un ion sobre otro, con valores relativos de afinidad de 15 a más. Las reacciones de intercambio iónico suelen ser reversibles e incluso pueden avanzar en los dos sentidos. En el mercado, existen productos naturales con capacidad de intercambio; sin embargo, en la Industria, se utilizan resinas poliméricas sintéticas. (19).

### **2.2.9. Mecanismo de acción de detergente**

Los detergentes sintéticos tienen la capacidad de modificar la tensión superficial del agua, pero su característica principal es la capacidad de generar espuma al contacto con el agua en una mezcla con agitación. El ingrediente activo es el sulfonato de alquilbenceno (ABS), que tiene afinidad por moléculas de grasa, aceite, sangre, mugre, excretas, etc. El mecanismo de acción detergente se basa en su afinidad por moléculas orgánicas de suciedad gracias a su parte no polar o hidrófoba y a la parte con afinidad por el agua que es su parte polar o hidrofílica. Esta característica dual les permite a los detergentes formar micelas capaces de enlazar moléculas de suciedad y, a la vez, ser arrastradas por el agua durante el lavado. (20).

### **2.2.10. Dosis óptima**

La dosis óptima es un factor o proporción (volumen) de sustancias líquidas o sólidas para la eficiencia de un proceso, los rangos requeridos tienden a disminuir o aumentar para el desarrollo de los procesos. La concentración del compuesto aumenta o disminuye con la variación, a donde se quiere llegar con los resultados (16).

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

### 2.3.1. Agitación

Se define como “Los procesos de movimiento en sistema heterogéneo para reducir un cuerpo uniforme, en la cual se aplica en la mezcla de dos líquidos, a la disolución de un líquido o a un líquido homogéneo con el objetivo de mantener su masa uniforme en algún aspecto” (21).

### 2.3.2. Agua

“Líquido incoloro que se congela a 0°C y, bajo presión atmosférica, hierve a 100°C. En estado gaseoso, el agua consta de moléculas simples de H<sub>2</sub>O. Los átomos no se encuentran en línea recta, siendo un ángulo de 105° entre el átomo central de oxígeno y los dos de hidrógeno; Al formarse el hielo se desarrollan enlaces de Hidrógeno de 0,177 nm de largo entre el átomo de hidrógeno y los átomos de oxígeno, en las moléculas adyacentes, lo que le proporciona al hielo su estructura cristalina tetraédrica con la densidad de 916,8 Kg/m<sup>3</sup> a condiciones normales. El agua es predominantemente un compuesto covalente, que ocurre una pequeña cantidad de disociación iónica (H<sub>2</sub>O - -H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>). En cada litro de agua a condiciones normales, hay aproximadamente 10<sup>-7</sup> moles de cada especie iónica. Por esta razón, en la escala de pH, una solución neutra tiene un valor de 7” (21).

### **2.3.3. Análisis**

Proceso para determinar los constituyentes o componentes de una muestra, en la cual existen dos tipos de análisis principales; análisis cualitativo y análisis cuantitativo. Además, existen una gran variedad de métodos analíticos que son aplicables de acuerdo con la naturaleza de la muestra y el propósito del análisis. Estos incluyen análisis gravimétricos, volumétricos, sistemático cualitativo (métodos húmedos clásicos); y métodos instrumentales (21).

### **2.3.4. Detergente**

Son sustancias que sirven para limpiar tejidos y objetos diversos. Las más usadas son los jabones o sales alcalinas de ácidos grasos; el jabón actúa solamente cuando está disuelto y, en virtud de la tensión superficial de sus disoluciones, penetra por capilaridad hasta los últimos intersticios del cuerpo que haya de limpiarse; es capaz de mojar superficies grasientas por su condición coloidal, forma compuestos de adsorción con las partículas, sólidas o líquidas, que forman la mancha; termina arrastrando mecánicamente toda clase de impurezas y es, además, emulsificante de las grasas por el álcali que queda libre al hidrolizarse (21).



*Figura 1.* Muestra de detergente. Tomado de internet.

### **2.3.5. Tensioactivos**

“Son compuestos orgánicos, superficialmente activos, cuyas moléculas están formadas por una parte hidrófoba (con poca afinidad por el agua) y otra parte hidrófila (con afinidad por las superficies polares). la parte hidrófoba está constituida principalmente por una cadena hidrocarbonada y la parte hidrófila, según el tipo de tensioactivo, es un sulfato o sulfonato (tensioactivos aniónicos), un grupo amonio cuaternario (tensioactivos catiónicos), un grupo amida o una cadena oxietilenada (tensioactivos no-iónicos), o un grupo anfótero, principalmente betaína o sulfobetaína (tensioactivos anfóteros)”. Los tensioactivos más utilizados en formulaciones de detergentes y productos de limpieza son los aniónicos. Los tensioactivos no-iónicos, utilizados en menor proporción, son fundamentalmente alcoholes grasos etoxilados de ácidos grasos. Los

tensioactivos catiónicos son compuestos cuyas moléculas en disolución se disocian, quedando el grupo activo cargado positivamente (catión), utilizándose mayoritariamente en los suavizantes para la ropa. Algunas sales de amonio cuaternario se utilizan como agentes desinfectantes en productos de limpieza doméstica e industrial” (22).

La propiedad principal es reducir la tensión superficial de un líquido, cuando es disuelto en él, lo que acelera la eliminación por métodos fisicoquímicos de la suciedad adherida. La función basada en el poder de humectar y emulsionar la suciedad, y esta propiedad depende del tipo de tensioactivo y su composición.

### **2.3.6. Impurezas**

La impureza del agua es relativa; depende del uso específico que hace del recurso. Por ejemplo, impurezas poco importantes para el agua que se usa en la limpieza puede ser clave en el agua para beber. La cual contiene impurezas: en suspensión; bacterias, microorganismos algas, protozoarios, arena, sílice, arcilla y residuos industriales y domésticos. En estado coloidal; sustancias colorantes vegetales y sílice. Y en disolución; sales de calcio y magnesio, sales de sodio, hierro, manganeso, gases, oxígeno, CO<sub>2</sub> etc. (23).

### 2.3.7. Contaminación

En el análisis de la causas y efectos del vertimiento de residuos en los cuerpos de aguas receptores se pueden distinguir diferentes formas de contaminación:

- Contaminación física.
- Contaminación exclusivamente química
- Contaminación bioquímica
- Contaminación microbiológica
- Contaminación radiactiva

De los tipos de contaminación, las consecuencias que trae para la estética, la contaminación física es la que más impresiona a los inexpertos. Por ello, la alteración del color, la presencia de cuerpos extraños y las partículas flotantes tienen mucha influencia en la opinión pública, principalmente la contaminación química, pues presenta inconvenientes que provienen del enriquecimiento de las sustancias extrañas en su composición normal. La presencia de determinados compuestos en concentraciones apreciables puede ocasionar el desarrollo nocivo de microorganismos que perjudican la calidad del agua, principalmente algas y reacciones adversas en fuente de agua. (23).

### **2.3.8. Aguas residuales**

Las aguas residuales, denominadas aguas negras, son una mezcla completa que contiene aguas (por lo común de 99%) mezcladas con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de los contaminantes es básicamente, muy pequeña, y se expresa en mg/L. Esto es miligramos de contaminantes por litro de mezcla. La relación de peso/volumen se emplea para indicar desperdicios industriales y otras soluciones diluidas. (17).

### **2.3.9. Agentes espumantes**

Los agentes espumantes se agrupan en los compuestos tensoactivos. Por su naturaleza, en mayor o en menor grado, producen espuma cuando el agua es agitada. El factor principal reside en la presencia de residuos de los detergentes domésticos, como el alquil-sulfonato lineal (LAS) y el alquil-sulfonato bencénico ramificado (ABS), entre los más comunes (16).

La acción principal e importante en las aguas superficiales tiene relación con la interferencia de su poder autodepurador de los recursos hídricos, respecto a la inhibición de la oxidación química y biológica. Los agentes tensoactivos que están en el agua, se pueden dispersar, debido a la



disminución de la tensión superficial del agua. Interfieren así en los procesos de coagulación, sedimentación y filtración (16).

### **2.3.10. Contaminantes orgánicos**

Las contaminaciones orgánicas biodegradables son de fácil remoción y no constituyen problemas durante el tratamiento, siempre y cuando se encuentren en concentraciones no excesivas. Y la contaminación orgánica no biodegradable (hidrocarburos, pesticidas, productos aromáticos, etc.) es un problema difícil de afrontar para las plantas de tratamiento convencionales en la mayoría de los casos (16).

### **2.3.11. Tuna (*Opuntia ficus-indica*)**

La tuna es una planta arbustiva de la familia de las cactáceas, como la mayoría de los miembros de este género, carece de hojas nomofilas, los segmentos *ocladodios* en que se dividen, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos. Estos tallos son planos, ovales y de color verde. Los segmentos frescos de este cactus contienen alrededor de un 90 % de agua y de del 10 % (L-arabinosa (47%), D-xilosa (23%), D-galactosa (18%), L-ramnosa (7%) y ácido D-galacturónico (5%), Esta planta es bastante común en el Perú, creciendo en lugares áridos que requieren muy pocos cuidados y mantenimiento en su proceso (24).



*Figura 2.* Tuna (*Opuntia ficus indica*). Tomado de “cultivo de tuna, por Gerencia regional agraria de la libertad. 2009, p.9.” (24).

- **Penca de tuna**

Penca de tuna, o también cladodios de tonalidad verdosa, tiene espinas de diferentes tamaños, y su composición está hecha de fibras, y contiene en su mayor parte agua y mucílago, y además ácidos orgánicos, vitaminas y minerales, las cuales varían por medio geográfico (24).

- **Mucílago**

“El mucílago está compuesto de polisacárido con abundante fibra y alta ramificación, con la composición nutricional aproximado de  $13 \times 10^6$  g/mol, y la proporción aproximado de 40% de arabinosa y 25 % de galactosa y xilosa y 8 % de ramnosa y ácido galacturónico” (24).

- **Harina de tuna**

La harina de tuna se presenta en estado de polvo, en estado granulométría suave y fino, con la tonalidad verde claro y sin olor, tiene la característica de que al entrar en contacto con agua se vuelve gelatinoso.

- **Localización**

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) está distribuida en todo el país, especialmente en valles altoandinos, el tallo o cladodios se usa para consumo animal en época seca. Esta planta, para su desarrollo, requiere de 18 a 25 °C. Se desarrolla a altitudes aproximadas de 800 y 2500 msnm y tiende a vivir hasta 80 años aproximadamente. Se adapta en suelos donde se desarrolla y en terrenos sueltos con pH alcalino (24).

### **2.3.12. Prueba de jarras**

La prueba de jarras es el proceso que consiste en la variación de dosis que determina el producto a través de jarras, exactamente 3 para este estudio. Esto permite, de esta manera, la reducción de parámetros y la de coloides en suspensión, así como de materia orgánica a través de procesos que promueven la coagulación, floculación y sedimentación.

Otro logro que se hace a través de este proceso es que permite que se regule el pH de cada muestra hasta llegar por lo menos a los valores en los que la floculación busca obtener los mejores resultados a fin de determinar una calidad moderada del agua (25). En este estudio, se está tomando como punto de partida la harina de penca de tuna, que actuará como un reductor de detergente residual en muestras de efluentes y el mejoramiento de la calidad de agua.



*Figura 3.* Muestra de efluente y tuna molida pesados.

### **2.3.13. Monitoreo**

- **Muestreo**

El objetivo del muestreo es extraer una muestra representativa del efluente para analizar los parámetros establecidos.

- **Toma de muestra de agua residual**

Las características de los recipientes, volumen requerido dependerá del laboratorio. Se recomienda utilizar frascos de plástico o vidrio con boca ancha, cierre hermético y limpio. El tipo de frasco dependerá del parámetro a analizar.

Se debe preparar los frascos a utilizar en el muestreo de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.

- **Conservación y transporte de las muestras**

Las muestras recolectadas, preservadas y rotuladas deben colocarse en una caja de almacenamiento térmico con refrigeración (*ice pack*), para cumplir con la recomendación de temperatura indicada. Algunas recomendaciones para la toma de muestras de agua y preservación de estas mismas para el monitoreo son, en el caso de utilizar hielo, colocar éste en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua. Asimismo, se deben evitar roturas en los frascos de vidrio durante el transporte de muestras utilizando bolsas de poli burbujas de embalaje o de cualquier otro material.

La preservación y conservación deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia. Para ello se debe transportar las muestras hasta el laboratorio, adjuntando el formato de cadena de custodia.

- **Método de ensayo**

Los métodos de ensayo para el producto agua residual deberán estar acreditados por INDECOPI o cualquier organismo de acreditación firmante de acuerdos de Reconocimiento Multilateral (MLA) de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) o que pertenezcan a un Instituto Nacional de Metrología que participe satisfactoriamente de las Intercomparaciones reconocidas por el BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). Preferentemente, mientras no exista una norma nacional, los laboratorios a ser utilizados deben contar con acreditación de los ensayos según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWAWEF 22nd Edition, o su actualización.

- **Recolección de muestras**

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia, para lo cual se deberán adoptar los cuidados necesarios para el equipamiento y acondicionamiento del material de muestreo, así como el procedimiento para la medición de parámetros de campo. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolectan y manipulan adecuadamente las muestras.

La correcta recolección de muestras debe incluir:

- Que los frascos de muestreo sean los apropiados para cada parámetro “requisito para toma de muestras de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo” (26).
- “Todos los registros y formatos para el monitoreo (registro de datos de campo, registro de cadenas de custodia, etiquetas para Muestras de agua residual etc.) llenados con letra clara y legible” (26).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. METODOLOGÍA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

###### **3.1.1.1. Método de Investigación**

En el presente trabajo, se usó el método científico, el cual presenta un conjunto de procesos secuenciales y probatorios, es decir, que cada etapa precede a las siguientes y no podemos brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, también podemos redefinir algunas fases. Se parte de una idea que va acotándose, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Usando preguntas se establecieron hipótesis para determinar las variables. Se traza un plan para probarlas (diseños). Se miden las variables en un determinado contexto; luego, se analizan las



mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (27).

### **3.1.1.2. Tipo de Investigación**

Es un estudio de tipo experimental, ya que manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (dependientes) en una situación en control, a la vez es experimental, puesto que estos diseños se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula (27).

La investigación busca la reducción de parámetros de detergente en efluentes de una lavandería. Existe una interacción de harina de tuna (*opuntia ficus – indica*) y el efluente de lavandería, en el equipo de prueba de jarra con lo que se busca la reducción del parámetro de S.A.A.M (detergentes), con la harina de tuna en diferentes dosis.

### **3.1.1.3. Nivel de Investigación**

La investigación es explicativa, ya que busca encontrar causas y efectos que provocan ciertos eventos; además, se relacionan las

dos variables y pretende visualizar cómo se vinculan diversos fenómenos entre sí, o, por el contrario, si no existe relación entre ellos. Lo principal de este estudio es saber cómo se puede comportar una variable relacionada (evalúan el grado de la relación entre dos variables) (28).

La prueba de jarra a base de harina de tuna y la reducción de los niveles de detergente en agua tienen una relación de causa - efecto entre sí.

#### **3.1.1.4. Alcance de la Investigación**

El presente trabajo de investigación se planteó la toma muestra de agua residual de una lavandería en el distrito de San Juan de Lurigancho, con el objetivo de reducir el parámetro de detergente en muestras tomadas, usando la harina de tuna en diferentes medidas.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es experimental puro, debido a que se va a manipular la variable independiente y se va a realizar la medición de la variable dependiente y este estudio consta de tres etapas.

Para esta tesis, se contó con la cantidad en gramos de harina de tuna que se aplicaron en las medidas de 5 gr; 10 gr; 15 gr; 20 gr, y se tomaron 5 muestras: cada muestra con la proporción, considerando que este estudio es de tipo experimental, debido a que maneja una serie de datos de variables como la reducción del detergente en el agua, a través del uso de la harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*). Se miden los resultados encontrados.

Respecto al proceso, se divide en tres etapas:

- La primera etapa consiste en la recolección del elemento base de esta investigación: la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y procesarla para obtener harina de tuna, y pesar en diferentes dosis para usar con el que se hará la experimentación correspondiente.
- La segunda etapa comienza con la toma de muestra bajo el procedimiento de toma de muestra de “Resolución Ministerial N°273-2013 -VIVIENDA-VMCS-OMA”, para efluentes y se procederá con el muestreo de efluente de lavandería.
- La tercera etapa es la prueba de jarras de los 5 grupos. Se toma muestra inicial por cada grupo obteniendo así 5 muestras iniciales como muestra control, y se obtienen un total de 25 muestras. Se tienen 4 muestras por grupo para el equipo de jarras y se usarán diferentes cantidades de polvo de tuna, en las muestras de agua con detergente a escala por litro, a fin de ver qué cantidad produce una mejor reducción de los niveles de detergente.

### 3.2.1. ETAPA 1: Procedimiento Experimental

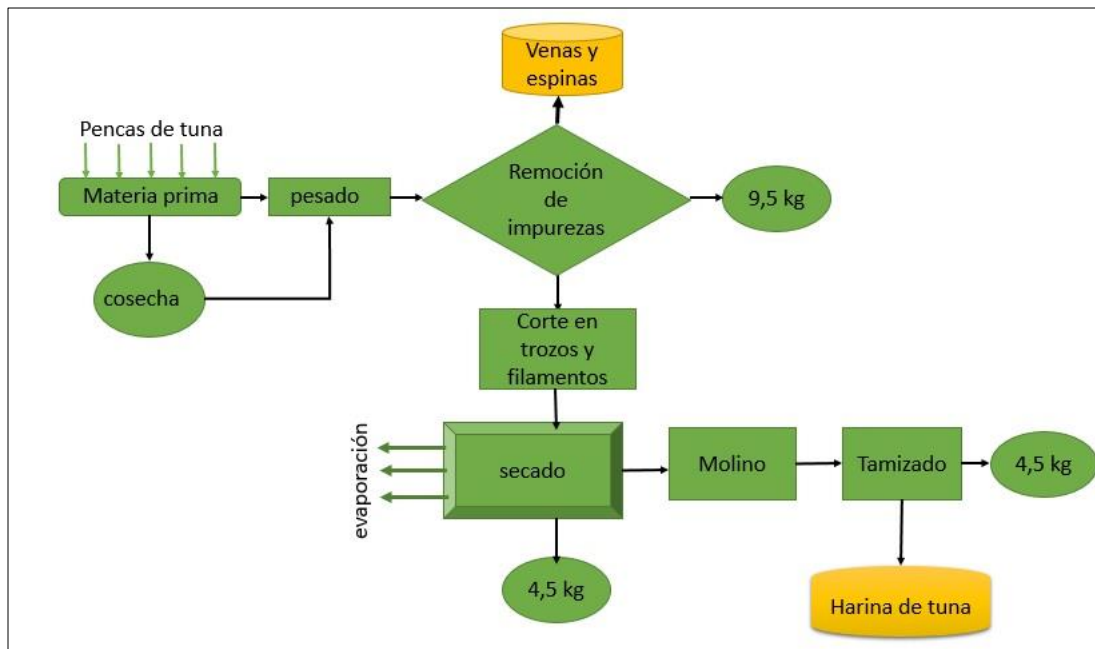


Figura 4. Diagrama flujos de obtención de harina de tuna.

- **Obtención de tuna (*Opuntia ficus-indica*):**

Se recolectó la tuna en localidad Mollepata, que presenta una altitud 2762 msnm y se ubica en el distrito Huamanga, departamento de Ayacucho. Esta recolección se realizó en un área aproximada de 2 m<sup>2</sup>. De este modo, se logró obtener 10 kg. Las pencas de tunas tienen un aproximado de 25 cm de altura y un ancho de 18 cm.

Para extracción de la penca de tuna, se ubicó una plantación en la localidad de Mollepata distrito de Huamanga, departamento de

Ayacucho. Se escogieron entre diversas pencas para poder extraer las que estaban en perfecta condición.



*Figura 5. Cultivo de tuna (Opuntia ficus-indica). tomado de “cultivo de tuna, por Gerencia regional agraria de la libertad. 2009, p.19”.*

- **Proceso de obtención de harina de tuna:**

Al recolectar las cactáceas se trasladaron a la ciudad de Lima para procesarlas y desarrollar la harina de tuna. El proceso se detalla en siguiente diagrama (Figura 6).

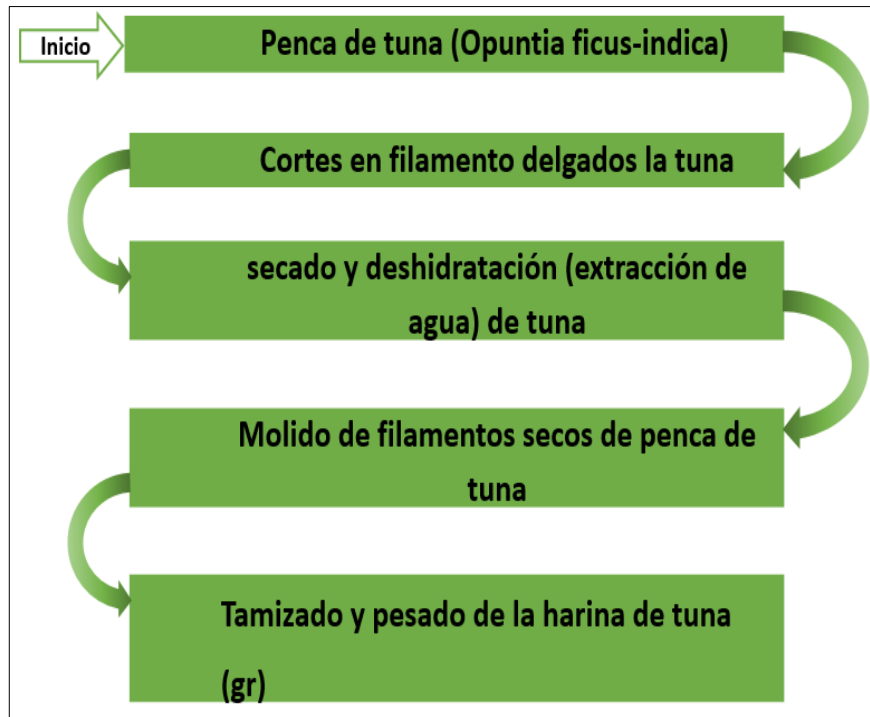


Figura 6. Procesos de la obtención de harina de tuna.

- **Limpieza y cortes:**

Se procedió a cortar en filamentos de pencas de tuna. En este proceso se limpió y quitaron todas las impurezas de las pencas (espinas, cortes secos, hongos etc.). Por último, se cortaron en filamentos delgados para procesos de secado.



Figura 7. Limpieza y corte de tuna

- **Proceso de secado y molido.**

En este proceso se secó mediante deshidratación directa al sol hasta llegar a la solidificación total de los filamentos de tuna. Después de ello, se siguió con proceso de molido, usando un molino mecánico hasta llegar al punto de harina.



*Figura 8.* Molido de pencas secas.

- **Pesado de harina de tuna:**

En el pesado de harina de tuna, se usó una balanza digital, y se pesaron 2,5 gr; 5 gr; 10 gr; 20 gr; y 25 gr. Se llenaron en bolsas transparentes, para los 5 días de trabajo de campo.



Figura 9. Pesado de harina de tuna.

### 3.2.2. ETAPA 2: Obtención de la Muestra de lavandería.

#### ▪ procesos de la toma de muestra

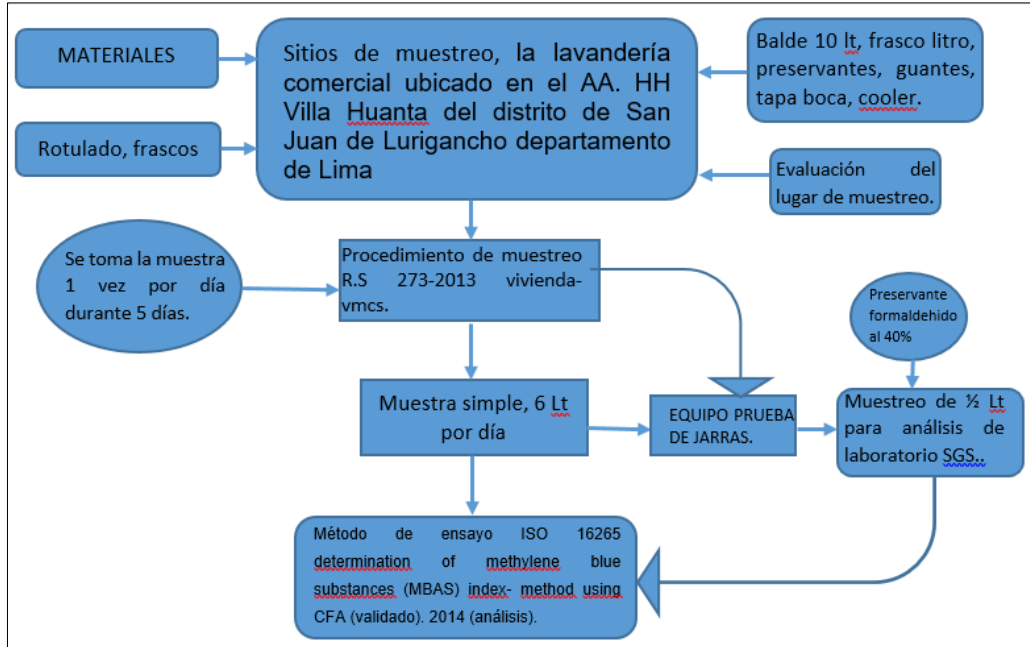


Figura 10. Diagrama de flujo de la toma de muestras y análisis.



La obtención de muestra de efluente se realizó en una la lavandería comercial ubicada en el AA. HH. Villa Huanta del distrito de San Juan de Lurigancho, departamento de Lima.



*Figura 11.* Muestra tomada de 6 litros

La toma de muestra sigue el procedimiento de muestreo y los análisis de métodos de laboratorio:

- “Resolución Ministerial N°273-2013-VIVIENDA-VMCS-OMA”. (muestreo).
- Método de ensayo ISO 16265 determination of methylene blue substances (MBAS) index- method using CFA (validado). 2014 (análisis).

### 3.2.3. ETAPA 3: aplicación de pruebas de jarras y muestreos

La toma de muestras y la aplicación de equipo de prueba de jarras determina la dosis necesaria de harina de tuna para reducir S.A.A.M (detergentes).

El procedimiento de pruebas de jarras se usó para determinar la reducción de detergentes en los efluentes de lavandería en distrito de San Juan de Lurigancho.

- Proceso de equipo de pruebas de jarras.

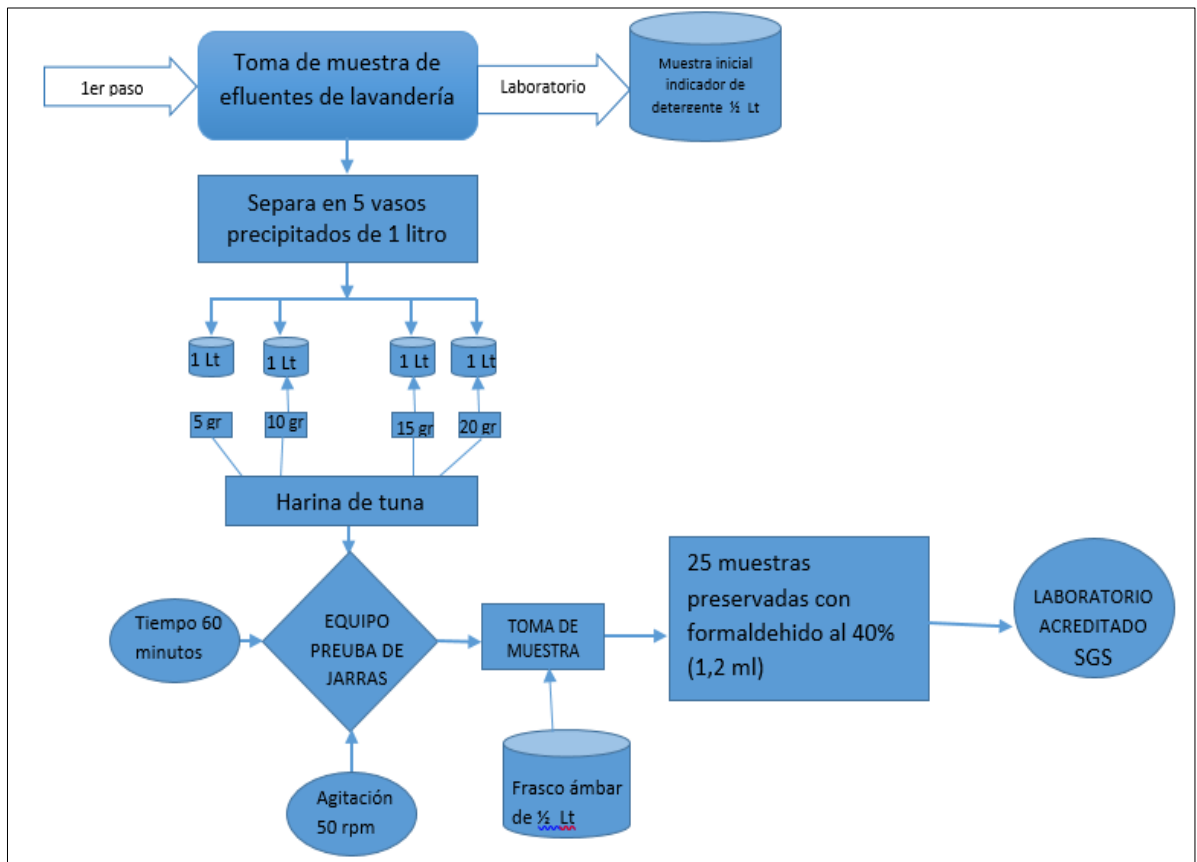


Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de prueba de jarras y toma de muestra

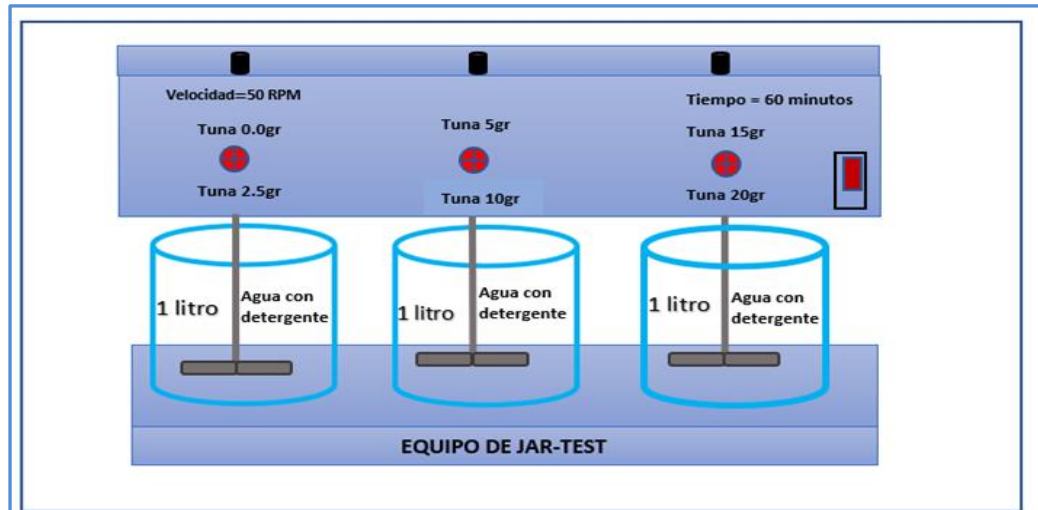


Figura 13. Equipo JAR-TEST.

El equipo prueba de jarras, se usó como con tiempo de 60 minutos, a la velocidad de 50 rpm para los 5 grupos, y en total se procesaron 20 muestras.



Figura N°14: Muestras de solución en frasco ámbar preservadas.

- **Procesos de la reducción de detergentes en Prueba de Jarras**

La finalidad de desarrollar el estudio es reducir los niveles de detergente al realizar la simulación del tratamiento en equipo de Pruebas de Jarras, donde se mezcla el efluente y la harina de tuna en la mezcla de una velocidad de 50 rpm en equipo de pruebas de jarras.

Tabla 1. *Volumen de concentración de harina de tuna y efluente.*

Concentración requerida harina de tuna	Blanco inicial	5 gr	10 gr	15 gr	20 gr
Volumen de efluente	1 litro	1 litro	1 litro	1 litro	1 litro

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. Población**

La población del siguiente estudio es el efluente de lavandería que se genera en negocio local en el asentamiento humano “Villa Huanta” del distrito de San Juan de Lurigancho del departamento de Lima. La generación de la descarga del efluente varía, ya que la cantidad de ropa que llega a la lavandería cada día es distinta, el uso de agua es de la red de agua potable, y el detergente a usar es detergente industrial que se compra en sacos. Todo ello interactúa en la lavadora y al terminar se desecha como el efluente final de la lavandería, la cual desecha volúmenes variados. La muestra tomada es de la primera descarga de la lavadora, de la cual se toman 6 litros de muestra y se los utiliza para el estudio, que se repite durante 5 muestras seguidas.

#### **3.3.2. Muestra**

Para los fines de la presente investigación se optó utilizar un total de 6 litros de muestra por día y un total de 5 muestreos consecutivos con

procedimientos de la “Resolución ministerial N° 273-2013-VIVIENDA-VMCS-OMA”, en la cual se procedió a tomar muestras de ½ litro y por día en 6 muestras en total de 30 muestras durante los 5 días.

Para la investigación se aplicaron 4 cantidades de harina de tuna de 5gr; 10gr; 15gr y 20gr. En una sexta muestra por día no se agregó harina de tuna y constituye una muestra de efluente para determinar en el análisis de laboratorio. En las cinco muestras se determina el nivel de detergente sin harina de tuna, un total de 5 muestras, con el objetivo de investigar diferentes dosis de harina de tuna, y efluente de lavandería para ver qué cantidad produce una mejor reducción de los niveles de detergente.

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas de recolección de datos responden al método observación experimental, por lo que las principales técnicas de recolección de datos utilizadas fueron los resultados obtenidos en los informes de ensayo, llevado a cabo por el laboratorio acreditado por INICAL CERTIFICACIÓN DEL PERÚ S.A.C. Los informes se realizaron a las muestras sin aplicar la harina de tuna y aplicando esta misma en diferentes dosis. En relación con la investigación de tipo correlacional, lo que se busca, a través de esta prueba, es confirmar si el fenómeno que ocurre en lo que respecta a la aplicación de la prueba de jarras a base de polvo de tuna tiene un efecto positivo en reducir los niveles de detergente en agua.

### 3.4.1. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron en el experimento de investigación fueron:

- Baldes
- Jarras
- Vasos de precipitados
- Envases (botellas de plástico)
- Molino de acero
- Equipo de Prueba de jarras

- **Datos de Laboratorio y muestras**

Tabla 2. *Datos de laboratorio y muestras.*

LABORATORIO: SOCIETE GENERALE DE SURVEILLANCE (SGS)
cada muestra que se llevó a laboratorio fue de 150 ml + persevante formaldehido al 40 % 1,2 ml
análisis requerido fue de: (S.A.A.M) detergentes
Muestra: agua de lavandería (efluente)
Equipo: Prueba de jarras
Velocidad equipo: 50 rpm
Tiempo:60 minutos

*Nota:* Elaboración propia.

### **3.4.2. Procesamiento Estadístico de la Información**

Se aplicó la estadística descriptiva con sus indicadores como media, desviación estándar, prueba de normalidad, prueba de homogeneidad de varianza, y análisis de varianza (anova).

### **3.4.3. Técnica de análisis de datos**

Para el análisis de datos obtenidos se utilizaron las hojas de programa Excel en el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio y generación de tablas para la interpretación de datos. Por otro lado, para la prueba de hipótesis, se usó el programa de estadística SPSS, ya que permite analizar la data para poder aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

### **3.4.4. Contrastación de la hipótesis**

Para contrastar las hipótesis y el procesamiento y análisis de datos, se emplean los programas Excel y SPSS, ya que permiten analizar tanto los datos como los resultados de laboratorio. Esto nos permite analizar los resultados y poder aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. RESULTADOS DE TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

##### **4.1.1. Análisis de los resultados de laboratorio**

Se llevó a cabo el análisis de resultados de laboratorio de los 5 grupos de lavandería, y un total de 5 concentraciones iniciales de detergente. Se obtuvo como resultado 20 datos después de la operación con el uso de equipo de pruebas de jarras y la harina de tuna, en las que usaron las dosis de 5 gr; 10gr; 15gr; 20 gr; de harina de tuna en los ensayos y los resultados se detallan a continuación.



#### 4.1.1.1. Análisis de la concentración inicial de los detergentes.

Se analizaron las muestras de efluente de lavandería de manera inicial. Esta es la concentración inicial de detergente por lavandería, constituida por 5 muestras iniciales por lavandería, del total de los grupos de lavandería.

Tabla 3. Resultados de análisis inicial de la concentración de detergente mg/L de las Lavanderías (sin tratamiento).

Concentración de detergente inicial de 05 lavanderías		
Lavanderías	Harina de Tuna gr/L	Detergente mg/L
Lavandería 01	0,0	59,536
Lavandería 02	0,0	74,258
Lavandería 03	0,0	49,400
Lavandería 04	0,0	32,262
Lavandería 05	0,0	45,200

*Nota:* elaboración propia.

Los resultados de la concentración inicial de detergentes en las muestras de 05 lavanderías, obtenidos por los análisis en laboratorio están comparados con las normas peruanas de Estándares de calidad ambiental (ECA), Decreto supremo N° 004-2017-MINAN, Para agua superficial. Donde la concentración de detergente (S.A.A.M) es 0,5 mg/L; y, también,

con la Norma internacional de Ecuador donde el límite de descarga al sistema de alcantarillado es de 2,0mg/L.

#### 4.1.1.2. Análisis de los resultados de la lavandería 01.

Los resultados de la lavandería 01 que se observa en tabla 4 muestra los resultados de la reducción de detergente con el aumento de dosis de harina. Se pueden apreciar también en la figura 15.

Tabla 4: *Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 01.*

Valores de análisis de laboratorio Lavandería 01	
Tuna gr/L	Detergente mg/L
0,0	59,536
5	35,370
10	31,176
15	20,239
20	19,010

*Nota:* Elaboración propia.

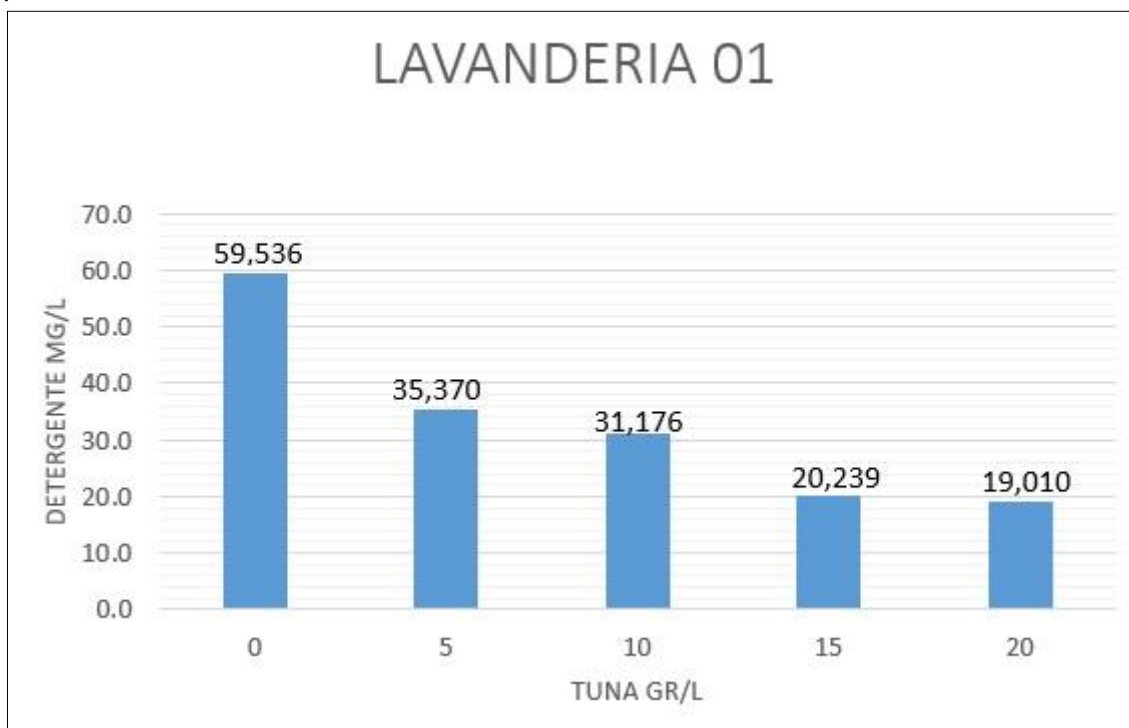


Figura N°15: Análisis de los resultados de la Reducción de detergente de la lavandería 01

Se puede evidenciar que en la reducción de detergentes con la dosis más alta de harina de tuna sí hay una diferencia de reducción y la diferencia de muestra inicial de detergente.

#### 4.1.1.3. Análisis de los resultados de la lavandería 02.

Como parte de la determinación, se muestra el resultado en la Tabla 5 en la que se observa los resultados de la lavandería 02 en cuyos resultados del laboratorio, se puede observar la reducción de detergentes al aplicar la harina de tuna.

Tabla 5: Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 02.

Valores de análisis de laboratorio	
Tuna gr/L	Detergente mg/L
0,0	74,258
5	45,478
10	36,648
15	26,648
20	18,239

Nota: Elaboración propia

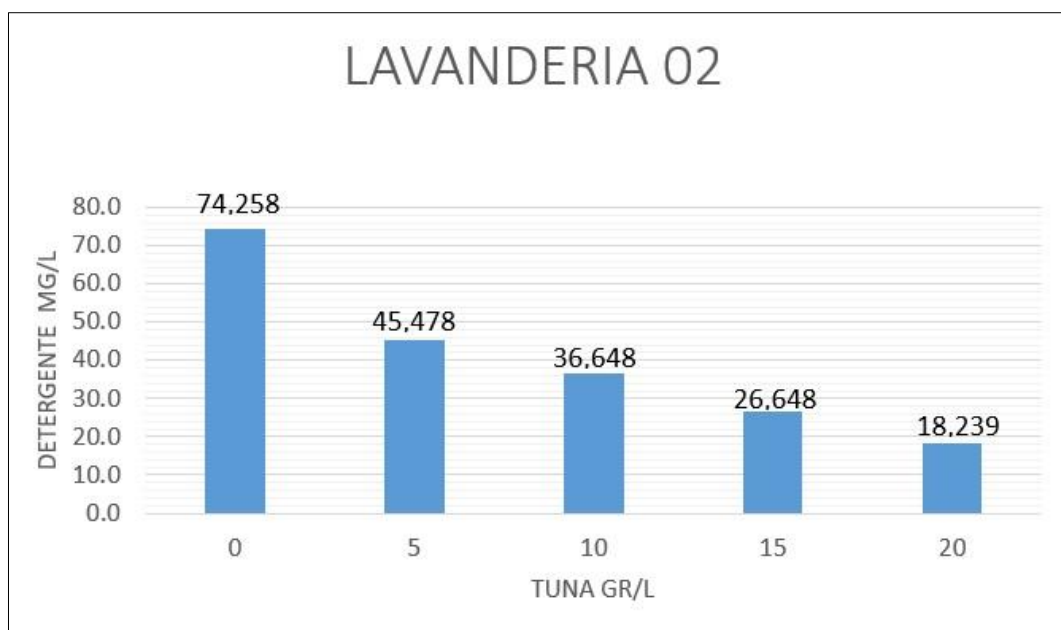


Figura 16: Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 02.

En los resultados obtenidos en las muestras de lavandería 2, se observa la reducción de detergente. Con la dosis de 20 gr de harina de tuna, hay una variación considerable.

#### 4.1.1.4. Análisis de los resultados de la lavandería 03

El resultado de laboratorio se observa en la Tabla 6, y la reducción de detergente en Figura 18. Se pueden observar resultados de reducción de detergentes donde se indica al aplicar la harina de tuna.

*Tabla 6: Resultados de la concentración de detergente de la lavandería 03.*

Valores de análisis de laboratorio	
Tuna gr/L	Detergente mg/L
0,0	74,258
5	45,478
10	36,648
15	26,648
20	18,239

*Nota: Elaboración propia*

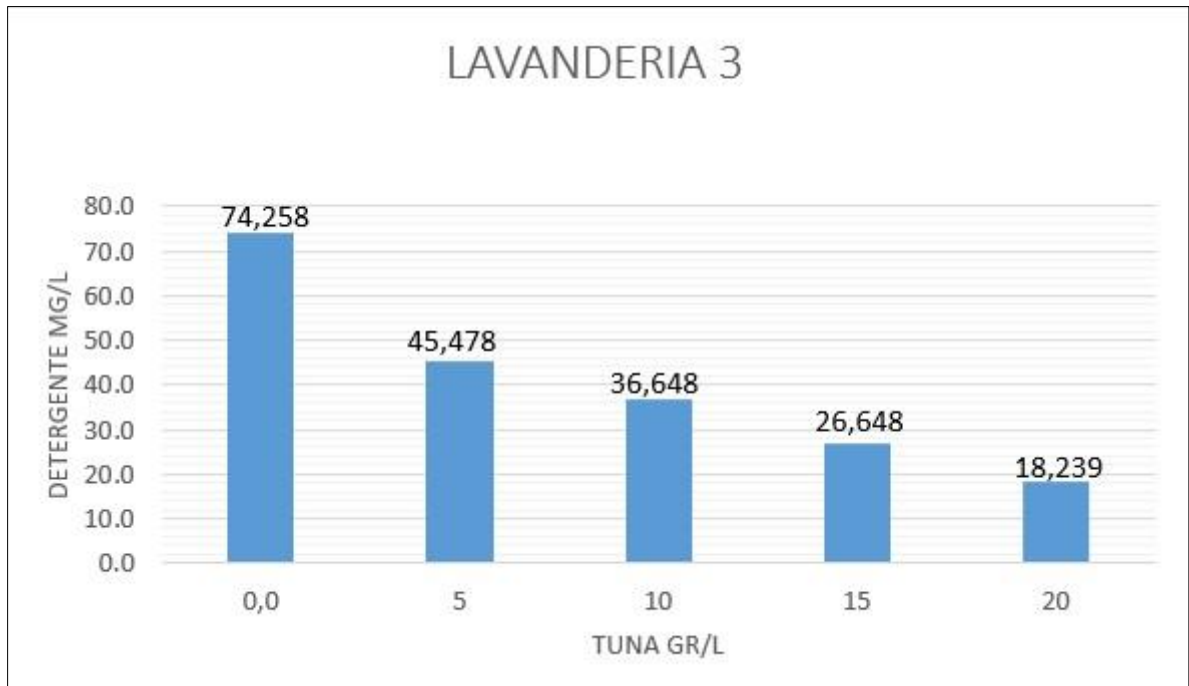


Figura 17: Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 03.

En los resultados obtenidos en las muestras de lavandería 3, se observa la reducción de detergente, pues hay reducción considerable con la dosis de 20 gr de harina de tuna.

#### 4.1.1.5. Análisis de los resultados de la lavandería 04.

El resultado de laboratorio se observa en la tabla 7 de la lavandería 04. El comportamiento de la reducción de detergentes es significativo, la dosis de 20 gr de harina tuna se indica en grafico 18.

Tabla 7: Tabla de resultados de la concentración de detergente de la lavandería 04.

Valores de análisis de laboratorio	
Tuna gr/L	Detergente mg/L
0,0	32,262
5	14,215
10	12,649
15	11,830
20	8,023

Nota: Elaboración propia

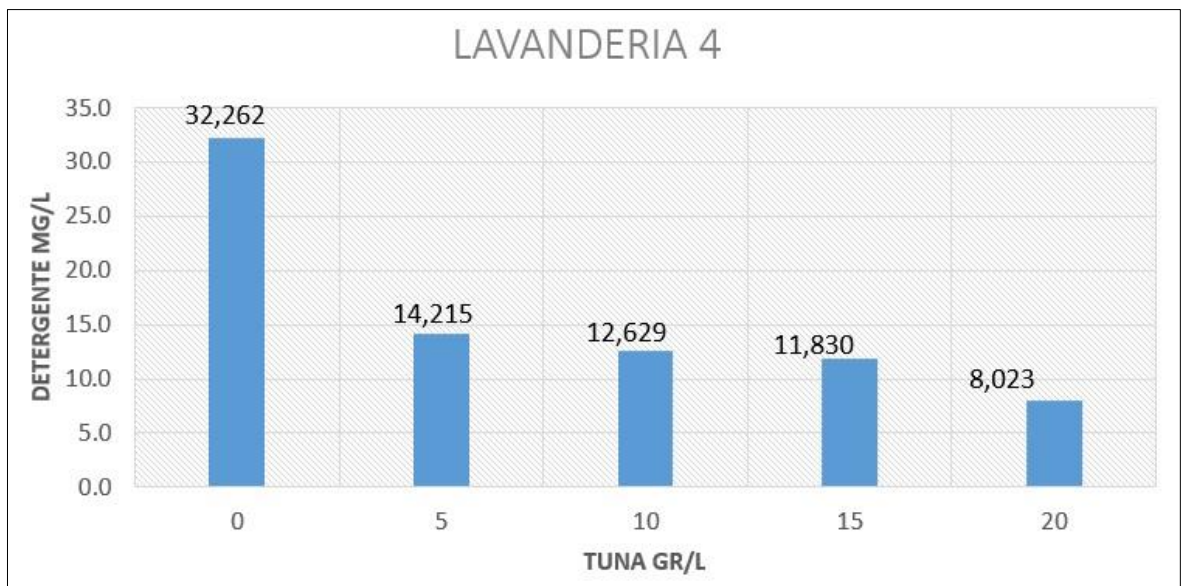


Figura 18: Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 04

En los resultados obtenidos, se observa la reducción con la dosis de 20 gr de harina de tuna, la cual se identifica como de las más bajas del grupo de las lavanderías.

#### 4.1.1.6. Análisis de los resultados de la lavandería 05.

En los resultados en la Tabla 8 de la lavandería 05 de la dosis y el uso de equipo de prueba de jarras, se puede observar resultados de reducción al aplicar la harina de tuna. Al aumentar la dosis, se observa que reduce aún más la concentración de detergentes indicado en Tabla 8.

*Tabla 8: Tabla de resultados de la concentración de detergente de la lavandería 05.*

Valores de análisis de laboratorio	
Tuna gr/L	Detergente mg/L
0,0	45,200
5	12,347
10	13,001
15	6,293
20	7,103

*Nota: Elaboración propia*



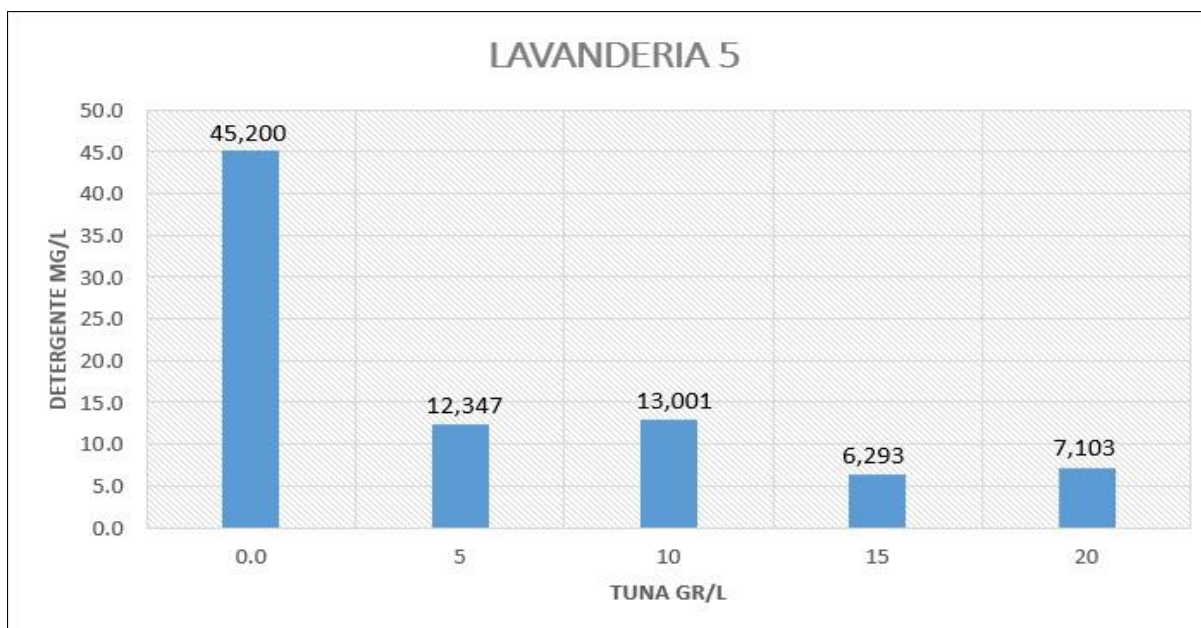


Figura 19: Análisis de los resultados de la reducción de detergente de la lavandería 05

Se observa la reducción más significativa de los grupos en la lavandería 5, de la dosis de 20 gr de harina tuna. Esta es la más significativa en el sentido de la reducción de detergente de las muestras de efluentes.

Tabla 9: Cuadro de los resultados de la reducción de detergente de las 05 lavanderías, con uso de harina de tuna.

	lavandería 1	lavandería 2	lavandería 3	lavandería 4	lavandería 5
Detergente inicial	59.536 mg/L	74.258 mg/L	49.400 mg/L	32.262 mg/L	45.200 mg/L
5 gr (tuna)	35.370 mg/L	45.923 mg/L	34.093 mg/L	14.215 mg/L	12.346 mg/L
10 gr (tuna)	31.176 mg/L	36.478 mg/L	15.252 mg/L	12.649 mg/L	13.001 mg/L
15 gr (tuna)	20.239 mg/L	26.648 mg/L	11.637 mg/L	11.830 mg/L	6.293 mg/L
20 gr (tuna)	19.010 mg/L	18.239 mg/L	13.348 mg/L	8.023 mg/L	7.103 mg/L

Nota: Elaboración propia

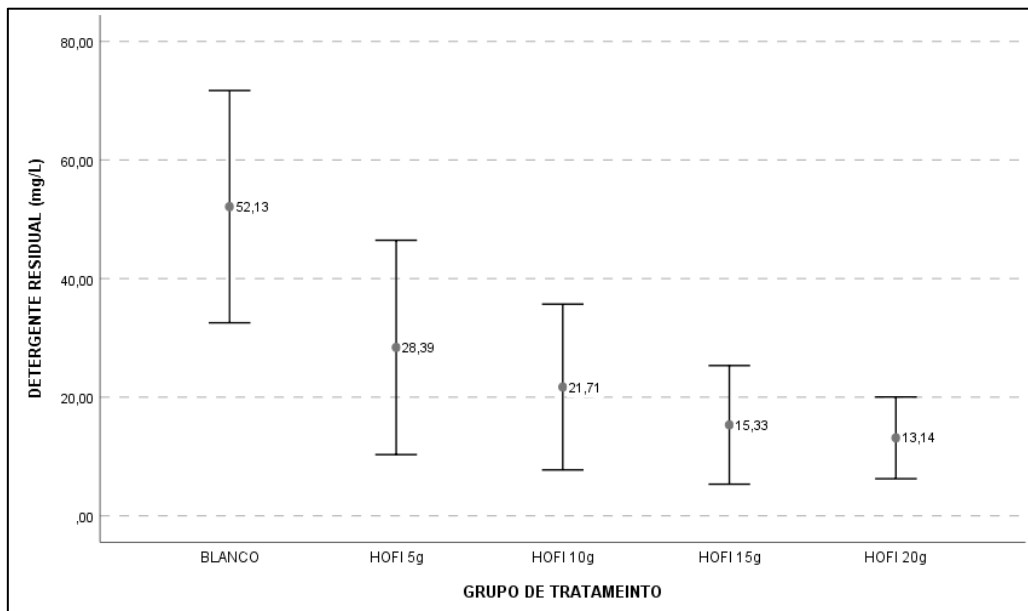
- **Comparación con normas nacionales.**

Los resultados de los valores de la reducción de valores de detergente y el aumento de dosis de harina de tuna, se puede observar la reducción paulatina de detergente, y la comparación de la norma peruana del decreto supremo N°004-2017-MINAM, de Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua. De la categoría 1: población y recreacional, en la subcategoría B: aguas superficiales destinadas para recreación. Los valores de detergente (SAAM) es de 0.5 mg/L en la norma, en la cual los resultados de la dosis de harina de tuna de 20 gr/L y se acerca con la concentración de 7.103 mg/L de detergente promedio, el valor se acerca a la norma peruana.

La norma peruana de los estándares de calidad ambiental es directamente para fuentes de agua naturales, son distantes los valores de la comparación del efluente de lavandería. Esto se debe a que es un efluente de lavandería y la reducción del parámetro de detergente es considerable distante a una fuente de agua natural.

## 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la selección de la prueba estadística, se realiza los siguientes cuadros, considerando que se analizaron 5 grupos de lavandería, en una prueba transversal. Esto se hace porque se busca los 5 grupos que recibieron tratamientos de diferentes dosis de harina de tuna y se tratan de variables numéricas.



*Figura 20.* Reducción de detergente de los 5 grupos de lavanderías.

Concentración de detergente en muestras de aguas residuales de lavanderías por efecto del tratamiento con harina de *O. ficus* a diferentes proporciones. San Juan de Lurigancho, 2019. tomado de SPSS.

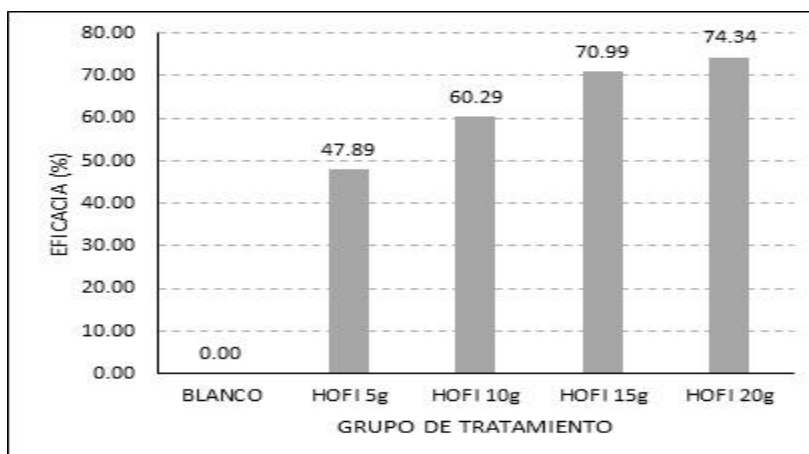


Figura 21. Análisis de la eficacia porcentual de la dosis de harina de tuna y la reducción de detergente.

Eficacia porcentual del tratamiento con harina de *O. ficus* a diferentes proporciones sobre la concentración de detergente en muestras de aguas residuales de lavanderías. San Juan de Lurigancho, 2019. Tomado del programa SPSS.

Tabla 10. Datos estadísticos descriptivos de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de *O. ficus indica*.

	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
BLANCO	5	52,1312	7,05235	32,5507	71,7117
HOFI 5g	5	28,3894	6,50765	10,3213	46,4575
HOFI 10g	5	21,7112	5,03663	7,7273	35,6951
HOFI 15g	5	15,3294	3,60382	5,3236	25,3352
HOFI 20g	5	13,1446	2,48122	6,2556	20,0336
Total	25	26,1412	3,57346	18,7659	33,5164

Nota. tomado del resultado de spss.

- **Prueba de normalidad**

Tabla 11. Datos de **Prueba de normalidad**: (Kolmogorov - Smirnov) de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de *O. ficus indica*

	GRUPO DE TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Estadístico	gl	p valor.
DETERGENTE	BLANCO	,169	5	0,200*
RESIDUAL (mg/L)	HOFI 5g	,252	5	0,200*
	HOFI 10g	,317	5	0,113
	HOFI 15g	,268	5	0,200*
	HOFI 20g	,222	5	0,200*

Nota: \*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera

a. Corrección de significación de Lilliefors, tomado de spss.

En esta tabla los valores de p son mayores que 0.05, por lo tanto, se concluye que los datos de detergente residual de los grupos no son diferentes a una distribución normal, es decir, se distribuyen normalmente.

- **Prueba de homogeneidad de varianza.**

Tabla 12. *Prueba de homogeneidad de varianzas de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de O. ficus indica*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	p valor
DETERGENTE	Se basa en la media	2,136	4	20	0,114
RESIDUAL (mg/L)	Se basa en la mediana	,686	4	20	0,610
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,686	4	15,105	0,613

Se basa en la media recortada	2,098	4	20	0,119
-------------------------------	-------	---	----	-------

*Nota:* tomado de spss.

En esta tabla se observa que el valor de p es mayor que 0.05. Por lo tanto, no hay diferencia estadística significativa entre las varianzas de los datos detergente residual de los grupos, es decir, las varianzas de dichos datos son iguales u homogéneos.

En vista de que los datos cumplen con los criterios de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar las pruebas paramétricas correspondientes.

- **Análisis de varianza (ANOVA)**

Tabla13. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable detergente residual (mg/L) por efecto del tratamiento de aguas residuales de lavanderías con la harina de tuna (*O. ficus indica*)

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4929,830	4	1232,458	9,023	0,000
Dentro de grupos	2731,937	20	136,597		
Total	7661,767	24			

*Nota:* tomado de spss.

Como el valor de p es mayor que 0.05, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos de detergente residual de los grupos. Para saber qué grupo(s) se diferencia(n) uno de otro, se pasa a realizar

una prueba *post hoc* de comparaciones múltiples, en este caso, el test HSD TUKEY.

Tabla 14. Cuadro de intervalo de confianza (*p* valor) de las 5 lavanderías.

(I) GRUPO DE TRATAMIENTO	(J) GRUPO DE TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	p valor	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
BLANCO	HOFI 5g	23,74180*	7,39180	,032	1,6228	45,8608
	HOFI 10g	30,42000*	7,39180	,004	8,3010	52,5390
	HOFI 15g	36,80180*	7,39180	,001	14,6828	58,9208
	HOFI 20g	38,98660*	7,39180	,000	16,8676	61,1056
HOFI 5g	BLANCO	-23,74180*	7,39180	,032	-	-1,6228
	HOFI 10g	6,67820	7,39180	,892	-	28,7972
	HOFI 15g	13,06000	7,39180	,419	-9,0590	35,1790
	HOFI 20g	15,24480	7,39180	,274	-6,8742	37,3638
HOFI 10g	BLANCO	-30,42000*	7,39180	,004	-	-8,3010
	HOFI 5g	-6,67820	7,39180	,892	-	15,4408
	HOFI 15g	6,38180	7,39180	,907	-	28,5008
	HOFI 20g	8,56660	7,39180	,774	-	30,6856
HOFI 15g	BLANCO	-36,80180*	7,39180	,001	-	-
	HOFI 5g	-13,06000	7,39180	,419	-	9,0590
	HOFI 10g	-6,38180	7,39180	,907	-	15,7372
	HOFI 20g	2,18480	7,39180	,998	-	24,3038
HOFI 20g	BLANCO	-38,98660*	7,39180	,000	-	-
	HOFI 5g	-15,24480	7,39180	,274	-	6,8742

HOFI 10g	-8,56660	7,39180	,774	-	13,5524
					30,6856
HOFI 15g	-2,18480	7,39180	,998	-	19,9342
					24,3038

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: tomado de spss.

### • PRUEBA DE HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>:** La media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías tratadas con diferentes proporciones de harina de tuna (*O. ficus indica*) no es diferente a la media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías del grupo blanco.

**H<sub>1</sub>:** La media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías tratadas con diferentes proporciones de harina de tuna (*O. ficus indica*) es diferente a la media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías del grupo blanco.

Si el ANOVA arroja un valor de  $p < 0.05$ , entonces se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ . En este caso, aceptamos la  $H_1$ , y afirmamos que la media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías tratadas con diferentes proporciones de harina de tuna (*O. ficus indica*), es diferente a la media de las concentraciones de detergente en aguas residuales de lavanderías del grupo blanco. En otras palabras, la harina de tuna (*O. ficus indica*) tiene efecto sobre la concentración de detergente en aguas residuales de la lavandería en San Juan de Lurigancho.



Sin embargo, la prueba de ANOVA no nos dice qué grupo o grupos se diferencian del grupo blanco. Para ello realizamos una prueba *post hoc* de comparaciones múltiples.

### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Esta tesis evidenció que con diversas cantidades en gr/L. de harina de tuna, sí se ha reducido las cantidades del detergente, y sí existen diferencias significativas con la aplicación de la tuna para reducir los residuos de detergente en el tratamiento agua residual procedente de lavandería mediante el uso de harina de tuna (*opuntia ficus-indica*) en San Juan de Lurigancho–Lima.

Mi investigación tiene un aporte para la reducción de detergente, y no he encontrado investigaciones que haya trabajado con tuna (*opuntia ficus-indica*) para reducir detergente, pero es cierto que en la bibliografía se indica que para reducir detergente usan diferentes medios como procesos foto catalítica, irradiación hongos y biológicos. Por esta razón, mi investigación tiene un aporte importante, ya que ha estudiado la reducción de detergente utilizando tuna (*Opuntia ficus-indica*) y mis resultados comparados con otros resultados demuestran que sí hay relevancia en uso de este compuesto.

Por lo que coincide con las siguientes investigaciones:

- Se verificaron en el análisis de los datos y resultados del artículo científico “*Remoción de fenoles, detergentes y coliformes presentes en agua residuales por medio de irradiación*” los resultados de muestras de agua con distintos grados de contaminación (con tratamiento primario y biológico). Estos fueron expuestos a diez diferentes dosis de radiación gamma de Co-60 del intervalo de 6 a 37 KGy, a una razón de dosis de radiación puede remover contaminantes químicos y biológicos. Con 6 a 10 kGy se eliminó hasta 5 órdenes de magnitud de microorganismos coliformes. No se encontró una dosis específica para fenoles, sin embargo, se observó que son susceptibles de ser suprimidos cuando su concentración es de 7 a 20 mg/L. La mayor remoción detergentes se obtuvo al aplicar 20 a 30 kGy y cuando su concentración es de 3 a 4mg/L Es importante mencionar que el abatimiento fenoles y detergentes fue mayor al aplicar la irradiación después del tratamiento biológicos y de la misma dimensión para coliformes en ambos casos (29).
- Se verificó en el análisis de los datos y resultados en la Tesis “*Fotocatálisis para la degradación de detergente en aguas residuales*” que los análisis y resultados de la efectividad de la fotocatalisis para la degradación de detergentes en aguas residuales está controlada para la dosis de  $TiO_2$ , pH concentración de  $H_2O_2$  y el tiempo de proceso, y para la degradación de detergente comercial con 11% de pureza, la concentración optima de catalizador 35 mg de  $TiO_2/L$ . Una mayor fotodegradación de detergente presente en aguas residuales se demostró

utilizando dos etapas, tanto del sistema UV/  $\text{TIO}_2/\text{H}_2\text{O}_2$  como del sistema UV/FE (II) $\text{H}_2\text{O}_2$  una efectividad de 99,77% y 99,87% respectivamente (30).

En los resultados de la tesis de estudio de “*Degradación foto catalítica de detergentes en efluentes domésticos*” se mencionan como resultados la disminución de la absorbancia del par iónico formado entre la molécula de LAS con el azul de metileno, el aumento del contenido de  $\text{CO}_2$  disuelto. Estos demuestran que la concentración de las moléculas de LAS, en las muestras preparadas y de detergentes comerciales, disminuyen así por la degradación. Y el método fotocatalítico ensayado  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Tio}_2/\text{UV}$  presenta buenos resultados de degradación bajo las condiciones propuestas (solución de 17mg/L de LAS, exposición de 8 horas con 4 horas de 9 watts cada una, 6mg de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , en un reactor de lecho fluidizado con 180 mg de catalizador  $\text{Tio}_2$  anatasa, impregnado sobre arena de cuarzo recirculado a una velocidad de 1,0 L/h). Para una mayor degradación de muestras con mayor concentración de contaminación el tiempo de exposición y la intensidad de las lámparas UV debe ser mayores. En conclusión, el tratamiento permite una disminución de la toxicidad del efluente al ensayar sobre daphnia, lo que muestra que es una buena técnica para mejorar las condiciones de la vida acuática y el medio ambiente. (31)

- En los resultados de la tesis de estudio de “*Remoción de detergente de aguas residuales textiles empleando hongos seleccionados obtenidos a partir de efluentes de industrias textil y efluentes de industrias textil y evaluación de su tolerancia a metales pesados a nivel de laboratorio,*” se menciona como

resultado que, estadísticamente, el hongo C1-BA y el consorcio de hongos C20-AL presentaron mayores en cantidades de biomasa en presencia de detergentes, y estadísticamente el hongo C18-BL junto al consorcio C20-AL removieron el porcentaje de mayor detergente (32).

#### 4.4. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El uso de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) tiene efectos de reducción, de los niveles de detergente en efluentes de lavandería a través de método prueba de Jarras. Existen diferencias significativas porque  $p$  es mayor que 0,05 estadísticamente, y la concentración detergente en muestras de agua residual de lavandería, en la reducción de 74,34 % con la dosis de 20 gr/l de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*).

**SEGUNDA:** La concentración de detergente promedio de los 05 grupos de lavandería es de 52,131 mg/L. Las concentraciones iniciales de la lavandería 01 tiene 59,536 mg/L y lavandería 02 una concentración de 74,258 mg/L, y la lavandería 03 tiene una concentración de 49.400 mg/L, la lavandería 04 una concentración de 32,262 mg/l y, por último, la concentración de lavandería 05 tiene una concentración de 45,200 mg/L.

**TERCERA:** El uso de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en diferentes dosis sí tiene un efecto de reducción de los niveles de detergente a través del método prueba de Jarras. (Las dosis de harina de tuna utilizadas fueron de 5 gr; 10gr; 15gr; y 20 gr.) la dosis necesaria para la reducción de detergente es el de 20 gr, ya que

en el porcentaje es la más alta en 74,34 % en la reducción de la concentración de detergente.

**CUARTA:** El uso de harina de tuna (*Opuntia ficus-indica*) sí reduce los niveles de detergente después del proceso a través de método Prueba de Jarras. Con la dosis de 20 gr/L de harina de tuna, se encontraron los valores más bajos, en la lavandería 01 reduciendo hasta 19,010 mg/L. En la lavandería 02 se reduce 18,239 mg/L, y en lavandería 03 se reduce a 13,348 mg/L, la lavandería 4 a 8,023 mg/L y la lavandería 5 hasta 7,103 mg/L.

**QUINTA:** Comparando los resultados del estudio, este no cumple con la Norma internacional de Ecuador donde el límite de descarga de efluente al sistema de alcantarillado es de 2,0mg/L. La diferencia del valor más representativo de todas las pruebas es de 7,103 mg/L, de la dosis de 20 gr/L de harina de tuna de la lavandería 5. (Se compara con la norma ecuatoriana, porque no hay norma peruana, para el parámetro (detergente) en efluentes de aguas residuales domésticas o industriales.)

#### **4.5. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el uso de otras concentraciones de la especie estudiadas, para reducir detergente en descargas de agua de lavandería, para llegar a resultados más confiables y valores aceptables, porque el agua es esencial e importante para reuso en diferentes actividades.

- Se recomienda deshidratar al instante las tunas frescas, ya que la tuna se oxida y se pudre y malogran perdiendo así sus propiedades.
- Realizar investigaciones para reducir el color de la tuna, sin perder propiedades naturales; antes del proceso de la obtención de harina de tuna, con la finalidad mejorar el tratamiento de reducción de detergente en efluente de lavandería.
- Probar la harina de tuna, y sus efectos para reducir otros contaminantes de los efluentes de aguas residuales industriales y domésticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ESPINOZA, PAVEL.** *Calidad de agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales.* Perú: DAR, 2017.
2. **TOLENTINO, ANTONY; BENITES, ELMER Y CABRERA, CARLOS.** Aguas residuales de lavandería y su tratamiento por oxidación foto catalítica con oxidación de titanio (TiO<sub>2</sub>) y luz ultravioleta (UV) en Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja -2017. Perú: *Rev. Del instituto de investigación FIGMMG-UNMSM.* 2019, Vol. 22, N°43, pp.3-8.
3. **CHAMBI, ZULMA.** *Tratamiento de aguas residuales de lavanderías por proceso de coagulación -floculación y adsorción.* Universidad del Altiplano. (2018). Perú–Puno.
4. **GONZÁLEZ, EDGAR.** *Efectos de la composición química de mucílagos en la remoción de metales pesados de agua contaminados.* Tesis (Magister en Ciencias de Desarrollo de productos bióticos). Instituto Politécnico Nacional Centro de Desarrollo de Producto Bióticos. Yautepec, Morelos: México, 2019.
5. **HERNAN, CARLOS.** “Tensoactivos anionicos en agua – Método SAAM”. Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales, Colombia, 2007.
6. **QUISPE, HAYDEE.** *Aplicación del mucílago extraído de nopal (opuntias ficus-indica) en la clarificación del agua de tío Uchusuma.* Tesis (Bachiller en Ingeniería Química). Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, escuela académica profesional de ingeniería química, Tacna - Perú, 2013.
7. **SALAZAR, DANTE.** *Diseño de Biofiltro de mucílago de tuna (opuntia ficus – indica) para remover Arsénico.* Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Universidad San Pedro, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote - Perú, 2018.
8. **LOZANO, LIZETH.** *Efecto de la disminución de la turbidez en el agua por floculantes de opuntia ficus-indica (tuna) con los diferentes procesos de extracción en el río Chota de Cajamarca, 2018.* Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos). Universidad Privada Antonio Guillermo

- Urrelo, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos, Cajamarca - Perú 2018.
9. **VILLANUEVA, JHEYSER.** *Efectos de tres concentraciones de mucílagos de tuna (opuntia ficus –indica (l.) Miller) y de san pedro (echinopsis pachanoi (britton & rose) friedrich & g.d.rowley) en la clarificación de agua.* Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental) Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Cajamarca - Perú, 2019.
  10. **TORRES, JOCELYN.** *Evaluación de remoción de turbiedad de agua del canal de riego mediante tratamiento químico por coagulación –floculación con dos métodos de extracción de coagulantes de mucílago de opuntia ficus-indica a escala de laboratorio.* Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Universidad Peruana Unión, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima- Perú 2019.
  11. **MALDONADO, LORENA.** *Estudio de la remoción de detergentes anionicos tipo sulfatos con carbón activado.* Proyecto previo a la obtención de título de Ingeniería Química. Escuela Politécnica Nacional, facultad de Ingeniería Química y agroindustrial, Quito- Ecuador, 2008.
  12. **MOREJÓN, BAYRON.** *Utilización del mucílago de tuna (opuntia ficus-indica) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de pusir grande, provincia del Carchi.* Tesis (Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales). Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador ,2017.
  13. **MARTÍNEZ, JASSER y GONZALES, LUIS.** *Evaluación del poder coagulante de la tuna (opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas.* Tesis (Licenciatura en Ingeniería Química). Universidad de Cartagena. Programa de Ingeniería Química. Cartagena de las Indias, 2012.
  14. **PACHECO, WILLIAM.** *Contaminación por detergentes-agentes nocivos olvidados-. caso de estudio: el Río Granobles.* Tesis (Magister en Gestión Ambiental) Universidad internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito – Ecuador, 2015.
  15. **GUARDADO, ÓSCAR y HERNÁNDEZ, ALEXANDRA.** *evaluación de la efectividad de floculantes naturales en el tratamiento de aguas residuales provenientes de lavandería industrial, utilizando el cladodio de nopal (opuntia ficus-indica) y la semilla de tamarindo(tamarindus indica).* Tesis (Bachiller en



Ingeniería Química). Universidad de El Salvador, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, El Salvador ,2017.

16. **DE VARGAS, LIDIA.** *Tratamiento de aguas para consumo humano” plantas de filtración rápida” manual I: teoría y tomo I. CEPIS/OPS (centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencia del ambiente, Lima –Perú, 2004.*
17. **GLYNN, HENRY y HEINKE, GARY.** *Ingeniería ambiental.* Segunda edición. México. Editora Pearson educación, 1999. 383 pp.
18. **ELDON, ENGER y SMITH, BRADLEY.** *Ciencias ambientales un estudio de interrelaciones.* Décima Edición, México. Editor Mc Graw-Hill/ Interamericana Editores, 2006. 366 pp.
19. **FERNANEZ, R. y otros.”Informe de vigilancia tecnológica (tratamientos avanzados de aguas residuales Industriales)”.** Fundación para el conocimiento Madrid CEIM, España 2006, pp.18-25.
20. **RAMIREZ, MIGUEL.** Detergentes orgánicos sintéticos y ambiente. *Hidrogénesis, Revista del instituto costarricense de acueductos y alcantarillados.* 4, (1), junio, 2006. ISSN 1659-1968.
21. **HERRERA POSADA, MARITZA; DÁVILA, LILIA y PEREZ, JUAN.** *Diccionario básico de química analítica. México: Instituto Politécnico Nacional. 1991, 145 pp.*
22. **SANCHO, M.** *Productos de limpieza y mantenimiento de uso doméstico (Medidas de actuación en caso de accidentes España: Instituto nacional de toxicología, 1988.*
23. **CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE,** *operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua (manual de capacitación para operadores).* Lima: CEPI, 2002, 219 pp.
24. **NOVOA, SÍDNEY.** Sobre el origen de la tuna en el Perú algunos alcances. *Revista Zonas Áridas,* (10), 2006, pp1-8.
25. **LORENZO, YANIRIS.** Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación sobre los derivados de la caña de azúcar, *ICIDCA Revista.* XL, (2), 2006.pp 1-9.
26. **MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO,** N°273-2013–VIVENDA – VMCS - OMA, Lima, 24 de octubre 2013.

27. **HERNANDEZ, ROBERTO.** *Metodología de la investigación*. Sexta edición, México: McGRAW-HILL/Interamericana editores, 2014, 129 pp.
28. **BEHAR, DANIEL.** *Introducción a la Metodología de la investigación editorial*. España: Shalom, 2008. pp 19; ISBN 978-959-212-783-7.
29. **MORENO, JAIME.; COLIN, ARTURO y VAZQUES, OCTAVIO.** Remoción de fenoles, detergentes y coliformes presentes en agua residuales por medio de irradiación. *Revista Internacional Contaminación ambiental*.8 (1),1992, pp.29-35.
30. **MENDOZA, WILSON.** *Fotocatálisis para la degradación de detergentes en aguas residuales*. Tesis (Bachiller en Ingeniería Química). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Escuela Profesional de Ingeniería Química, Lambayeque-Perú. 2019.
31. **VISITACIÓN, LIZARDO.** *Degradación Fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos*. Tesis (Magister en Química). Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Graduados, Lima, Perú, 2004.
32. **YEPEZ, CAROL.** *Remoción de detergentes de aguas residuales textiles empleados hongos seleccionados obtenidos a partir de efluentes industrias textil y evaluación de su tolerancia a metales pesados a nivel de laboratorio*. Tesis (Licenciado en Ingeniería biotecnológica) Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de ciencias de la vida ingeniería en biotecnología, Sangolqui-Ecuador 2011.

## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 15: matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b> ¿Qué efectos tiene la harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en la concentración de detergentes en agua residual de lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Cuál será la concentración de detergente antes de la dosificación de la harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en agua residual de la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?</p> <p>¿Cuál es la dosis necesaria de harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) para la reducción de la concentración de detergente en agua residual de la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019?</p> <p>¿Cuál será la concentración de detergente después de la dosificación de la harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar los efectos de la harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en la concentración del detergente en agua residual de la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Determinar la concentración de detergente antes de la dosificación de la harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p>Determinar la dosis necesaria de harina de tuna para la reducción niveles de detergente en la lavandería en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p>Determinar la concentración de detergente después del proceso a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.</p>	<p><b>Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):</b> La dosificación de la harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) no reduce los niveles de detergente en efluentes de lavandería a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p><b>Hipótesis alterna (H<sub>1</sub>):</b> La harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) reduce los niveles de detergente en efluentes de lavandería a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b> La concentración de detergente se encuentra en niveles altos antes del uso de harina de tuna en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p>El uso de harina de tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en diferentes dosis tiene un efecto de reducción de los niveles de detergente en San Juan de Lurigancho 2019.</p> <p>La concentración de detergente se reduce después del proceso a nivel de laboratorio en San Juan de Lurigancho 2019.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b>  Harina de tuna</p> <p><b>Variable Dependiente:</b>  Detergente</p>	<p>Tipo de investigación: Experimental</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: volumen total del agua.</p> <p>Muestra: 30 muestras.</p> <p>Técnica: experimento</p> <p>Análisis de datos: Estadística análisis de varianza nova.</p> <p>Procesamiento: SPSS y Excel.</p>

## ANEXO 2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

Tabla 16. Cuadro de la **operacionalización** de variables de tesis

Variables	Variable	Definición conceptual	Unidad de medida	Dimensión	Indicadores	Tipo de investigación
Concentración de Detergente, expresado como concentración de tensos activos.	Dependiente	Sustancia con propiedades físico - químicas, que quita la suciedad sin corroer el material sobre el que se aplica y con capacidad humectante y de enjuague.	Miligramos por litro (mg/L)	Parámetro químico del agua, concentración	Concentración de (S.A.A.M.) detergentes	Experimental  <b>Población y muestra:</b> 30 muestras con 2,5 gr;5gr;10 gr; 15 gr;20gr harina de tuna, en muestras de agua con detergente a escala de lavador
Dosis de harina de tuna.	Independiente	La harina de tuna ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ), es una planta arbustiva de la familia de las cactáceas, como la mayoría de los miembros de este género carece de hojas nomofilas, los segmentos ocladodios en que se divide, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos.	Gramos (gr)	Dosis	Masa de harina de tuna	<b>Técnica:</b> experimento  <b>Análisis de datos:</b>  Estadística análisis desviación Anova estándar, varianza, rango, mínimo, máximo.

### ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE MUESTREO

#### LAVANDERIA 1



Figura 22. Muestra de efluente de lavadora de 6 litros.



Figura 23. Vasos precipitados con tuna molida.



Figura 24. Muestra en el equipo de pruebas de jarras.



Figura 25. Muestras preservadas.



Figura 26. Muestras de 15 y 20 gr de harina de tuna vasos precipitados.

(Continua)

LAVANDERIA 2



Figura 27. Muestra de efluente y tuna molida.



Figura 28. Mezcla de efluente y tuna en equipo de pruebas de jarras.



Figura 29. Toma de muestras del jar-test.



Figura 30. Dos muestras preservadas.

### LAVANDERIA 3



*Figura 31.* Muestra de efluente y tuna Molida.



*Figura 32.* Efluente y tuna en vasos precipitados.



*Figura 33.* Mezcla de efluente en equipo de pruebas de jarras.



*Figura 34.* Toma de muestras de tres vasos de precipitados.

(Continua)

## LAVANDERIA 4



*Figura 35.* muestra de efluente y harina tuna molida pesados.



*Figura 36.* efluente y tuna molida en vaso precipitado de litro.



*Figura 37.* Mezcla de tuna molida en equipo de prueba de jarra.



*Figura 38.* Dos muestras en vaso precipitado jarras 4 y 5.



**LAVANDERIA 5**



*Figura 39.* Muestra de efluente y tuna molida pesada.



*Figura 40.* Efluente y tuna molida vasos precipitados.



*Figura 41.* Efluente y tuna molida en equipo de pruebas de jarras.



*Figura 42.* Toma de muestras para Análisis.



*Figura 43.* Dos muestras de las jarras 4 y 5.

**(Continua)**

Materiales equipos



Figura 44. Balanza.



Figura 45. Tuna deshidratada y molino.



Figura 46. Equipo pruebas de jarras.



Figura 47. Tuna deshidratada, pesada en 2.5 gr-5gr-10-gr-15-20gr.



Figura 48. Vasos precipitados de litros.

## ANEXO 4: DATOS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Figuras 49. Resultados de análisis de laboratorio SGS.



Callao, 19 de Diciembre de 2019  
Carta N° 2073/19-EHS

Señor  
**FREDY YUPANQUI PEREZ**  
Lima.-

**Asunto** : Remisión de Informe de Ensayo

**Referencia** : Número de cotización 359924-001 de fecha 18.10.2019

**Adjunto** : MA1930795 – MA1930799 – MA1931300 – MA1931448 – MA1931446

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, a efectos de saludarla y con relación al documento de la referencia mediante el cual su representada solicita el servicio de análisis de calidad de agua.

Al respecto, se remite por adjunto los informes de ensayo correspondientes al análisis de calidad de agua para los fines que estime pertinentes.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial estima.

Atentamente,



**Stefany Moreno Acero**  
**Ejecutivo de Cuenta**  
**División Medio Ambiente**  
**SGS del Perú S.A.C**

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS

- Lavandería día 1.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930799 Rev. 0**

**FREDY YUPANQUI PEREZ**

AA.HH VILLA HUANTA MZ I LT 17-SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA

ENV / LB-346458-003

PROCEDENCIA : LAVANDERIA DIA 1

Fecha de Recepción SGS : 02-12-2019  
 Fecha de Ejecución : Del 02-12-2019 al 04-12-2019  
 Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M-1-1
M-1-2.5
M-1-5
M-1-10
M-1-15
M-1-20

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/12/2019

Frank M. Julcamoro Quispe  
 C.Q.P. 1033  
 Coordinador de Laboratorio

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
 Ernesto Gurthor 275  
 Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
 Parque Industrial  
 Ba. San Antonio

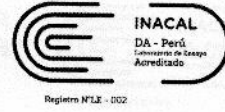
Callao t (511) 517 1900  
 Arequipa t (054) 213 506  
 Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.com.pe  
 Pgina 1 de 4  
 Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930799 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-1-1	M-1-2-5	M-1-6
FECHA DE MUESTREO					30/11/2019	30/11/2019	30/11/2019
HORA DE MUESTREO					18:20:00	18:00:00	18:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M. (Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	59.536	43.562	35.370

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-1-10	M-1-15	M-1-20
FECHA DE MUESTREO					30/11/2019	30/11/2019	30/11/2019
HORA DE MUESTREO					18:00:00	19:00:00	19:00:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORIA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M. (Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	31.178	20.239	19.010

**Notas:**

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

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

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Amalio Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.com  
Página 2 de 4  
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930799 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	99 - 103%	95%	0%

Este informe es propiedad de SGS del Perú S.A.C. y no debe ser reproducido, distribuido o utilizado para fines distintos a los autorizados por el cliente. El presente informe es válido únicamente para el propósito de control de calidad y no debe ser utilizado para fines legales o regulatorios. El cliente es responsable de verificar la exactitud de los datos y la validez de los resultados. SGS del Perú S.A.C. no se hace responsable de los errores humanos o de los errores de interpretación de los resultados. El presente informe es válido únicamente para el propósito de control de calidad y no debe ser utilizado para fines legales o regulatorios. El cliente es responsable de verificar la exactitud de los datos y la validez de los resultados. SGS del Perú S.A.C. no se hace responsable de los errores humanos o de los errores de interpretación de los resultados.

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (076) 366 092

www.sgs.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Página 3 de 4

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930799 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) Index-Method using CFA (validado).2014

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

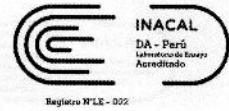
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la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

Última Revisión Julio 2015

- Lavandería día 2.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930795 Rev. 0**

**FREDY YUPANQUI PEREZ**

AA.HH VILLA HUANTA MZ I LT 17-SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA

ENV / LB-346458-002

PROCEDENCIA : LAVANDERIA DIA 2

Fecha de Recepción SGS : 02-12-2019

Fecha de Ejecución : Del 02-12-2019 al 04-12-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M-2-2
M-2-2.5
M-2-5
M-2-10
M-2-15
M-2-20

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/12/2019

**Frank M. Julcamoro Quispe**  
C.Q.P. 1933  
Coordinador de Laboratorio

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Amaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.com.pe  
Página 1 de 4  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS





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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930795 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-2-2	M-2-5	M-2-5
FECHA DE MUESTREO					01/12/2019	01/12/2019	01/12/2019
HORA DE MUESTREO					17:10:00	18:10:00	18:10:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORÍA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	74.258	57.874	45.923

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-2-10	M-2-15	M-2-20
FECHA DE MUESTREO					01/12/2019	01/12/2019	01/12/2019
HORA DE MUESTREO					18:10:00	19:30:00	19:30:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
SUB CATEGORÍA							
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	36.478	26.648	18.239

**Notas:**

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

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

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (0761) 366 092

www.sgs.com.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Página 2 de 4

Miembro del Grupo SGS



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930795 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	99 - 103%	95%	0%

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

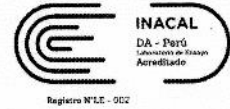
t (511) 517 1900  
t (0541) 213 506  
t (0761) 366 092

Página 3 de 4  
www.sgs.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1930795 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parametro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index-Method using CFA (validado).2014

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (0761) 366 092

www.sgs.pe  
e Pe.servicios@sgs.com

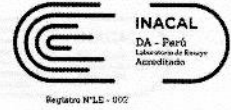
Página 4 de 4

Miembro del Grupo SGS

- Lavandería día 3.

**SGS**

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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931300 Rev. 0**

**FREDY YUPANQUI PEREZ**

AA.HH VILLA HUANTA MZ I LT 17-SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA

ENV / LB-346458-004

PROCEDENCIA : LAVANDERIA DIA 3

Fecha de Recepción SGS : 05-12-2019

Fecha de Ejecución : Del 05-12-2019 al 11-12-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M-3-3
M-3-2.5
M-3-5
M-3-10
M-3-15
M-3-20

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 11/12/2019

Frank M. Julcamero Quispe  
C.Q.P. 1033  
Coordinador de Laboratorio

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Amalido Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

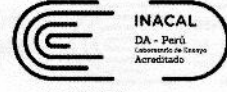
Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe  
Pa.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931300 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-3-3	M-3-2.5	M-3-6
FECHA DE MUESTREO					03/12/2019	03/12/2019	03/12/2019
HORA DE MUESTREO					16:30:00	16:40:00	16:40:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	49.400	24.048	34.093

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-3-10	M-3-15	M-3-20
FECHA DE MUESTREO					03/12/2019	03/12/2019	03/12/2019
HORA DE MUESTREO					16:40:00	17:50:00	17:50:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	15.252	11.637	13.348

**Notas:**

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

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

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

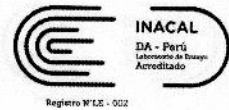
t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (076) 366 092

www.sgs.com  
Página 2 de 4  
e Pa.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931300 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	93 - 102%	94%	0%



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931300 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index-Method using CFA (validado).2014

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituya un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Página 4 de 4

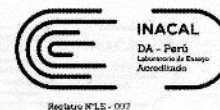
SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gunther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Callao 1 Parque Industrial Ba. San Antonio	Callao t (511) 517 1900 Arequipa t (054) 213 506 Cajamarca t (076) 366 092	www.sgs.pe Pe.servicios@sgs.com
---------------------	--	--	--	------------------------------------

Miembro del Grupo SGS

- Lavandería día 4.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931448 Rev. 0**

**FREDY YUPANQUI PEREZ**

AA.HH VILLA HUANTA MZ I LT 17-SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA

ENV / LB-346458-006

PROCEDENCIA : LAVANDERIA DIA 4

Fecha de Recepción SGS : 06-12-2019

Fecha de Ejecución : Del 06-12-2019 al 11-12-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M-4-4
M-4-2.5
M-4-5
M-4-10
M-4-15
M-4-20

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 11/12/2019

**Frank M. Julcamorp Qulspe**  
C.Q.P. 1033  
Coordinador de Laboratorio

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

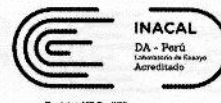
www.sgs.com  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS





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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931448 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-4-4	M-4-2.5	M-4-6
FECHA DE MUESTREO					04/12/2019	04/12/2019	04/12/2019
HORA DE MUESTREO					13:10:00	14:20:00	14:20:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Fisicoquímicos							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	32.262	15.083	14.215

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-4-10	M-4-15	M-4-20
FECHA DE MUESTREO					04/12/2019	04/12/2019	04/12/2019
HORA DE MUESTREO					14:20:00	15:50:00	15:50:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Fisicoquímicos							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	12.649	11.830	8.023

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.  
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (076) 366 032

www.sgs.com  
e Pe.servicios@sgs.com

Página 2 de 4

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931448 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	95 - 100%	101%	0%

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

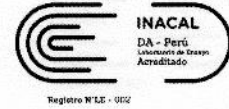
Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

Página 3 de 4  
www.sgs.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931448 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parametro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) Index-Method using CFA (validado).2014


Estadística de Muestras

Fecha	Cantidad	Observaciones

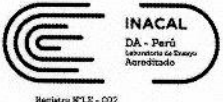
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Ultima Revisión Julio 2015

- Lavandería día 5.



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931446 Rev. 0**

---

**FREDY YUPANQUI PEREZ**  
AA.HH VILLA HUANTA MZ I LT 17-SAN JUAN DE LURIGANCHO-LIMA  
ENV / LB-346458-005  
PROCEDENCIA : LAVANDERIA DIA 5

---

Fecha de Recepción SGS : 06-12-2019  
Fecha de Ejecución : Del 06-12-2019 al 11-12-2019  
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M-5-05
M-5-2.5
M-5-5
M-5-10
M-5-15
M-5-20
M-30-0
M-30-5

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**  
**Impreso el 11/12/2019**

**Frank M. Julcamero Quispe**  
C.Q.P. 1043  
Coordinador de Laboratorio

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

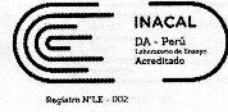
Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.com  
Pe.servicios@sgs.com

Página 1 de 4  
Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931446 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-5-05	M-5-25	M-5-5
FECHA DE MUESTREO					05/12/2019	05/12/2019	05/12/2019
HORA DE MUESTREO					17:10:00	18:30:00	18:30:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis físico-químicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	45.200	13.247	12.346

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-5-10	M-5-15	M-5-20
FECHA DE MUESTREO					05/12/2019	05/12/2019	05/12/2019
HORA DE MUESTREO					18:30:00	19:20:00	19:20:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis físico-químicos</b>							
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	13.001	6.293	7.103

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M-30-0	M-30-5
FECHA DE MUESTREO					05/12/2019	05/12/2019
HORA DE MUESTREO					20:20:00	20:20:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado
<b>Análisis físico-químicos</b>						
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	350.113	1.948.243

**Notas:**

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

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

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

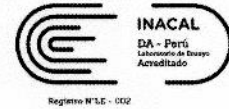
t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (076) 366 092

www.sgs.com.pe  
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931446 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

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

Parametro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050	95 - 100%	101%	0%

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao  
Arequipa  
Cajamarca

t (511) 517 1900  
t (054) 213 506  
t (076) 366 092

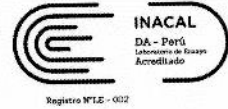
www.sgs.pe  
e Pe.servicios@sgs.com

Página 3 de 4

Miembro del Grupo SGS



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1931446 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265: 1st.Ed. 2009. Determination of Methylene blue active substances (MBAS) index-Method using CFA (validado).2014

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C.

Av. Eimar Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900  
Arequipa t (054) 213 506  
Cajamarca t (076) 366 092

**Página 4 de 4**  
[www.sgs.pe](http://www.sgs.pe)  
e [Po.servicios@sgs.com](mailto:Po.servicios@sgs.com)

Miembro del Grupo SGS