



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale*  
L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises,  
Lima - 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Centeno Fernandez, Gabriela Melissa ([orcid.org/0000-0002-1610-8601](https://orcid.org/0000-0002-1610-8601))

Lozano Tamayo, Natalia Lila ([orcid.org/0000-0002-9168-1256](https://orcid.org/0000-0002-9168-1256))

**ASESOR:**

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto ([orcid.org/0000-0002-8683-5054](https://orcid.org/0000-0002-8683-5054))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA - PERÚ

2022

### **Dedicatoria**

A mis padres por apoyarme cada día, por motivarme constantemente y agradecerles por cada consejo que me dan ya que me guían a cumplir mis propósitos y sueños, a mis hermanos que siempre están en todo momento para mí y me dan ánimos a seguir y no rendirme.

#### **Centeno Fernández, Gabriela**

A mis padres por su incondicional apoyo en la realización de mis estudios, motivándome a alcanzar mis sueños y anhelos, todo lo que soy es gracias a ellos.

#### **Lozano Tamayo, Natalia**

## **Agradecimientos**

A Dios por bendecirnos cada día, brindarnos salud y guiarnos por el buen camino a lo largo de nuestra vida universitaria.

A nuestros padres que estuvieron en cada momento para guiarnos a través de nuestras vidas y por confiar en nosotras, por nunca rendirse y siempre impulsarnos a cumplir nuestras metas.

A nuestro asesor, el Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera por sus enseñanzas, paciencia y apoyo para la realización del presente trabajo.

A la universidad por ofrecernos todas las oportunidades y enseñanzas para nuestra formación como profesionales.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos .....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES .....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS .....	63

## Índice de tablas

Tabla 1: Georreferenciación de la zona de toma de la muestra de agua gris .....	15
Tabla 2: Georreferenciación de la zona de toma de la muestra del <i>Chenopodium murale</i> L. ....	16
Tabla 3: Parámetros físicos y químicos del agua residual gris (método potenciométrico).....	21
Tabla 4: Parámetros biológicos (método Winkler, método del dicromato por reflujo).....	21
Tabla 5: Parámetros gravimétricos (método físico).....	21
Tabla 6: Medición de los fosfatos (método espectrofotometría UV/VIS) .....	22
Tabla 7: Presencia de saponina por días .....	25
Tabla 8: Parámetros físicos y químicos del <i>Chenopodium murale</i> L.....	26
Tabla 9: Parámetros físicos y químicos de la primera dosis de 5 ml (D5).....	27
Tabla 10: Parámetros físicos y químicos de la segunda dosis de 10 ml (D10) .....	27
Tabla 11: Parámetros físicos y químicos de la tercera dosis de 15 ml (D15).....	28
Tabla 12: Determinación de alcalinidad en la primera dosis de detergente líquido ecológico (D5).....	28
Tabla 13: Determinación de alcalinidad en la segunda dosis de detergente líquido ecológico (D10).....	29
Tabla 14: Determinación de alcalinidad en la tercera dosis de detergente líquido ecológico (D15).....	30
Tabla 15: Saponificación de la primera dosis del detergente ecológico (D5) .....	30
Tabla 16: Saponificación de la segunda dosis del detergente ecológico (D10) .....	31
Tabla 17: Saponificación de la tercera dosis del detergente ecológico (D15) .....	32
Tabla 18: Acidez de la primera dosis del detergente líquido ecológico (D5) .....	32
Tabla 19: Acidez de la segunda dosis del detergente líquido ecológico (D10) .....	33
Tabla 20: Acidez de la tercera dosis del detergente líquido ecológico (D15) .....	33
Tabla 21: Parámetros físico - químico de los detergentes líquidos por el método potenciométrico .....	34
Tabla 22: Densidades de los detergentes líquidos.....	35
Tabla 23: Viscosidad de los detergentes líquidos .....	35
Tabla 24: Determinación de la espuma en los detergentes líquidos .....	36

Tabla 25: Parámetros físicos y químicos del detergente ecológico con uno convencional .....	36
Tabla 26: Oxígeno disuelto (OD).....	37
Tabla 27: Demanda Química de Oxígeno (DQO) por el método reflujo-Dicromato de potasio .....	37
Tabla 28: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) por el método Winkler.....	38
Tabla 29: Sólidos Totales (ST).....	38
Tabla 30: Sólidos Disueltos (SD) .....	39
Tabla 31: Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	39
Tabla 32: Sulfatos del agua residual gris .....	39
Tabla 33: Determinación de la constante K.....	40
Tabla 34: Determinación de fosfatos en detergentes líquidos por el método de espectrofotometría UV/VIS.....	40
Tabla 35: Pruebas de normalidad de la dosis de saponina.....	41
Tabla 36: Correlaciones de las dosis de 5,10 y 15 ml de saponina .....	42
Tabla 37: Parámetros fisicoquímicos de las dosis del detergente ecológico.....	43
Tabla 38: Pruebas de normalidad de alcalinidad del detergente ecológico.....	43
Tabla 39: Correlaciones de alcalinidad de las dosis 5,10 y 15 ml .....	44
Tabla 40: Alcalinidad las dosis del detergente ecológico .....	44
Tabla 41: Pruebas de normalidad de saponificación del detergente ecológico .....	45
Tabla 42: Correlaciones de saponificación de las dosis 5, 10 y 15 ml .....	46
Tabla 43: Saponificación las dosis del detergente ecológico .....	46
Tabla 44: Pruebas de normalidad de acidez del detergente ecológico en 5, 10 y 15 ml.....	47
Tabla 45: Correlaciones de la acidez de las dosis 5, 10 y 15 ml.....	47
Tabla 46: Acidez del detergente ecológico en sus tres dosis.....	48

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de procesos de la elaboración del detergente ecológico .....	14
Figura 2. Hoja dentada.....	23
Figura 4. Racimo de flores .....	23
Figura 6. Zona de recolección de <i>Chenopodium murale</i> L.....	24
Figura 7. Recojo de <i>Chenopodium murale</i> L.....	24
Figura 8. Representación de la edad de la planta.....	25

## Resumen

El uso de productos de limpieza compuestos por tensioactivos químicos resultan contaminantes en el medio ambiente. Por ello, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el detergente ecológico a base de saponina del *Chenopodium murale L.* en la disminución de surfactantes químicos en aguas grises. Para la elaboración del detergente ecológico se determinó la dosis óptima de saponina (15 ml) y se analizó una muestra obtenida después del uso del detergente comparándolo con un detergente comercial para demostrar su eficiencia. Los resultados mostraron que el uso del detergente ecológico (DE) genera menor cantidad de fosfatos (0.4307 mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l) a comparación de un detergente comercial (DC) (1.2771 mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l). Además, con el DE se presenciaron menores valores de los parámetros como SST (780 mg/l), sulfatos (45.58 mg/l) y niveles de espuma (1.2 ml) en comparación con el DC que tuvo valores 1182 mg/l, 174.31 mg/l y 1.5 ml para SST, sulfatos y niveles de espuma, respectivamente. Finalmente, se concluye que el detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* es eficiente y sería una buena opción para la disminución de surfactantes en las aguas grises, reduciendo los componentes de fosfatos y sulfatos.

**Palabras clave:** aguas grises, tensioactivos naturales, *Chenopodium murale L.*, saponina, detergente ecológico



## Abstract

The use of cleaning products by chemical surfactants resulting pollutants in the environment. Therefore, the objective of this research work was to evaluate the ecological detergent based on saponin from *Chenopodium murale L.* in the reduction of chemical surfactants in gray water. For the elaboration of the ecological detergent, the optimal dose of saponin (15 ml) was extinguished and a sample obtained after the use of the detergent was analyzed, comparing it with a commercial detergent to demonstrate its efficiency. The results showed that the use of ecological detergent (DE) generates fewer phosphates ( $0.4307 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{l}$ ) compared to a commercial detergent (DC) ( $1.2771 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{l}$ ). In addition, with the DE, lower values of parameters such as TSS (780 mg/l), sulfates (45.58 mg/l) and foam levels (1.2 ml) were observed compared to DC, which had values of 1182 mg/l, 174.31 mg/l and 1.5 ml for TSS, sulfates and foam levels, respectively. Finally, it is concluded that the ecological detergent based on saponin from *Chenopodium murale L.* is efficient and would be a good option for the reduction of surfactants in gray water, reducing the components of phosphates and sulfates.

**Keywords:** gray water, natural surfactants, *Chenopodium murale L.*, saponin, ecological detergent

## I. INTRODUCCIÓN

Los detergentes forman una capa de espuma en la superficie del agua debido a que poseen tensioactivos como ingrediente principal, en efecto interfieren con la oxidación, provoca cambios en las propiedades del agua, inhibe el crecimiento de algas y reduce la toxicidad microbiana al descomponerse, emitiendo olores (Villacrés et al., 2019). En países como Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia, ante la problemática del impacto negativo de los detergentes comerciales derivados de compuestos químicos, se han venido investigando alternativas que sean eficientes para reducir cargas en aguas residuales mediante el proceso de lavado, las especies que dan excelentes resultados son la saponina de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y de la saponina de Jaboncillo (*Sapindus saponaria L.*) (Cortés y Jiménez, 2019).

En el Perú, el factor principal que decide la compra de un detergente ecológico es el desempeño del producto frente a uno comercial, la disponibilidad del detergente, así como la información clara de sus componentes y finalmente el interés de los consumidores en el cuidado del medio ambiente y la ecología; todos estos factores son fundamentales para su adquisición (Maguiña y Romero, 2018).

Esta investigación está orientada para el aprovechamiento de la especie *Chenopodium murale L.* que es conocida como una mala hierba, con el que se elaboró un detergente ecológico a base de saponina para reemplazar el uso de un surfactante químico; el producto obtenido en su aplicación no genera eutrofización de algas fitoplanctónicas en la superficie que impiden el acceso del oxígeno disuelto en el agua teniendo una disminución en la contaminación de aguas residuales.

Es por esto que el presente trabajo de investigación plantea el siguiente problema general: ¿De qué manera los detergentes ecológicos a base de saponina de *Chenopodium murale L.* influyen en la disminución de surfactantes químicos en aguas grises? y los problemas específicos son ¿Cómo se obtendrá la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar un detergente ecológico sin surfactantes químicos?, ¿Cuáles serán las dosis de saponina de *Chenopodium murale L.* para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises?, ¿Cuáles son las

características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises? y ¿Cuáles serán las propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises?

La justificación de la presente investigación consideró el entorno social, económico y ambiental. Con respecto a la justificación social la utilización de un detergente ecológico a partir del *Chenopodium murale L.* para reducir los contaminantes químicos en aguas grises genera beneficios sociales, debido a que se obtiene un detergente ecoamigable que no es altamente contaminante que evita la pérdida de oxígeno disuelto en el agua y tiene una baja demanda química, por otro lado en el ámbito económico, el uso del detergente ecológico no causará formaciones de sólidos debido a que contiene surfactantes naturales que perjudiquen los ductos del desagüe, por último en el ámbito ambiental, las aguas tendrán un rápido tratamiento para ser reutilizadas sin perjudicar a los ecosistemas acuáticos y ser implementadas en el uso de riego.

En esta presente investigación se planteó como objetivo general: Evaluar el detergente ecológico a base de saponina del *Chenopodium murale L.* en la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, de igual manera tenemos los siguientes objetivos específicos: Realizar la obtención de la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar un detergente ecológico sin surfactantes químicos, Identificar las dosis de saponina de *Chenopodium murale L.* para la reducción de surfactantes químicos en aguas grises, Determinar las características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Determinar las propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises.

Asimismo, se planteó como hipótesis general: Los detergentes ecológicos a base de saponina del *Chenopodium murale L.* influyen en la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, de igual manera tenemos las hipótesis específicas: La saponina del *Chenopodium murale L.* en el detergente ecológico reducirá la contaminación de las aguas grises en comparación con los detergentes

convencionales que utilizan surfactantes químicos, Las dosis de saponina de *Chenopodium murale L.* influirán en la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises, Las características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* mejorará el agua gris porque no posee surfactantes químicos; y las propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* serán aceptables para la calidad del agua gris.

## II. MARCO TEÓRICO

Los detergentes sintéticos forman parte de la rutina diaria de las personas por su poder de limpieza, que contienen añadidos de fosfatos que son los principales responsables de problemas ambientales al provocar la proliferación de la flora acuática dificultando la entrada de luz y oxígeno; volviéndose sucia, maloliente e inadecuada para el uso (Kogawa et al., 2017).

Los tipos de detergentes se dividen por la composición de tensioactivos, entre ellos están, los aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros. Los tensioactivos aniónicos se encuentran mayormente en detergentes y jabones por su carga negativa, los catiónicos son utilizados como bactericidas en shampoo y suavizantes por su carga positiva, los no iónicos se encuentran presentes en humectantes, pero no presentan radicales libres cargados, y por último los anfóteros también se emplean en shampoo y cremas cosméticas, debido a su carga que depende del entorno en el que se encuentren ya sea básico o ácido (Kogawa et al., 2017).

El agua que se obtiene después del uso de un detergente son aguas grises, compuestas de materia orgánica e inorgánica y microorganismos que contienen bajas cargas orgánicas y contaminación microbiológica menor, por ello son apropiadas para realizar tratamientos de agua (Escudero, 2020).

El índice afrosimétrico es necesario para expresar el volumen de saponina que está disuelto en la muestra, se realiza al medir la altura de la espuma en tubos de ensayo, donde se adiciona la solución de saponina con agua destilada, mediante este proceso podemos cuantificar la cantidad saponina presente (Callupe, 2017).

Los detergentes ecológicos se pueden obtener a base de diferentes fuentes naturales, en su aplicación reducen la concentración de tensioactivos en aguas grises debido a que son biodegradables, por ello Bravo et al. (2019) generaron un detergente ecológico Biosaqta que tiene una rentabilidad positiva a causa de los insumos naturales que contiene, además fue aceptado por el público objetivo generando utilidades para los accionistas que se reflejan en el estado de resultados. Asimismo, Liu et al. (2020) desarrollaron un detergente basado en mazorcas de maíz de desecho

agrícola, el CNS muestra mayor eficiencia de limpieza en eliminación de manchas en comparación con otros detergentes comerciales, además es rentable, sostenible, seguro y no es tóxico.

En otro estudio, Stanisiz et al. (2021) indicaron que los tensoactivos naturales derivados de *Saponaria officinalis L.* y *Sapindus mukorossi*, son eficientes en la adsorción de alrededor del 90% de contaminantes en agua residuales, se observó a pH 6,2 con una concentración de 10 mg/L del compuesto activo y concluyó que el extracto de *Sapindus mukorossi* fue un adsorbente más efectivo. Similarmente, Calderón et al. (2019) utilizaron la saponina obtenida de los residuos generados por la quinua, chocho y cabuya, obteniendo materia activa 36,12%, fosfatos 0,08%, materia grasa un 3,28% de alcalinidad libre (NaOH) 0% y una biodegradabilidad de 94%; siendo un producto que aporta a la conservación ecológica y totalmente comercial.

De igual manera, Gong et al. (2018) señalaron que la saponina de las semillas de assamica (CSS) es un tensoactivo no iónico, tuvo una concentración de etanol de 64,11 % y la relación líquido-sólido de 14,57:1 ml g (-1), siendo una buena opción como detergente natural por su capacidad de descontaminación y además no es tóxico. Además, Cortes y Jimenez (2019) estudiaron el jaboncillo, evidenciando que posee un mayor rendimiento debido a que posee un 30% de saponina frente a la quinua con un 6.16%, por otro lado, el nivel de DBO 2762,75 mg/l de quinua se biodegrada de manera eficaz frente a 140 mg/l de jaboncillo, disminuyendo las cargas orgánicas en las aguas residuales. Seguidamente, Padma y Nisha (2022) indicaron que los tensoactivos derivados del café molido gastado, el surfactante obtenido muestra mayor espumabilidad y estabilidad de la espuma conferida dependiendo de la composición y peso molecular de los gránulos de café.

Por otro lado, Goyal et al. (2021) indicaron que las semillas de Litchi Chinensis (LC), logran un 52% en la eliminación de tinte a pH 6, por ello actúa como un excelente tensoactivo natural para ensamblajes liotrópicos como también para la absorción de colorantes y para la limpieza de sistemas acuáticos, es rentable y eficiente. De igual manera, Hajibagheri F. (2018) investigó la eficacia de los tensoactivos como biotensoactivos, utilizando *Enterobacter cloacae*. Con base en los

resultados, se encontró que la capacidad humectante cambió del estado húmedo inicial al estado húmedo del agua usando la solución bacteriana.

Muhammad y Khan (2018) prepararon tensioactivos sintéticos por *Acacia concinna*, la cual tiene una concentración micelar de  $4.4 \times 10^{-4}$  g/mL con el método (UV-Vis), la cual es más eficaz que un tensioactivo sintético para el uso de productos bioecológicos. Por otro lado, Navaie et al. (2022) realizaron un surfactante a base de *Chuback*. Los resultados mostraron que es eficaz para cambiar la mojabilidad de un estado mojable por aceite a un estado mojable por agua y arenisca. Además del 28,6 % más de recuperación de petróleo en el núcleo de carbonato.

Asimismo, Norouzpour et al. (2022) introdujeron un surfactante a base de quinua para la recuperación mejorada del petróleo. Las pruebas de emulsión muestran que los surfactantes de quinua producen emulsiones más estables y densas que los surfactantes comerciales. De igual manera, Nowrouzil et al. (2020) extrajeron un tensioactivo de una planta de Soapwort mediante procesos de extracción ultrasónica y purificación de saponina. Mediante los resultados se observó que se obtuvo 2250 ppm, la recuperación de aceite se logró en un 32,1 %, lo que demuestra que cumple con lo óptimo previsto.

Los surfactantes naturales para la elaboración de detergente ecológico, también se pueden obtener de microorganismos, por ello Vaz et al. (2012) generaron un surfactante natural a base de la bacteria *Bacillus subtilis*, mostrando una mayor capacidad al contener contaminantes de n-hexadecano, lo cual constituye como alternativa de elaboración de tensioactivos. Asimismo, Bouassida et al. (2018) utilizaron un biosurfactante producido por *Bacillus subtilis* SPB1, siendo efectivo para la remoción de aceites en un 75% mientras que un detergente comercial solo el 60%, además el SPB1 tiene baja toxicidad y alta biodegradabilidad resultando amigable con el ambiente.

Por otro lado, Farias et al. (2021) realizaron estudios con bacterias para la remoción de aceite de motor, teniendo como resultado que el *P. aeruginosa* ATCC 10145, compuesto por 5,0% de glicerol y 2,0% de glucosa, dispersó el 98,00 %, siendo el más eficaz y seleccionado como biodetergente con baja toxicidad. De la

misma manera, Fei et al. (2020) utilizaron la surfactina de *Bacillus subtilis* para la formulación de detergentes, realizando pruebas de toxicidad y las pruebas de irritación de la piel; resultando que no es tóxico, es biodegradable y altamente eficiente como un surfactante comercial.

En otro estudio, Emran et al. (2020) utilizaron la cepa bacteriana *Bacillus licheniformis* ALW1 para la producción de proteasa alcalina, que fue añadido al detergente comercial, logrando un pH 9 y una temperatura de 70° C, por ello obtuvo más del 80% de su rendimiento de lavado eficiente en la eliminación de manchas de sangre.

Los surfactantes naturales se pueden obtener de diferentes maneras usando otros recursos, como Lee et al. (2016) realizaron los tensioactivos no iónicos a partir de sacarosa de azúcar para elaborar detergentes, obteniendo tres tipos, la primera muestra tuvo una tensión superficial de 29,82 mN/m, una concentración micelar crítica (CMC) de 0,268 g/L y una viscosidad de 1.735 cP, la segunda con una tensión superficial de 30,91 mN/m, una viscosidad de 1.702 cP y una CMC de 0,92 g/L y la tercera tiene una tensión superficial de 32,25 mN/m, una viscosidad de 2.251 cP y una CMC de 9.5, concluyendo que a través de las pruebas realizadas, el porcentaje de biodegradabilidad se encuentra dentro del rango establecido, el nivel de reducción de toxicidad del agua es notorio.

En otro estudio Lu, B. (2016) utilizó los tensioactivos de biorrefinería considerando los posibles sustitutos sostenibles de los tensioactivos a base de petróleo que se utilizan actualmente. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas y los efectos citotóxicos según las características estructurales de la molécula, como la posición del enlace en el grupo de cabeza de azúcar o la orientación del enlace amida.

En otra investigación, Orozco y Zapata (2018) realizan la conversión homogénea del aceite de soya, obteniendo biodiesel con una eficiencia del 70%, por ello el surfactante es activo como dispersante asfáltico equivalente al dispersante comercial en una proporción de 1:100. Similarmente, Sharma et al. (2021) utilizan aceite de cocina de desecho (WCO), proponiendo como surfactantes polímeros.



Mostrando una alta capacidad de emulsificación funcionando para la recuperación del petróleo crudo, potenciando la compatibilidad con combustibles ecológicos.

Por otro lado, Yea et al. (2018), sintetizaron a partir del aceite de coco dos tipos de biosurfactantes, sus propiedades interfaciales son efectivos para reducir la energía libre interfacial, teniendo como resultado que las pruebas de lavado indicaron una detergencia óptima, siendo biodegradables, no tóxicos, no irritantes y suaves. De la misma manera, Yea et al. (2021) mencionaron que los tres tipos distintos de biosurfactantes a partir de aceite de coco, resultando una buena capacidad para la eliminación de suciedad y no genera irritación en ojos y piel y además es biodegradable, por ello se puede emplear en la elaboración de detergentes.

Por otra parte, Yang et al. (2021) elaboraron nanotubo de arcilla de haloisita (HNT) como detergente ecológico, este es un nanomaterial natural, biocompatible, económico y de alto rendimiento, el cual tiene gran potencial como detergente natural debido a su gran eficiencia al eliminar el 80% de aceites y colorantes. Asimismo, Wulandari et al. (2019) indicaron que el nano detergente líquido fue estable 0,1% en peso como óxido de titanio, y la actividad fotocatalítica de las nanopartículas de óxido de titanio mejoró la capacidad del nano detergente líquido para eliminar suciedad y degradar los residuos surfactantes en la ropa, asegurándose una actividad más ecológica.

En otra investigación, Zhang et al. (2022) lograron un método eficiente para el acoplamiento de alquenos y sulfonamidas en agua en base de un tensioactivo abiético, incluyendo solvente verde que provee un alto alcance de sustrato, operaciones simples y fácil reciclabilidad.

De igual manera, Vidal y Zorrilla (2020) indicaron que los detergentes aniónicos y detergentes a base de productos naturales tienen actividad similar por sus propiedades fisicoquímicas, que son favorables ecológicamente por su baja concentración y no producen cambios en la calidad del agua. Para comprobar la efectividad Wu et al. (2019) evaluaron once tensoactivos para el diagnóstico de rendimiento en medios acuosos, de las cuales el nonifenol y el etoxilato de nonifenol

fueron identificados con mayor toxicidad en el medio acuático, por lo que se propone desarrollar detergentes con tensioactivos naturales.

Con las investigaciones anteriores de detergentes ecológicos, estos poseen diversos beneficios, Maguiña y Romero (2018) mencionaron que la compra de un detergente ecológico depende de los beneficios funcionales y resultados en el uso del producto, es el valor ecológico que le agrega a la decisión de compra, además que la probabilidad de pagar un 5% y 10% más, es alto por ser un producto amigable.

Los surfactantes se destacan por sus propiedades fisicoquímicas como solubilizantes y detergentes. Generalmente los surfactantes son anfifílicos con un grupo hidrófilo y un grupo hidrófobo, que se pueden dividir en surfactantes iónicos, no iónicos, estos son aplicados en varios campos de procesos industriales y sistemas biológicos, como detergencia, humectación, emulsificación, recuperación de aceite, etc. Debido a su anfifilicidad, asimismo, la eficiencia de un surfactante se determina por su capacidad para reducir la tensión superficial (Cui et al., 2020).

Los surfactantes naturales de origen vegetal se encuentran presentes en las diferentes partes de las plantas como raíces, tallos, semillas, frutos y hojas. Por otro lado, estos surfactantes son muy deseables, debido a que se consideran productos ecológicamente racionales debido a su baja toxicidad y alta biodegradabilidad, por ello, son más eficientes para reducir las tensiones superficiales e interfaciales (Farias et al., 2021).

*Chenopodium murale* L. es una especie de maleza con características biológicas únicas, incluida la alta capacidad reproductiva, la latencia de las semillas, la capacidad de germinar y crecer en una amplia gama de condiciones ambientales y la tolerancia de estrés abiótico, ayudan a esta especie a infestar diversos sistemas de cultivo. Esta especie infesta muchos cultivos agronómicos y hortícolas causando una pérdida de más de 90% en el rendimiento de cultivos. Por otro lado, tiene propiedades herbales y medicinales para tratar comúnmente enfermedades como el cáncer, infecciones virales, enfermedades parasitarias, trastornos gastrointestinales, entre otros (Chamkhi et al., 2022).

Las plantas *Chenopodium murale* L. tienen un ciclo de vida muy corto y el desarrollo vegetativo es muy rápido, asimismo Nieves (2020) indica que la descripción taxonómica de la especie *Chenopodium murale* L. es la siguiente, Reino - *Plantae*, Filo - *Tracheophyta*, Clase - *Magnoliopsida*, Orden - *Caryophyllales*, Familia - *Amaranthaceae*, Género - *Chenopodium* S., Especie - *Chenopodium murale* (L).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El enfoque de investigación que se utilizó fue cuantitativo, debido a que se corrobora con la información experimental, la hipótesis empleada con números y estadísticas para comprobar los enfoques teóricos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El tipo de investigación que se empleó fue aplicado, debido a que el objetivo de este estudio fue disminuir la contaminación por surfactantes químicos en aguas grises. Para Álvarez A. (2020) se orienta a conseguir conocimientos destinados a crear soluciones en problemáticas o cuestiones específicas.

El diseño de investigación fue de tipo experimental, debido a que la variable independiente “detergente a base de saponina de *Chenopodium murale* L.” fue manipulada en el proceso y se encuentra en la espera de otra variable (Álvarez A., 2020).

El nivel de la investigación fue explicativo, debido a que emplean dos variables; independiente y dependiente. Según, Hernández, Fernández y Baptista, (2014) indican que en la investigación es necesario concentrar, demostrar y justificar las variables para describir el problema, con el objetivo de proceder a solucionarlo.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

En esta investigación se tuvo las variables independiente y dependiente, siendo la variable independiente el detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale* L., y como variable dependiente la disminución de surfactantes químicos en aguas grises. En el Anexo 1 se presenta la matriz de operacionalización de variables.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

La población de la presente investigación se representó por las aguas grises procedentes de la Asociación Los Naranjos en el distrito de Los Olivos. Según Ventura (2017), menciona que la población es el grupo de elementos que contienen características para su estudio, realizándose un muestreo y determinar su tamaño muestral.

#### **3.3.2 Muestra**

La muestra de la presente investigación fue de 35 litros de agua residual para medir la reducción de tensioactivos. Según Arispe et al. (2020), se puede definir como un subgrupo de la población donde se recolectan datos.

#### **3.3.3 Muestreo**

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia debido a que se basó en el agua necesaria para analizar la reducción de tensioactivos presentes en aguas grises, la cual fue previamente homogenizada. Según Otzen y Manterola (2017) permite la selección de casos accesibles y disponibilidad de formar parte de la muestra.

#### **3.3.4 Unidad de análisis**

La unidad de análisis fue de 250 ml de agua gris recolectada para realizar los análisis fisicoquímicos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnica

La técnica empleada en la investigación fue la observación directa, que es un conjunto de actividades y acciones realizadas para la recolección de información del investigador, haciendo posible que los instrumentos sean aplicados (Arispe et al. 2020).

#### 3.4.2 Instrumentos

Como instrumentos se utilizaron fichas de registro:

**Ficha 1:** Obtención de la muestra de agua gris y de la especie *Chenopodium murale L.*

**Ficha 2:** Obtención de la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos.

**Ficha 3:** Dosis de saponina de *Chenopodium murale L.* para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises.

**Ficha 4:** Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* utilizado en aguas grises.

**Ficha 5:** Propiedades físicas, químicas, biológicas y gravimétricas antes y después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises.

##### 3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

La validación de los instrumentos de recolección de datos es revisada por expertos ambientalistas con grado de magíster o doctorados, colegiados y calificados los cuales examinaron cada una de las fichas para su aprobación. Cabe señalar que los expertos seleccionados para validar los instrumentos tienen una amplia experiencia, trayectoria y conocimientos del tema referido al trabajo de investigación.

### 3.5. Procedimientos

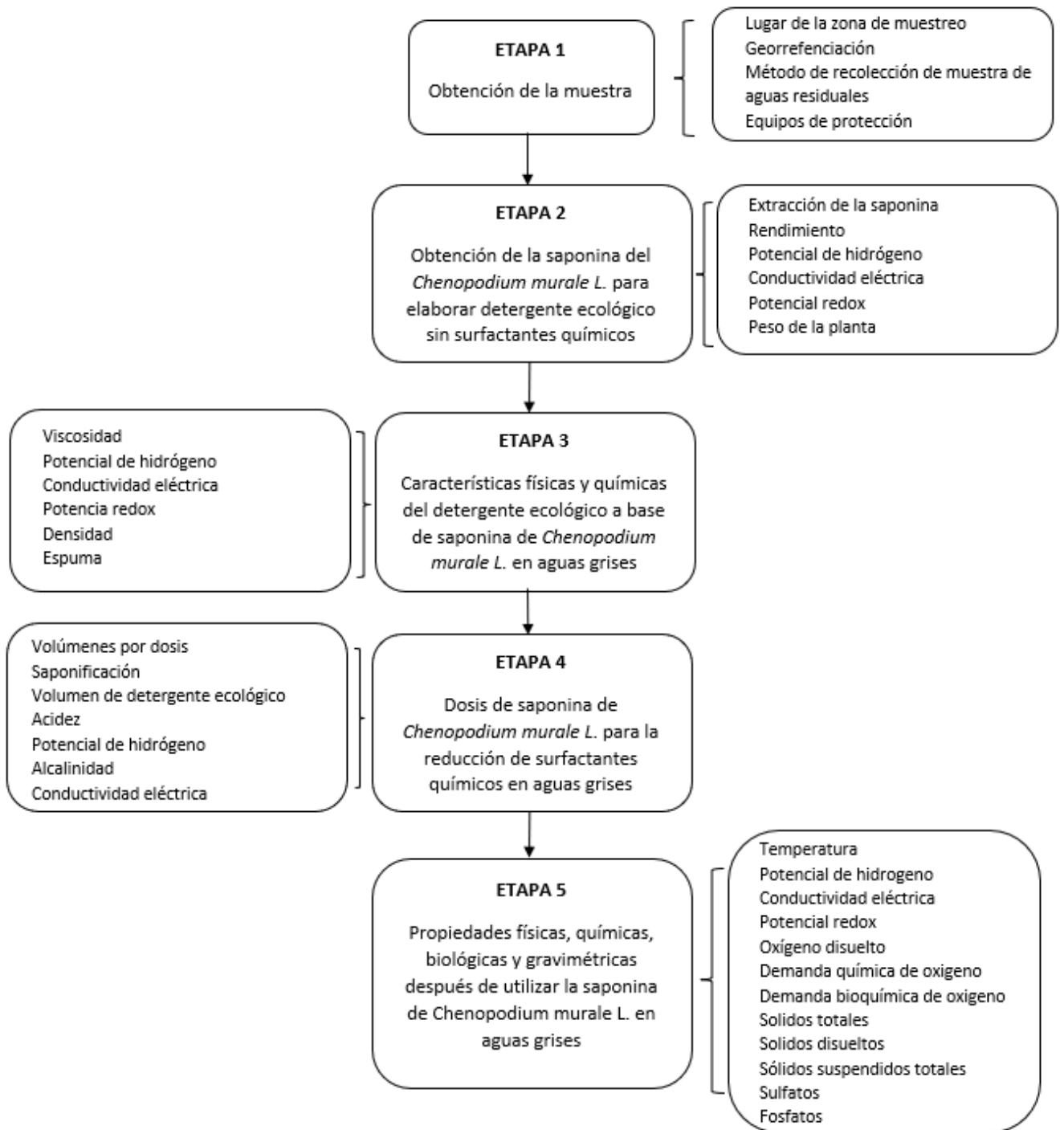


Figura 1. Diagrama de procesos de la elaboración del detergente ecológico

## **Etapa 1: Obtención de la muestra de agua gris y de la especie *Chenopodium murale* L.**

### **Obtención de muestra de agua gris:**

**Lugar de la zona del estudio:** El lugar que fue elegido para realizar el estudio del agua residual gris fue la Asociación Los Naranjos del distrito de Los Olivos provincia de Lima.

**Georreferenciación:** Se localizan las zonas donde se realizaron el muestreo y recolección de las aguas grises.

**Tabla 1: Georreferenciación de la zona de toma de la muestra de agua gris**

<b>Muestra</b>	<b>Coordenadas</b>
Agua gris	11°58'33.6"S y 77°04'50.2"W

**Método de la recolección de muestra de aguas residuales grises:** El agua residual gris fue tomada de manera puntual de duchas y lavatorios, muestreo adaptado de la DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental), teniendo en cuenta el volumen y caudal de salida.

### **Equipos y materiales:**

- **Materiales:**
  - 01 balde de 20 litros
  - 01 jarra de 2 litros
  - 05 metros de soguilla
  - 01 plumón indeleble para rotular
  - 01 cooler de 50 litros
  
- **Equipos:**
  - 01 GPS
  - 01 peachímetro
  - 01 cronómetro



- **EPPS:**
  - Guantes
  - Mascarilla
  - Bata de laboratorio
  - Cofia

**Obtención de la muestra de *Chenopodium murale* L.:**

**Lugar de la zona del estudio:** El lugar que fue elegido para realizar la toma de muestra de *Chenopodium murale* L. fue en Segunda de Pro del distrito de Los Olivos provincia de Lima.

**Georreferenciación:** Se localizan las zonas donde se realizó el muestreo y recolección.

**Tabla 2: Georreferenciación de la zona de toma de la muestra del *Chenopodium murale* L.**

Muestra	Coordenadas
<i>Chenopodium murale</i> L.	11°55'59.5"S y 77°04'21.4"W

**Método de la recolección de la planta:** El lugar que fue elegido para realizar el recojo de la planta fue en Segunda de Pro en el distrito de Los Olivos, se recolectó la parte inferior del tallo obteniendo sólo la parte superior de la planta como tallos, hojas y frutos.

**Equipos y materiales:**

- **Materiales:**
  - 02 bolsa de 5 kg
  - 01 pala de Jardín
  - 01 cúter

- **EPPS:**
  - Guantes
  - Mascarilla
  - Bata de laboratorio
  - Cofia

**Etapa 2: Obtención de la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos.**

- Se extrajo la materia prima (*Chenopodium murale L.*)
- Se procedió al lavado de la planta para eliminar restos de impurezas.
- Recolección de los tallos, hojas y frutos para la obtención de saponina.
- Licuado de tallos, hojas y frutos con agua destilada.
- Se colocó en un filtro prensa para obtener el extracto.
- En la estufa se colocaron vasos precipitados y se les añadió 40 ml de aceite de oliva con 40 g de aceite de coco y en otros vasos precipitados se colocaron 30 ml de glicerina, al llegar al punto de ebullición se le añadió 10 gr de hidróxido de potasio.
- Los vasos que contenían los aceites, al llegar a su punto de ebullición se les agregó la solución de glicerina con KOH y la saponina de *Chenopodium murale L.* (5ml, 10ml y 15ml) y se comenzó a mezclar.
- Se retiró de la estufa y se continuó mezclando.
- Por último, la mezcla se dejó en reposo por 10 min.

**Realizar el extracto de la saponina de la planta:** Para la obtención de la saponina que se utilizó en el detergente se realizó un lavado de las plantas, seguidamente se verificó la edad de la planta mediante el tamaño de la raíz para poder machacarlo y pasarlo por un filtro prensa. Obteniendo su extracto a partir de hojas y ramitas con frutos, el tallo central no se machaca debido a que posee fibras que perjudicarán el filtrado que se realizó a una presión de 45 psi.

**Rendimiento:** Se evaluó si el extracto de saponina obtenida es abundante para realizar el detergente ecológico, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso de planta extraída}}{\text{peso del total}} \times 100$$

**Potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y potencial redox:** Los parámetros físicos y químicos del *Chenopodium murale L.* fueron evaluados en un multiparámetro Gondo AZODO, el cual tiene certificado de calibración por empresa acreditada al INACAL, lo que primero se realizó fue la calibración de los electrodos del pH, conductividad eléctrica y potencial redox, utilizando buffer HANNA.

**Etapa 3: Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale L.* de surfactantes químicos en aguas residuales grises.**

**Viscosidad del Detergente ecológico y detergente comercial líquido (método Ostwald):** Se utilizó el viscosímetro de Ostwald, donde primero se tomó la viscosidad del agua destilada como estándar para referencia, se tuvo en cuenta el paso del líquido con un cronómetro.

La fórmula usada es:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{P_1 * T_1}{P_2 * T_2}$$

Donde:

N1: Viscosidad del líquido referencia (agua destilada)

N2: Viscosidad del detergente ecológico

P1: Densidad del agua destilada

T1: Tiempo que demora el agua de pasa por el Ostwald

T2: Tiempo que pasa el detergente ecológico

**Potencial de hidrógeno (método potenciométrico):** Se medirá el pH del detergente ecológico y comercial, debido a la importancia que en su uso que no perjudica las manos ni equipos de lavado que se pudiera utilizar.

**Densidad del detergente ecológico y comercial (método del picnómetro):**

En un picnómetro estandarizado de 100 ml con su termómetro, se realizó la medición de la densidad del detergente.

La fórmula utilizada fue:

$$\rho(\text{g/ml}) = \frac{m}{V}$$

Donde:

m: Masa

v: Volumen

**Humedad (%H) (Método: Norma ASTM D – 2216):** Se evaluó la humedad del *Chenopodium murale L.* para realizar el extracto de las ramas, hojas y frutos, teniendo la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{(W \text{ inicial} - W \text{ final}) * 100}{(W \text{ final} - W \text{ crisol})}$$

Donde:

%H: Porcentaje de la humedad gravimétrica

W inicial: Peso del crisol + muestra humedad

W final: Peso del crisol + muestra seca a 105°C X 6 horas

**Saponificación (IS: mg KOH/g) (Método del Hidróxido de Potasio):** Se realizó con un exceso de hidróxido de potasio, para conocer su valor se realizó por volumetría húmeda, con una solución de HCl 0.1N, con el método de neutralización, agregando tres gotas de fenolftaleína para calcular las características del aceite.

Fórmula:

$$IS = \frac{(N_{\text{KOH}} * V_{\text{HCl}} - N_{\text{HCl}} * V_{\text{HCl}}) * 56.11}{\text{Peso (g)}}$$

Donde:

$N_{\text{KOH}}$ : Normalidad del hidróxido de potasio

$V_{\text{HCl}}$ : Volumen de gastado de ácido clorhídrico

$N_{\text{HCl}}$ : Normalidad del ácido clorhídrico

$V_{\text{HCl}}$ : Volumen del ácido clorhídrico

**Acidez (IA: mg KOH/g) (Método de la fenolftaleína):** La acidez se realizó, preparando una combinación de alcohol etílico y éter, pesando la muestra de aceite y utilizando un indicador la fenolftaleína con hidróxido de potasio 0.1N, hasta que cambie a un rosa pálido terminado la titulación. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez} = \frac{(N) (v) (\text{Peq KOH})}{\text{peso de muestra (g)}}$$

Donde:

N: Normalidad del KOH (Titulante) 0.1N

V: Volumen gastado de KOH

P: Peso de la muestra en (g)

56.11: equivalentes de KOH.

**Espuma del detergente ecológico:** Para calcular la espuma del detergente líquido de saponina de *Chenopodium murale L.*, se calentaron 250 ml de agua destilada en una fiola de 500 ml para luego verter 2 ml del detergente ecológico, se realizó la solubilización en su totalidad, vertiendo 100 ml en una probeta para agitarlo enérgicamente por 30 segundos y dejarlo en reposo por 1 minuto. Se tomaron medidas del agua en la probeta y el volumen de la espuma. La prueba se realizó en diferentes tiempos para comprobar la persistencia del volumen con los intervalos de 2 minutos, 3 minutos, 4 minutos, 5 minutos y 6 minutos.

$$V = V_{A+E} - V_A$$

Donde:

$V_{A+E}$ : Volumen del agua + espuma

$V_A$ : Volumen del agua en dos fases

$V$ : Volumen del agua (ml)

#### **Etapa 4: Dosis de saponina de *Chenopodium murale L.* para la reducción de surfactantes químicos en las aguas residuales grises**

Se realizó volúmenes de dosis por 5 ml, 10 ml y 15 ml, con un tiempo de saponificación de 10 minutos con volumen de detergente de 250 ml, los cuales se dejaron en un tiempo de curado de 2 días.

#### **Etapa 5: Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en el agua residual gris**

**Tabla 3: Parámetros físicos y químicos del agua residual gris (método potenciométrico)**

<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
Temperatura	°C
Potencial de hidrógeno	ácido/base
Conductividad eléctrica	μS/cm
Potencial redox	mV
Turbidez	NTU

**Tabla 4: Parámetros biológicos (método Winkler, método del dicromato por reflujo)**

<b>Indicador</b>
Oxígeno disuelto
Demanda química de oxígeno
Demanda bioquímica de oxígeno

**Tabla 5: Parámetros gravimétricos (método físico)**

<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
Sólidos totales (ST)	(mg/l)
Sólidos disueltos (SD)	(mg/l)
Sólidos suspendidos totales (SST)	(mg/l)

**Tabla 6: Medición de los fosfatos (método espectrofotometría UV/VIS)**

<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
Fosfatos	(mg/l)

### **3.6. Método de análisis de datos**

En esta investigación se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de datos que fueron evaluados mediante el programa IBM SPSS con el propósito de elaborar gráficos y comparaciones, obtenidos de los resultados de análisis de laboratorio.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación fue basado en el respeto y honestidad de la propiedad intelectual de las investigaciones consultadas, empleando la normativa ISO-690 para la autenticidad de la información citada y referenciada, cumpliendo con el código de ética y la resolución N° 110-2022-VI-UCV de la Universidad César Vallejo. Asimismo, se utilizó el software Turnitin para verificar la originalidad del trabajo teniendo una similitud menor a 25%.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de la morfología de la especie *Chenopodium murale* L.

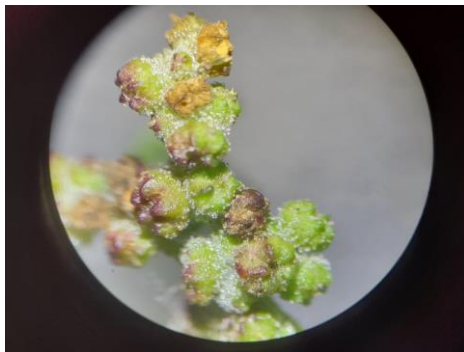
Para la extracción de la saponina, en las figuras 2, 3, 4 y 5 se identificó la especie *Chenopodium murale* L. taxonómicamente mediante sus características morfológicas.



**Figura 2. Hoja dentada**



**Figura 3. Tallo pigmentado**



**Figura 4. Racimo de flores**



**Figura 5. Flor pentámera**

En la Figura 2, se muestra la hoja irregularmente dentada, verde por ambas caras con la característica de ser más larga que ancha. En la Figura 3, se logra visualizar el tallo pigmentado, característica importante de la especie.

En la Figura 4, se observó diversas flores maduras con pigmentación rojiza en sus frutos, envueltos por el perianto. En la Figura 5, se observó flores con perianto sepaloide rodeado por 5 piezas con la mitad inferior verde y pigmentación en la parte superior por signo de madurez.



## 4.2 Obtención de *Chenopodium murale* L.

La muestra se obtuvo en Los Olivos, Segunda de Pro donde se encontró en abundancia esta especie y fueron recolectados desde la parte inferior del tallo principal. Ver *Figura 6*.



\*Ubicación identificada mediante la zona roja

**Figura 6. Zona de recolección de *Chenopodium murale* L.**

El recojo de la planta de *Chenopodium murale* L. se realizó en Segunda de Pro por el fácil acceso y la gran cantidad de la especie en la zona. Ver *Figura 7*.



**Figura 7. Recojo de *Chenopodium murale* L.**

## Edades del *Chenopodium murale* L.

Para realizar el recojo del *Chenopodium murale* L. se tuvo que seleccionar la edad adecuada para asegurar la saponina en la planta. Ver *Figura 8*.



**Figura 8. Representación de la edad de la planta**

En la Tabla 7, presenta la presencia de saponina de acuerdo a la edad de la planta por día.

**Tabla 7: Presencia de saponina por días**

Edad por días										
Días	7	10	13	15	25	30	40	50	60	120
Saponina	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-+)	(+)	(++)

Donde:

(-): No posee saponina

(-+): Baja cantidad de saponina

(+): Posee saponina

(++): Abundante cantidad de saponina

A partir de la Tabla 7, se observó que la presencia de saponina aumenta con los días y es más abundante en la edad madura de 120 días.

## Rendimiento:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso de planta extraída}}{\text{peso del total}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{5.99}{6.83} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 87.7\%$$

## Parámetros físicos y químicos del *Chenopodium murale* L.

En la Tabla 8 se presentan las propiedades físicas y químicas del *Chenopodium murale* L. considerando la temperatura, pH, conductividad eléctrica y potencial redox.

**Tabla 8: Parámetros físicos y químicos del *Chenopodium murale* L.**

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (ácido/base)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Potencial redox (mV)
ECHM	20.1	6.58	4.99	125.5

\***ECHM:** Extracto de *Chenopodium murale* L.

A partir de la Tabla 8, se determinó una temperatura de 20.1 °C, pH 6.58, conductividad eléctrica 4.99 mS/cm y potencial redox 125.5 mV.

### 4.3 Dosis de saponina de *Chenopodium murale* L.

#### Parámetros físico químicos de las dosis

En la Tabla 9 se presentan las propiedades físicas y químicas de la primera dosis de 5 ml de saponina de *Chenopodium murale* L.

**Tabla 9: Parámetros físicos y químicos de la primera dosis de 5 ml (D5)**

Dosis 1	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (ácido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
DE1 (D5 - 250)	20.0	9.45	251	268.23
DE2 (D5 - 250)	20.0	9.41	249	254.11
DE3 (D5 - 250)	20.0	9.40	239	246.24
DE4 (D5 - 250)	20.0	9.43	246	248.42
DE5 (D5 - 250)	20.0	9.44	247	251.41

\***DE1 (D5-250)**: Muestra 1 del detergente ecológico con dosis de 5 ml de saponina

\***DE2 (D5-250)**: Muestra 2 del detergente ecológico con dosis de 5 ml de saponina

\***DE3 (D5-250)**: Muestra 3 del detergente ecológico con dosis de 5 ml de saponina

\***DE4 (D5-250)**: Muestra 4 del detergente ecológico con dosis de 5 ml de saponina

\***DE5 (D5-250)**: Muestra 5 del detergente ecológico con dosis de 5 ml de saponina

A partir de la Tabla 9, se observó que la temperatura mantuvo un valor constante de 20.0 °C, el potencial de hidrógeno tuvo pequeñas variaciones al igual que la conductividad eléctrica y el potencial redox.

En la Tabla 10 se presentan las propiedades físicas y químicos de la segunda dosis de 10 ml de saponina de *Chenopodium murale L.*

**Tabla 10: Parámetros físicos y químicos de la segunda dosis de 10 ml (D10)**

Dosis 2	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (ácido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mV)
DE1 (D10 - 250)	22.5	8.69	212	24 9.23
DE2 (D10 - 250)	22.5	8.58	210	240.15
DE3 (D10 - 250)	22.5	8.60	209	241.12
DE4 (D10 - 250)	22.5	8.65	211	246.32
DE5 (D10 - 250)	22.5	8.64	212	247.21

A partir de la Tabla 10, se observó que la temperatura se mantuvo un valor constante de 22.5 °C, el potencial de hidrógeno tuvo pequeñas variaciones al igual que la conductividad eléctrica y el potencial redox.

En la Tabla 11 se presentan las propiedades físicas y químicas de la tercera dosis de 15 ml de saponina de *Chenopodium murale* L.

**Tabla 11: Parámetros físicos y químicos de la tercera dosis de 15 ml (D15)**

Dosis 3	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (ácido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
DE1 (D15 – 250)	22.0	8.48	202	225.11
DE2 (D15 – 250)	22.0	8.45	201	222.21
DE3 (D15 – 250)	22.0	8.41	239	219.51
DE4 (D15 – 250)	22.0	8.46	203	226.34
DE5 (D15 – 250)	22.0	8.47	204	224.23

A partir de la Tabla 11, se observó que la temperatura se mantuvo un valor constante de 22.5 °C, el potencial de hidrógeno tuvo pequeñas variaciones al igual que la conductividad eléctrica y el potencial redox; además que el nivel de pH ha disminuido menos a comparación de la primera (D5) y segunda dosis (D10).

### Alcalinidad de las dosis

En la Tabla 12 se presenta la determinación de alcalinidad óptima en la primera dosis del detergente líquido ecológico realizado mediante método de neutralización.

**Tabla 12: Determinación de alcalinidad en la primera dosis de detergente líquido ecológico (D5)**

Dosis 1	Volumen de la muestra (ml)	Normalidad del ácido sulfúrico	Volumen gastado en muestra (ml)	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )
DE1 (D5 – 250)	10	0.0196	0.267	26.166

<b>DE2 (D5 – 250)</b>	10	0.0196	0.268	26.264
<b>DE3 (D5 – 250)</b>	10	0.0196	0.266	26.068
<b>DE4 (D5 – 250)</b>	10	0.0196	0.2650	25.970
<b>DE5 (D5 – 250)</b>	10	0.0196	0.269	26.362

A partir de la Tabla 12 se usó un volumen constante (10 ml) al igual de la normalidad del ácido sulfúrico (0.0196), observando que el volumen gastado tuvo pequeñas variaciones, al igual que la medición de la alcalinidad cuyo menor valor fue de la muestra 4 (DE4) con 25.970 mg/l CaCO<sub>3</sub>.

En la Tabla 13, se presenta la determinación de alcalinidad óptima de la segunda dosis del detergente líquido ecológico realizado mediante método de neutralización.

**Tabla 13: Determinación de alcalinidad en la segunda dosis de detergente líquido ecológico (D10)**

<b>Dosis 2</b>	<b>Volumen de la muestra (ml)</b>	<b>Normalidad del ácido sulfúrico</b>	<b>Volumen gastado en muestra (ml)</b>	<b>Alcalinidad (mg/l CaCO<sub>3</sub>)</b>
<b>DE1 (D10 – 250)</b>	10	0.0196	0.354	34.692
<b>DE2 (D10 – 250)</b>	10	0.0196	0.356	34.888
<b>DE3 (D10 – 250)</b>	10	0.0196	0.357	34.986
<b>DE4 (D10 – 250)</b>	10	0.0196	0.355	34.790
<b>DE5 (D10 – 250)</b>	10	0.0196	0.353	34.594

A partir de la Tabla 13, se usó un volumen constante (10 ml) al igual de la normalidad del ácido sulfúrico (0.0196), observando que el volumen gastado en la muestra y la alcalinidad tuvieron pequeñas variaciones.

En la Tabla 14 se presenta la determinación de alcalinidad óptima de la tercera dosis del detergente líquido ecológico realizado mediante método de neutralización.

**Tabla 14: Determinación de alcalinidad en la tercera dosis de detergente líquido ecológico (D15)**

Dosis 3	Volumen de la muestra (ml)	Normalidad del ácido sulfúrico	Volumen gastado en muestra (ml)	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )
DE1 (D15 – 250)	10	0.0196	0.371	36.358
DE2 (D15 – 250)	10	0.0196	0.370	36.260
DE3 (D15 – 250)	10	0.0196	0.375	36.750
DE4 (D15 – 250)	10	0.0196	0.377	36.946
DE5 (D15 – 250)	10	0.0196	0.376	36.848

A partir de la 14, se usó un volumen constante (10 ml) al igual de la normalidad del ácido sulfúrico (0.0196), observando que el volumen gastado en la muestra y la alcalinidad tuvieron pequeñas variaciones; además la alcalinidad fue mayor que la primera (D5) y segunda dosis (D10).

### Saponificación de la dosis

En la Tabla 15 se presenta la saponificación de la primera dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice de saponina mediante el método de hidróxido de potasio.

**Tabla 15: Saponificación de la primera dosis del detergente ecológico (D5)**

Dosis 1	Peso de la muestra (g)	Normalidad del ácido clorhídrico	Volumen gastado HCl (ml)	Saponificación (mgKOH/ml)
DE1 (D5 – 250)	1.0687	0.5	4.02	3.967
DE2 (D5 – 250)	1.0685	0.5	4.51	3.739
DE3 (D5 – 250)	1.0681	0.5	4.53	3.731

<b>DE4 (D5 – 250)</b>	1.0682	0.5	4.55	3.721
<b>DE5 (D5 – 250)</b>	1.0684	0.5	4.54	3.725

A partir de la Tabla 15, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de ácido hídrico clorhídrico constante de 0.5, el volumen gastado de HCl tuvo pequeñas variaciones al igual que la saponificación obtenida.

En la Tabla 16 se presenta la saponificación de la segunda dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice saponina mediante el método de hidróxido de potasio.

**Tabla 16: Saponificación de la segunda dosis del detergente ecológico (D10)**

<b>Dosis 2</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Normalidad del ácido clorhídrico</b>	<b>Volumen gastado HCl (ml)</b>	<b>Saponificación (mgKOH/ml)</b>
<b>DE1 (D10 – 250)</b>	1.0761	0.5	2.12	4.823
<b>DE2 (D10 – 250)</b>	1.0764	0.5	2.14	4.812
<b>DE3 (D10 – 250)</b>	1.0765	0.5	2.15	4.807
<b>DE4 (D10 – 250)</b>	1.0766	0.5	2.16	4.802
<b>DE5 (D10 – 250)</b>	1.0763	0.5	2.13	4.817

A partir de la Tabla 16, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de ácido hídrico clorhídrico constante de 0.5, el volumen gastado de HCl tuvo pequeñas variaciones al igual que la saponificación obtenida.

La Tabla 17 presenta la saponificación de la tercera dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice de saponina mediante el método de hidróxido de potasio.



**Tabla 17: Saponificación de la tercera dosis del detergente ecológico (D15)**

<b>Dosis 3</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Normalidad del ácido clorhídrico</b>	<b>Volumen gastado HCl (ml)</b>	<b>Saponificación (mgKOH/ml)</b>
<b>DE1 (D15 – 250)</b>	1.0075	0.5	2.12	5.151
<b>DE2 (D15 – 250)</b>	1.0074	0.5	2.15	5.137
<b>DE3 (D15 – 250)</b>	1.0076	0.5	2.16	5.131
<b>DE4 (D15 – 250)</b>	1.0077	0.5	2.17	5.126
<b>DE5 (D15 – 250)</b>	1.0073	0.5	2.18	5.123

A partir de la Tabla 17, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de ácido clorhídrico constante de 0.5, el volumen gastado de HCl tuvo pequeñas variaciones al igual que la saponificación obtenida, identificando un nivel más alto de saponificación en comparación a la primera (D5) y segunda dosis (D10).

### **Acidez de las dosis**

En la Tabla 18, se presenta la acidez de la primera dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice mediante el método de fenolftaleína.

**Tabla 18: Acidez de la primera dosis del detergente líquido ecológico (D5)**

<b>Dosis 1</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Normalidad del KOH</b>	<b>Volumen gastado KOH (ml)</b>	<b>Acidez (mgKOH/ml)</b>
<b>DE1 (D5 – 250)</b>	1.9856	0.1	0.424	1.198
<b>DE2 (D5 – 250)</b>	1.9855	0.1	0.426	1.204
<b>DE3 (D5 – 250)</b>	1.9854	0.1	0.425	1.201
<b>DE4 (D5 – 250)</b>	1.9853	0.1	0.427	1.207
<b>DE5 (D5 – 250)</b>	1.9852	0.1	0.428	1.209

A partir de la Tabla 18, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de KOH constante de 0.1, el volumen gastado de KOH tuvo pequeñas variaciones al igual que la acidez obtenida.

En la Tabla 19, se presenta la acidez de la segunda dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice mediante el método de fenolftaleína.

**Tabla 19: Acidez de la segunda dosis del detergente líquido ecológico (D10)**

<b>Dosis 2</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Normalidad del KOH</b>	<b>Volumen gastado KOH (ml)</b>	<b>Acidez (mgKOH/ml)</b>
<b>DE1 (D10 – 250)</b>	1.9758	0.1	0.458	1.300
<b>DE2 (D10 – 250)</b>	1.9755	0.1	0.459	1.303
<b>DE3 (D10 – 250)</b>	1.9754	0.1	0.46	1.306
<b>DE4 (D10 – 250)</b>	1.9757	0.1	0.461	1.309
<b>DE5 (D10 – 250)</b>	1.9756	0.1	0.462	1.312

A partir de la Tabla 19, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de KOH constante de 0.1, el volumen gastado de KOH tuvo pequeñas variaciones al igual que la acidez obtenida.

En la Tabla 20, se presenta la acidez de la tercera dosis del detergente líquido ecológico para identificar que muestra posee mayor índice mediante el método de fenolftaleína.

**Tabla 20: Acidez de la tercera dosis del detergente líquido ecológico (D15)**

<b>Dosis 3</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Normalidad del KOH</b>	<b>Volumen gastado KOH (ml)</b>	<b>Acidez (mgKOH/ml)</b>
<b>DE1 (D15 – 250)</b>	1.9484	0.1	0.491	1.414

<b>DE2 (D15 – 250)</b>	1.9486	0.1	0.493	1.419
<b>DE3 (D15 – 250)</b>	1.9487	0.1	0.495	1.425
<b>DE4 (D15 – 250)</b>	1.9488	0.1	0.496	1.428
<b>DE5 (D15 – 250)</b>	1.9489	0.1	0.497	1.431

A partir de la Tabla 20, se observó unas pequeñas variaciones en los pesos de las muestras, usando una normalidad de KOH constante de 0.1, el volumen gastado de KOH tuvo pequeñas variaciones al igual que la acidez obtenida, identificando un mayor nivel que la primera (D5) y segunda dosis (D10).

#### **4.4 Parámetros físicos y químicos del detergente ecológico a base de *Chenopodium murale* L.**

Se realizó el análisis del detergente ecológico utilizando la dosis 3 (D15) por ser más constante y tener parámetros admisibles, comparado con un detergente convencional para determinar los diferentes parámetros físico químicos que poseen.

En la Tabla 21, se presentan los resultados de los parámetros físico químicos del detergente convencional y del detergente ecológico, considerando la temperatura, pH, conductividad eléctrica y potencial redox, para ambos.

**Tabla 21: Parámetros físico - químico de los detergentes líquidos por el método potenciométrico**

<b>Código</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Potencial de hidrógeno (ácido/base)</b>	<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	<b>Potencial Redox (mV)</b>
<b>PFQ - DC</b>	22.1	8.47	352	240.12
<b>PFQ - DE</b>	22.1	8.12	454	213.34

**\*PFQ:** Parámetros físico químicos

A partir de la Tabla 21, se observó que el detergente convencional tiene un pH 8.47 y potencial redox de 240.12 mayor que el detergente ecológico, mientras que este último tiene mayor conductividad eléctrica.

En la Tabla 22, se presentan las densidades de los detergentes líquidos antes de su uso y análisis mediante el método de picnómetro.

**Tabla 22: Densidades de los detergentes líquidos**

Código	Peso del picnómetro (g)	Peso del picnómetro + AD (g)	Peso del picnómetro + DET (g)	Volumen del picnómetro (ml)
D - DC	52.77	162.42	165.98	100
D - DE	52.77	162.42	165.24	100

*\*DET: Detergente*

A partir de la Tabla 22, se observó que ambos poseen densidades casi iguales.

En la Tabla 23, se presenta la viscosidad de los detergentes líquidos antes de su uso y análisis.

**Tabla 23: Viscosidad de los detergentes líquidos**

Código	Viscosidad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad de los detergentes (g/cm)	Tiempo en pasar (minutos)	Viscosidad cP (Centiopoise)
V - DC	1000	1.1321	25	1.286
V - DE	1000	1.1247	21	1.1247

A partir de la Tabla 23, se determinó que la viscosidad de ambos detergentes líquidos es similar teniendo la mínima diferencia, esto demuestra que el detergente ecológico puede igualar a uno comercial.

En la Tabla 24, se presenta el volumen de la espuma de los detergentes líquidos que determinan el tipo de tensioactivo.

**Tabla 24: Determinación de la espuma en los detergentes líquidos**

<b>Código</b>	<b>Volumen de la espuma + agua (ml)</b>	<b>Volumen del agua (ml)</b>	<b>Volumen de espuma (ml)</b>
<b>VE - DC</b>	86.5	85	1.5
<b>VE - DE</b>	86.3	85	1.2

\***VE:** *Volumen de la espuma*

A partir de la Tabla 24, se observó una diferencia en el volumen de la espuma del detergente comercial (1.5 ml) con el detergente ecológico (1.2 ml), además se identificó que el detergente convencional posee tensoactivos aniónicos por la mayor formación de espuma a diferencia del detergente ecológico que posee tensoactivos catiónicos que son humectantes.

#### **4.5 Parámetros físicos y químicos del agua residual gris del detergente ecológico a base *Chenopodium murale L.***

Se realizó el análisis del agua residual gris del detergente ecológico, comparado con un detergente convencional para determinar los diferentes parámetros físico químicos que poseen.

En la Tabla 25, se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional mediante el método potenciométrico

**Tabla 25: Parámetros físicos y químicos del detergente ecológico con uno convencional**

<b>Código</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Potencial de hidrógeno (ácido/base)</b>	<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	<b>Potencial Redox (mV)</b>	<b>Turbidez NTU</b>
<b>ARG-DC</b>	20.0	8.52	789	245.23	486
<b>ARG-DE</b>	20.0	7.54	525	212.32	285

\***ARG-DC:** *Agua residual gris del detergente convencional*

\***ARG-DE:** *Agua residual gris del detergente ecológico*

A partir de la Tabla 25, se observó la mayor contaminación del agua por un pH de 8.52 del detergente convencional, esto debido a la generación de compuestos de nitrógeno que generan cargas aniónicas y catiónicas con mayor incidencia.

En la Tabla 26, se presentan los resultados de la concentración del oxígeno disuelto en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional mediante el método Winkler.

**Tabla 26: Oxígeno disuelto (OD)**

Código	Volumen gastado en muestra (ml)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio	Volumen de muestra (ml)	Volumen del Winkler (ml)	OD (mgO <sub>2</sub> /l)
OD (ARG-DC)	0.4	0.02525	100	300	0.813
OD (ARG-DE)	0.6	0.02525	100	300	1.220

\***ARG-DC:** Agua residual gris del detergente convencional

\***ARG-DE:** Agua residual gris del detergente ecológico

A partir de la Tabla 26, se observó que la presencia de OD en el detergente convencional es menor a comparación del detergente ecológico.

En la Tabla 27, se presentan los resultados de la concentración de la DQO en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional.

**Tabla 27: Demanda Química de Oxígeno (DQO) por el método refluj-Dicromato de potasio**

Código	Volumen gastado en muestra (ml)	Normalidad del sulfato ferroso amoniacal	Volumen de muestra (ml)	Volumen del Blanco (ml)	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)
DQO (ARG-DC)	1.12	0.25	3	3	1253.33
DQO (ARG-DE)	1.35	0.25	3	3	1100.00

A partir de la Tabla 27, se observó menor presencia de oxígeno en el detergente ecológico en comparación con el detergente convencional.

En la Tabla 28, se presentan los resultados de la concentración de la DBO<sub>5</sub> en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional.

**Tabla 28: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) por el método Winkler**

Código	Oxígeno disuelto Inicial (mg/l)	Oxígeno disuelto final (mg/l)	Dilución %	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)
DBO5 (ARG-DC)	7.56	0.56	0.01	700
DBO5 (ARG-DE)	7.56	0.84	0.01	651

\***ARG-DC:** Agua residual gris del detergente convencional

\***ARG-DE:** Agua residual gris del detergente ecológico

A partir de la Tabla 28, se observó que el oxígeno disuelto inicial es constante en ambas muestras, obteniendo un oxígeno disuelto final y un DBO<sub>5</sub> con pequeñas variaciones.

En la Tabla 29, se presentan los resultados de la concentración de los sólidos totales en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional mediante método gravimétrico.

**Tabla 29: Sólidos Totales (ST)**

Código	Peso del vaso seco (g)	Peso del vaso + ST (g)	Volumen de muestra (ml)	ST (mg/l)
ST (ARG -DC)	102.7987	103.0344	100	2357
ST (ARG -DC)	98.2543	98.4234	100	1691

A partir de la Tabla 29, se observó la presencia de sólidos totales fue mayor en el detergente convencional lo que demuestra mayor cantidad de contaminación.

En la Tabla 30, se presentan los resultados de la concentración de los sólidos disueltos en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional.

**Tabla 30: Sólidos Disueltos (SD)**

<b>Código</b>	<b>Peso del vaso seco (g)</b>	<b>Peso del vaso + ST (g)</b>	<b>Volumen de muestra (ml)</b>	<b>SD (mg/l)</b>
<b>SD (ARG -DC)</b>	104.3431	104.4606	100	1175
<b>SD (ARG -DE)</b>	100.5632	100.6443	100	811

A partir de la Tabla 30, se observó la presencia de sólidos disueltos fue mayor en el detergente convencional lo que demuestra mayor cantidad de contaminación.

En la Tabla 31, se presentan los resultados de la concentración de los SST en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional.

**Tabla 31: Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

<b>Código</b>	<b>Sólidos Totales (mg/l)</b>	<b>Sólidos Disueltos (mg/l)</b>	<b>SST (mg/l)</b>
<b>SST (ARG - DC)</b>	2357	1175	1182
<b>SST (ARG - DE)</b>	1691	911	780

A partir de la Tabla 31, se observó que el material particulado más generado procede del agua residual de detergente convencional teniendo una considerable diferencia con el detergente ecológico.

En la Tabla 32, se presentan los resultados de la concentración de sulfatos en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional mediante el método de espectrofotometría UV/V.

**Tabla 32: Sulfatos del agua residual gris**

<b>Código</b>	<b>Transmitancia %</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Constante K</b>	<b>Concentración (mg/l)</b>
---------------	------------------------	--------------------	--------------------	-----------------------------



<b>SF (ARG - DC)</b>	55.8	0.25336	0.004845	174.31
<b>SF (ARG - DE)</b>	60.14	0.22084	0.004845	45.58

A partir de la Tabla 32, se observó que el detergente convencional posee mayor concentración de sulfatos en el agua residual a comparación del detergente ecológico.

En la Tabla 33, se presenta la determinación de la constante K para calcular los fosfatos presentes en las aguas residuales grises.

**Tabla 33: Determinación de la constante K**

<b>Código</b>	<b>Transmitancia %</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Constante K</b>
<b>1ppm</b>	69.6	0.15739	0.157391
<b>2ppm</b>	49.5	0.30539	0.152697
<b>3ppm</b>	37.5	0.42597	0.141990
<b>4ppm</b>	26.2	0.58170	0.145425
		K=	0.14938

A partir de la Tabla 33, se encontró la constante K por el método de espectrofotometría UV/V mediante 1, 2, 3 y 4 ppm.

En la Tabla 34, se presentan los resultados de la concentración de los fosfatos presentes en las aguas residuales grises del detergente ecológico y convencional mediante el método de espectrofotometría UV/VIS.

**Tabla 34: Determinación de fosfatos en detergentes líquidos por el método de espectrofotometría UV/VIS**

<b>Código</b>	<b>Transmitancia %</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Constante K</b>	<b>Concentración (mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l)</b>
<b>(mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l) (ARG -DC)</b>	64.45	0.19078	0.14938	1.2771

<b>(mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l) (ARG -DE)</b>	86.23	0.06434	0.14938	0.4307
--	-------	---------	---------	--------

A partir de la Tabla 34, se obtuvo una cantidad mayor de fosfatos en la concentración de aguas residuales del detergente convencional en comparación con la cantidad encontrada en el detergente ecológico.

#### 4.5 Prueba de estadística

Se realizó una estadística descriptiva para analizar las pruebas de hipótesis que tuvieron más de 2 variables de cada uno. Según Rendón et al. (2016) la estadística descriptiva proporciona evidencia para confirmar o refutar las hipótesis planteadas.

#### Hipótesis de objetivo específica:

- *Hipótesis alterna:* Las dosis de saponina de *Chenopodium murale* L. influirán en la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises.
- *Hipótesis nula:* Las dosis de saponina de *Chenopodium murale* L. no influirán en la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises.

**P>0.05:** Rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna

**P<0.05:** Rechazamos la hipótesis alterna principal

#### Prueba de estadística de los parámetros fisicoquímicos

##### Pruebas de normalidad:

En la Tabla 35, se muestran las pruebas de normalidad de las dosis de saponinas hallado mediante el estadístico Shapiro-Wilk.

#### Tabla 35: Pruebas de normalidad de la dosis de saponina

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PFQ_DE5	0,280	5	0,200*	0,852	5	0,201
PFQ_DE10	0,249	5	0,200*	0,895	5	0,384
PFQ_DE15	0,210	5	0,200*	0,954	5	0,766

A partir de la Tabla 35, el estadístico Shapiro-Wilk se utilizó porque su grado de libertad fue 5, lo que indica significancias mayores de 0.05 lo que afirma la hipótesis nula y el rechazo a la hipótesis alterna.

### Correlaciones:

En la Tabla 36, se muestran las correlaciones de las dosis 5,10 y 15 ml de saponina mediante la significancia.

**Tabla 36: Correlaciones de las dosis de 5,10 y 15 ml de saponina**

		PFQ_DE5	PFQ_DE10	PFQ_DE15
PFQ_DE5	Correlación de Pearson	1	0,556	0,387
	Sig. (bilateral)		0,331	0,520
	N	5	5	5
PFQ_DE10	Correlación de Pearson	0,556	1	0,797
	Sig. (bilateral)	0,331		0,107
	N	5	5	5
PFQ_DE15	Correlación de Pearson	0,387	0,797	1
	Sig. (bilateral)	0,520	0,107	
	N	5	5	5

A partir de la Tabla 36, se observó que las correlaciones de 5 con respecto a 10 y 15 ml en los parámetros físico químicos tienen una significancia de 0.331 y 0.520 lo que nos indica que tienen una correlación moderada positiva, también la correlación de 10 ml con respecto a 5 y 15 su significancia en su p valor es mayor a 0.05 cual nos indica de acuerdo a la tabla tienen una correlación positiva baja y se pudo observar que en 15 ml la correlación de los parámetros fisicoquímicos de 5 y 10 son tienen una correlación positiva muy alta.

### ANOVA (análisis de varianza):

En la Tabla 37, se muestra la significancia mediante el estadístico de Tukey para los parámetros fisicoquímicos de las dosis del detergente ecológico.

**Tabla 37: Parámetros fisicoquímicos de las dosis del detergente ecológico**

HSD Tukey <sup>a</sup>		
Subconjunto para alfa = 0.05		
ED_E	N	1
3	3	235,6233
2	3	238,8233
4	3	240,3600
5	3	240,9500
1	3	247,5233
Sig.		0,887

A partir de la Tabla 37, se observó que el estadístico de Tukey la significancia es de 0.887 lo que indica que es paramétrica corroborando todo el tratamiento.

### Prueba de estadística de alcalinidad

En la Tabla 38, se muestran las pruebas de normalidad de alcalinidad del detergente ecológico hallado mediante Shapiro-Wilk.

**Tabla 38: Pruebas de normalidad de alcalinidad del detergente ecológico**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
A_D5	0,136	5	0,200*	0,987	5	0,967
A_D10	0,136	5	0,200*	0,987	5	0,967
A_D15	0,250	5	0,200*	0,885	5	0,332

A partir de la Tabla 38, se observó que el estadístico de Shapiro-Wilk muestra la significancia de la alcalinidad teniendo una p valor mayor de 0.05 en las tres dosis de 5,10 y 15 ml, lo que nos indica que los datos tienen una distribución normal y se rechaza la hipótesis alterna.

### **Correlación:**

En la Tabla 39, se muestran las correlaciones de alcalinidad de las dosis 5,10 y 15 ml mediante la significancia.

**Tabla 39: Correlaciones de alcalinidad de las dosis  
5,10 y 15 ml**

		A_D5	A_D10	A_D15
A_D5	Correlación de Pearson	1	-,500	-,355
	Sig. (bilateral)		0,391	0,557
	N	5	5	5
A_D10	Correlación de Pearson	-,500	1	-,152
	Sig. (bilateral)	0,391		0,807
	N	5	5	5
A_D15	Correlación de Pearson	-,355	-,152	1
	Sig. (bilateral)	0,557	0,807	
	N	5	5	5

A partir de la Tabla 39, se observó que las correlaciones de 5 con respecto a 10 y 15 ml de alcalinidad tienen una significancia moderada positiva, mientras que la correlación de 5 y 15 ml es positiva muy alta y finalmente la correlación de 5 y 10 ml es positiva muy alta.

### **ANOVA (análisis de varianza):**

En la Tabla 40, se muestra la significancia de la alcalinidad de las dosis del detergente ecológico.

**Tabla 40: Alcalinidad las dosis del detergente ecológico**

HSD Tukey <sup>a</sup>		
Subconjunto para alfa = 0.05		
EA_EPDE	N	1
2	3	24,9623
1	3	25,0057
5	3	25,0557
4	3	25,1523
3	3	25,1557
Sig.		1,000

A partir de la Tabla 40, se observó que al aplicar el estadístico de Tukey, la significancia 1,0 es mayor a 0,05 indicando que es paramétrica.

### Prueba de estadística de saponificación:

#### Normalidad:

En la Tabla 41, se muestran pruebas de normalidad de saponificación del detergente ecológico halladas mediante el estadístico Shapiro-Wilk.

**Tabla 41: Pruebas de normalidad de saponificación del detergente ecológico**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
S_D5	0,438	5	0,002	0,612	5	0,001
S_D10	0,136	5	0,200 <sup>+</sup>	0,990	5	0,979
S_D15	0,193	5	0,200 <sup>+</sup>	0,921	5	0,534

A partir de la Tabla 41, el estadístico utilizado es Shapiro-Wilk y muestra que la significancia de la dosis 5 de saponificación es menor al p de 0,05; entonces la estadística tiene una distribución no paramétrica donde se utilizará a Spearman.

### Correlación:

En la Tabla 42, se muestran las correlaciones saponificación de las dosis 5,10 y 15 ml hallado mediante el estadístico de Spearman.

**Tabla 42: Correlaciones de saponificación de las dosis 5, 10 y 15 ml**

		S_D5	S_D10	S_D15	
Rho de Spearman	S_D5	Coefficiente de correlación	1,000	0,700	0,900*
		Sig. (bilateral)	.	0,188	0,037
		N	5	5	5
S_D10	S_D10	Coefficiente de correlación	0,700	1,000	0,400
		Sig. (bilateral)	0,188	.	0,505
		N	5	5	5
S_D15	S_D15	Coefficiente de correlación	0,900*	0,400	1,000
		Sig. (bilateral)	0,037	0,505	.
		N	5	5	5

A partir de la Tabla 42, se observó que la correlación de la saponificación con la dosis 5 es positiva muy baja, sin embargo, la saponificación con la dosis 10 tiene una moderada a diferencia de la dosis 15 que se repite a la correlación de dosis 5.

### ANOVA (análisis de varianza):

En la Tabla 43, se muestra la saponificación de las dosis del detergente ecológico hallado mediante el estadístico de Tukey.

**Tabla 43: Saponificación las dosis del detergente ecológico**

HSD Tukey <sup>a</sup>		
Subconjunto para alfa = 0.05		
EA_EPDE	N	1
4	3	4,5497
5	3	4,5550
3	3	4,5563
2	3	4,5627
1	3	4,6470

Sig.	1,000
------	-------

A partir de la Tabla 43, se aplicó el estadístico de Tukey teniendo la significancia 1,0 es mayor a 0,05 que indica que es paramétrica.

### Prueba de estadística de acidez:

#### Normalidad:

En la Tabla 44, se muestran las pruebas de normalidad de acidez del detergente ecológico en 5, 10 y 15 ml hallado mediante el estadístico Shapiro-Wilk.

**Tabla 44: Pruebas de normalidad de acidez del detergente ecológico en 5, 10 y 15 ml**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AC_D5	0,165	5	0,200*	0,974	5	0,898
AC_D10	0,136	5	0,200*	0,987	5	0,967
AC_D15	0,192	5	0,200*	0,959	5	0,802

A partir de la Tabla 44, el estadístico de Shapiro-Wilk se utilizó por su grado de libertad que es 5 y se observó que las dosis poseen significancias mayores de 0,05, lo que indican que rechazan la hipótesis alterna y los datos tienen una distribución normal.

#### Correlaciones:

En la Tabla 45, se muestran las correlaciones de la acidez de las dosis de 5, 10 y 15 ml hallado mediante el estadístico de Pearson.

**Tabla 45: Correlaciones de la acidez de las dosis 5, 10 y 15 ml**

		AC_D5	AC_D10	AC_D15
AC_D5	Correlación de Pearson	1	0,891*	0,847
	Sig. (bilateral)		0,043	0,070
N		5	5	5



AC_D10	Correlación de Pearson	0,891*	1	0,989**
	Sig. (bilateral)	0,043		0,001
	N	5	5	5
AC_D15	Correlación de Pearson	0,847	0,989**	1
	Sig. (bilateral)	0,070	,001	
	N	5	5	5

A partir de la Tabla 45, las correlaciones de la acidez de las dosis de 5,10 y 15 ml poseen correlaciones positivas muy bajas.

### **ANOVA (análisis de varianza):**

En la Tabla 46, se muestra la acidez del detergente ecológico en sus tres dosis hallado mediante es estadístico de Tukey.

**Tabla 46: Acidez del detergente ecológico en sus tres dosis**

HSD Tukey <sup>a</sup>		
EA_EPDE	N	Subconjunto
		para alfa = 0.05
		1
1	3	1,3040
2	3	1,3087
3	3	1,3107
4	3	1,3147
5	3	1,3173
Sig.		1,000

A partir de la Tabla 46, se observó que de acuerdo a Tukey la significancia en 1 tiene un p valor, mayor al 0.05 lo que hace que tenga una distribución normal. Corroborando la normalidad del proceso de elaboración del detergente ecológico.

## V. DISCUSIÓN

El detergente de *Chenopodium murale L.* obtenido no posee toxinas contaminantes debido a que está compuesto de productos naturales como el aceite de oliva y el aceite, y por sus propiedades humectante evita el daño por contacto con contacto con sustancias sintéticas. Referente a ello, Liu et al. (2020) desarrollaron un detergente ecológico a partir de mazorcas de maíz, resultando no tóxicos, rentables y sostenibles a detergentes comerciales. Adicionalmente, Gong et al. (2018) desarrollaron un tensioactivo de semillas de *assamica* es una buena opción de detergente natural por su capacidad de descontaminación y nula toxicidad. Por otro lado, Yea et al. (2018) sintetizaron a partir del aceite de coco dos tipos de biosurfactantes, como resultado que las pruebas de lavado indicaron una detergencia buena, siendo biodegradables, no tóxicos, no irritantes y suaves. De igual manera, Hajibagheri F. (2018) investigó la eficacia de los tensoactivos como biotensoactivos, utilizando *Enterobacter cloacae*. Con base en los resultados, se encontró que la capacidad humectante cambió del estado húmedo inicial al estado húmedo del agua usando la solución bacteriana. Además, Stanisz et al. (2021) indicaron que los tensoactivos naturales derivados de *Saponaria officinalis L.* y *Sapindus mukorossi*, son eficientes en la absorción de 90% de contaminantes para el tratamiento de aguas residuales concluyeron que el tensioactivo de *Sapindus mukorossi* es un absorbente más eficiente y contribuye en la remediación ambiental. Finalmente, Muhammad y Khan (2018) prepararon tensioactivos sintéticos a base de extracto de *Acacia concinna* que posee saponinas con eficacia a comparación de tensioactivos sintéticos, la cual tiene una concentración micelar de  $4.4 \times 10^{-4}$  g/mL con el método (UV-Vis).

Con respecto al rendimiento de la planta *Chenopodium murale L.*, posee un rendimiento mayor de 87.7%, esto debido a la saponina que se encuentra en la parte utilizada de hojas, frutos y pequeños tallos. De acuerdo a las investigaciones de Cortes y Jiménez (2019) evidenciaron que el jaboncillo posee un mayor rendimiento debido a que posee un 30% de saponina frente a la quinua con un 6.16%, por otro lado, el nivel de DBO 2762,75 mg/l O<sub>2</sub> de quinua se biodegrada de manera eficaz

frente a 140 mg/l O<sub>2</sub> de jaboncillo, disminuyendo las cargas orgánicas en las aguas residuales.

Los resultados obtenidos demostraron que los parámetros evaluados de las 3 dosis (5 ml, 10 ml y 15 ml) del detergente ecológico no generan surfactantes químicos debido al tensioactivo natural de la saponina, que a comparación de un detergente convencional que altera las aguas grises. La dosis seleccionada fue la tercera (D15) principalmente por la saponificación de 5.137 que es mayor en comparación con las otras muestras; los parámetros obtenidos fueron 8.12 de pH, 454 µS/cm de conductividad eléctrica, 213.34 mV de potencial redox, 285 de turbidez y 0.4307 mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l de concentración de fosfatos. Coincidiendo con los resultados de Vidal y Zorrilla (2020) obtuvieron un pH de 7.52, OD de 1.220 mgO<sub>2</sub>/l, DQO de 1100.00 mgO<sub>2</sub>/l y DBO5 de 651 mg/l que evita levemente la proliferación de algas en el agua y el mal olor. Asimismo, obtuvimos que los sólidos suspendidos totales del detergente ecológico (780 mg/l) demostraron una diferencia con el detergente convencional (1182 mg/l), evidenciando menos contaminación en el agua por ser biodegradable. Por otro lado, Goyal et al. (2021) indicaron que las semillas de *Litchi Chinensis* (LC), logran un 52% en la eliminación de tinte a pH 6, utilizando 50 mg de dosis y teniendo una concentración en equilibrio por un tiempo de 120 min; para la absorción de colorantes. Asimismo, Norouzpour et al. (2022) desarrollaron un surfactante a base de quinua para la recuperación mejorada del petróleo. Las pruebas de emulsión muestran que los surfactantes de quinua producen emulsiones más estables y densas que los surfactantes comerciales, además de mantener un pH en el rango de 6.5 a 7.5, en sus soluciones agregaron HCL y NaOH.

La medición de fosfatos y alcalinidad fue importante debido a que se define la contaminación presente en el agua gris, obteniendo 0.4307 mgPO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/l de concentración de fosfatos y 36.5 mg/l CaCO<sub>3</sub> de alcalinidad. Este resultado a comparación de Calderón et al. (2019) utilizaron la saponina obtenida de los residuos generados por la quinua, chocho y cabuya, obteniendo materia grasa un 3,28%, fosfatos 0.08%, libre de alcalinidad (NaOH) 0% y una biodegradabilidad de 94%, aportando en la conservación y siendo comercial.

La viscosidad obtenida por parte del detergente ecológico fue de 1.1247 cP, comparando con la obtenida del detergente convencional que fue de 1.286 cP, se observaron las mínimas diferencias. Comparando con los resultados de Lee et al. (2016) realizaron los tensioactivos no iónicos a partir de sacarosa de azúcar para elaborar detergentes, obteniendo tres tipos, la primera muestra tuvo una tensión superficial de 29,82 mN/m, una concentración micelar crítica (CMC) de 0,268 g/L y una viscosidad de 1.735 cP, la segunda con una tensión superficial de 30,91 mN/m, una viscosidad de 1.702 cP y una CMC de 0,92 g/L y la tercera muestra tiene una tensión superficial de 32,25 mN/m, una viscosidad de 2.251 cP y una CMC de 9.5, concluyendo que a través de las pruebas realizadas, el porcentaje de biodegradabilidad se encuentra dentro del rango establecido, el nivel de reducción de toxicidad del agua es notorio.

Se analizó la espuma procedente del detergente ecológico definiéndose como aniónico con un volumen de 1.2 ml. Padma y Nisha (2022) indicaron que los tensioactivos derivados del café molido gastado muestran un contenido más bajo de proteína y azúcar, no tiene arabinosa; la espumabilidad del volumen fue de 40 mg/10 ml, luego de que realizaron la agitación por 30 segundos obtuvieron 1.7 ml, este valor se obtuvo de igual manera con otras 5 repeticiones para corroborar la medición; además sobre la adición relevante de estructura-función de los tensioactivos naturales, especialmente de tensioactivos de café presentan una espuma de estructura consolidada que retienen sustancias aromáticas volátiles.

La producción del detergente ecológico es rentable debido a que el tensioactivo natural es de una planta que no es aprovechada, sino considerada un hierbajo, sin embargo, la especie es de fácil crecimiento y adaptación en diversas partes del país; convirtiéndolo en un producto innovador al igualarlo con un detergente comercial. Asimismo, el detergente ecológico por ser a base de productos naturales (aceite de coco, aceite de oliva y saponina de *Chenopodium murale L.*) posee propiedades que no dañan el ambiente por ello es un producto ecoamigable y biodegradable. Adicionalmente, no presenta químicos convencionales que maltratan las manos, sino poseen propiedades humectantes que protegen la piel. Coincidiendo con Bravo et al. (2019) generaron un detergente ecológico Biosaqta que tiene una rentabilidad positiva a causa de los insumos naturales que contiene, además fue aceptado por el

público con tendencias mayormente ecológicas, siendo un producto que tiene ventajas innovadoras como de emprendimiento. Por ello, Maguiña y Romero (2018) mencionaron que la compra de un detergente ecológico depende de los beneficios funcionales y resultados en el primer uso del producto que iguale a uno comercial, además el valor ecológico influye en la decisión de compra y alta probabilidad de pagar un 5% a 10% por ser un producto ecoamigable.

## VI. CONCLUSIONES

1. El detergente ecológico obtenido demostró buenos resultados en la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, reduciendo la concentración del contaminante principal (fosfato) a un menor valor ( $0.4307 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{l}$ ) a comparación de uno comercial ( $1.2771 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{l}$ ).
2. La saponina obtenida del *Chenopodium murale L.* mediante un filtro prensa, mostró un pH de 6.58 y una conductividad eléctrica de 4.99 mS/cm.
3. La dosis óptima de saponina para la elaboración fue de 15 ml por poseer mayor índice de saponificación.
4. Las características fisicoquímicas del detergente ecológico fueron viscosidad de 1.1247 cP, pH de 8.12, densidad de 1.1247 g/cm, acidez de 1.4 mgKOH/ml, SST de 780 mg/l, sulfatos de 45.58 mg/l y un volumen de espuma de 1.2 ml. Estas características demostraron disminución de los contaminantes usando el detergente ecológico.
5. Las propiedades físicas, químicas, biológicas y gravimétricas obtenidas a partir del agua gris del detergente ecológico fueron 20°C de temperatura, 8.52 de pH, 525  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad eléctrica, 212.32 mV de potencial redox, 285 NTU de turbidez, 1.220  $\text{mgO}_2/\text{l}$  de OD, 1100.00  $\text{mgO}_2/\text{l}$  de DQO, 651 mg/l de  $\text{DBO}_5$ , 1691 de ST, 811 mg/l de SD, 780 mg/l de SST y concentración de sulfatos y fosfatos de 45.58 mg/l y  $0.4307 \text{ mgPO}_4^{-3}/\text{l}$ , respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis microbiano en las muestras de agua residual para observar la proliferación de bacterias y microorganismos.
- Utilizar un método diferente para la extracción de saponina con el fin de evaluar su rendimiento.
- Realizar un análisis de vida útil del detergente ecológico para observar posibles variaciones después de su uso.
- Evaluar la biodegradabilidad del detergente ecológico.

## REFERENCIAS

- ALVAREZ, Aldo. Clasificación de investigaciones. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- ARISPE, C et al. La investigación científica. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA>
- BOUASSIDA, M., Fourati, N., Ghazala, I., Ellouze-Chaabouni, S., & Ghribi, D. Potential application of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactants in laundry detergent formulations: Compatibility study with detergent ingredients and washing performance. *Engineering in Life Sciences*, [en línea]. 2018, 18(1), 70–77. ISSN: 16182863. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ELSC.201700152>
- BRAVO Gutierrez, A., Nathalie, K., Tantahuillca, C., Muriel, A., Anaya, G., Edmundo, R., Huamán, Q., del Pilar, R., Guelac, V., & Aldahir, E. (n.d.). *Detergente Ecológico Biosaqa Item Type info:eu-repo/semantics/bachelorThesis*. [en línea]. 2019, Retrieved June 24, 2022. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/651856>
- CALDERÓN, Cristina *et al.* Obtención de detergente líquido usando saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) Cabuya (*Sisalana perrine*) y su diseño de producción [en línea]. 2019, Vol. 1 No 21.2019. ISSN: 2477-9105. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles21Art5>
- CALLUPE, Luis. Optimización de los parámetros geométricos de una lavadora de quinua, usando el método de PIV [en línea]. 2017. Disponible en: [https://repositorio.utec.edu.pe/bitstream/20.500.12815/91/1/Callupe\\_Luis.pdf](https://repositorio.utec.edu.pe/bitstream/20.500.12815/91/1/Callupe_Luis.pdf)



CORTES, Erika y JIMENEZ, Luz. Análisis comparativo de las características físico-químicas y técnicas de los detergentes ecológicos derivados de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y la saponina del jaboncillo (*Sapindus saponaria L.*) | *Boletín Semillas Ambientales*. (n.d.). Retrieved June 24, 2022, from [en línea]. 2019, Vol.13 No.1. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2022]. ISSN: 2463-0691. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/15052>

CUI, Q., Liu, J. Z., Yu, L., Gao, M. Z., Wang, L. T., Wang, W., Zhao, X. H., Fu, Y. J., & Jiang, J. C. Experimental and simulative studies on the implications of natural and green surfactant for extracting flavonoids. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2020, 274, 122652. ISSN: 0959-6526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.122652>

CHAMKHI, I., Charfi, S., el Hachlafi, N., Mechchate, H., Guaouguaou, F. E., el Omari, N., Bakrim, S., Balahbib, A., Zengin, G., & Bouyahya, A. Genetic diversity, antimicrobial, nutritional, and phytochemical properties of *Chenopodium album*: A comprehensive review. *Food Research International*, [en línea]. 2022, 154, 110979. ISSN: 0963-9969. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.110979>

EMRAN, M. A., Ismail, S. A., & Hashem, A. M. Production of detergent stable thermophilic alkaline protease by *Bacillus licheniformis* ALW1. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, [en línea]. 2020, 26, 101631. ISSN: 1878-8181. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2020.101631>

ESCUADERO.H. Propuesta de utilización de un sistema de reciclaje de aguas grises en el edificio Santa Beatriz bloque II. [en línea]. 2019, (n.d.). Retrieved June 24, 2022. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2646>

FARIAS, C. B. B., Almeida, F. C. G., Silva, I. A., Souza, T. C., Meira, H. M., Soares da Silva, R. de C. F., Luna, J. M., Santos, V. A., Converti, A., Banat, I. M., & Sarubbo, L. A. Production of green surfactants: Market prospects. *Electronic*

*Journal of Biotechnology*, [en línea]. 2021, 51, 28–39. ISSN: 0717-3458.  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.EJBT.2021.02.002>

FEI, D., Zhou, G. W., Yu, Z. Q., Gang, H. Z., Liu, J. F., Yang, S. Z., Ye, R. Q., & Mu, B. Z. Low-Toxic and Nonirritant Biosurfactant Surfactin and its Performances in Detergent Formulations. *Journal of Surfactants and Detergents*, [en línea]. 2020, 23(1), 109–118. ISSN: 1558-9293. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/JSDE.12356>

GONG, W., Huang, Y., Ji, A., Peng, W., Liu, C., Zeng, Y., Yang, R., Yan, L., Wang, X., & Sheng, J. Optimisation of saponin extraction conditions with *Camellia sinensis* var. *assamica* seed and its application for a natural detergent. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, [en línea]. 2018, 98(6), 2312–2319. ISSN:1097-0010. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/JSFA.8721>

GOYAL, A., Singh, P., Chamoli, P., Raina, K. K., & Shukla, R. K. Eco-friendly Biowaste-based natural surfactant for lyotropic assemblies and Bio-adsorbent for dye removal. *Inorganic Chemistry Communications*, [en línea]. 2021, 133, 108871. ISSN: 1387-7003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.INOCHE.2021.108871>

HAJIBAGHERI, F., Hashemi, A., Lashkarbolooki, M., & Ayatollahi, S. Investigating the synergic effects of chemical surfactant (SDBS) and biosurfactant produced by bacterium (*Enterobacter cloacae*) on IFT reduction and wettability alteration during MEOR process. *Journal of Molecular Liquids*, 256, [en línea]. 2018, 277–285. ISSN: 0167-7322. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.MOLLIQ.2018.02.020>

HERNÁNDEZ, Roberto, Fernández, Carlos, Baptista, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. México, 2014 [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

KOGAWA, A. C., Cernic, B. G., do Couto, L. G. D., & Salgado, H. R. N. Synthetic detergents: 100 years of history. *Saudi Pharmaceutical Journal*, [en línea]. 2017, 25(6), 934–938. <https://doi.org/10.1016/J.JSPS.2017.02.006>

LEE, S. M., Lee, J. Y., Yu, H. P., & Lim, J. C. Synthesis of environment friendly nonionic surfactants from sugar base and characterization of interfacial properties for detergent application. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, [en línea]. 2016, 38, 157–166. ISSN: 1226-086X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JIEC.2016.04.019>

LIU, B., Li, T., Wang, W., Sagis, L. M. C., Yuan, Q., Lei, X., Cohen Stuart, M. A., Li, D., Bao, C., Bai, J., Yu, Z., Ren, F., & Li, Y. Corncob cellulose nanosphere as an eco-friendly detergent. *Nature Sustainability*, [en línea]. 2020, 3:6, 3(6), 448–458. ISSN: 2398-9629. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0501-1>

LU, B., Vayssade, M., Miao, Y., Chagnault, V., Grand, E., Wadouachi, A., Postel, D., Drelich, A., Egles, C., & Pezron, I. Physico-chemical properties and cytotoxic effects of sugar-based surfactants: Impact of structural variations. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, [en línea]. 2016, 145, 79–86. ISSN: 0927-7765. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFB.2016.04.044>

MAGUIÑA, S. y Romero, J. Factores que determinan la compra de detergentes ecológicos en amas de casa, entre 20 y 40 años, del nivel socioeconómico B, de Lima Metropolitana y Callao [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624807/Magui%C3%B1a%20PS.pdf?sequence=1>

MUHAMMAD, M. T., & Khan, M. N. Eco-friendly, biodegradable natural surfactant (Acacia Concinna): An alternative to the synthetic surfactants. *Journal of Cleaner Production*, [en línea]. 2018, 188, 678–685. ISSN: 09596526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.04.016>

NAVAIE, F., Esmailnezhad, E., & Jin Choi, H. Xanthan gum-added natural surfactant solution of Chuback: A green and clean technique for enhanced oil recovery. *Journal of Molecular Liquids*, [en línea]. 2022, 354, 118909. ISSN: 0167-7322. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.MOLLIQ.2022.118909>

NIEVES, M. Gestión integrada de *Chenopodium album* L. [en línea] Valencia, 2020. [Fecha de consulta 07 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150942/Melero%20-%20Gesti%C3%B3n%20integrada%20de%20Chenopodium%20album%20L...pdf?sequence=1>

NOROUZPOUR, M., Nabipour, M., Azdarpour, A., Akhondzadeh, H., Santos, R. M., & Keshavarz, A. Experimental investigation of the effect of a quinoa-derived saponin-based green natural surfactant on enhanced oil recovery. *Fuel*, [en línea]. 2022, 318, 123652. ISSN: 0016-2361. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2022.123652>

NOWROUZI, I., Mohammadi, A. H., & Manshad, A. K. Characterization and evaluation of a natural surfactant extracted from Soapwort plant for alkali-surfactant-polymer (ASP) slug injection into sandstone oil reservoirs. *Journal of Molecular Liquids*, [en línea]. 2020, 318, 114369. ISSN: 0167-7322. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.MOLLIQ.2020.114369>

OROZCO, Edson y ZAPATA, José. Evaluación de la síntesis de surfactante a partir de la glicosilación de aceite vegetal de soja. Trabajo de titulación (Ingeniero Químico). Venezuela: Universidad Bolivariana de Venezuela, 2018. Disponible en: [riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4723/edorjoza.pdf?sequence=3](https://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4723/edorjoza.pdf?sequence=3)

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile. 2017. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

PADMA ISHWARYA, S., & Nisha, P. Insights into the composition, structure-function relationship, and molecular organization of surfactants from spent coffee

grounds. *Food Hydrocolloids*, [en línea]. 2022, 124, 107204. ISSN: 0268-005X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2021.107204>

PATIL, S. G. How to plan and write a budget for research grant proposal? *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, [en línea]. 2019, 10(2), 139–142. ISSN: 0975-9476. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JAIM.2017.08.005>

RAMIREZ, Saira. Síntesis, purificación y evaluación de surfactantes a partir de derivados de biomasa [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/599/1/CE%20EQA%20-%20Saira%20Ramirez%20Martinez%2030%20ago%202109.pdf>

RENDÓN-Macías, M.; Villasís-Keever, M.; & Miranda-Novales, M. Estadística descriptiva. [en línea]. 2016, *Rev Alerg Mex*, 63(4), 397–407. Disponible en: <http://www.revistaalergia.mx>

SHARMA, K., Toor, S. S., Brandão, J., Pedersen, T. H., & Rosendahl, L. A. Optimized conversion of waste cooking oil into ecofriendly bio-based polymeric surfactant- A solution for enhanced oil recovery and green fuel compatibility. *Journal of Cleaner Production*, [en línea]. 2021, 294, 126214. ISSN:0959-6526. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126214>

STANISZ, M., Smulek, W., Popielski, K., Klapiszewski, Ł., Kaczorek, E., & Jesionowski, T. Sustainable design of lignin-based spherical particles with the use of green surfactants and its application as sorbents in wastewater treatment. *Chemical Engineering Research and Design*, [en línea]. 2021, 172, 34–42. ISSN: 0263-8762 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.CHERD.2021.05.028>

TERNENGE, T., & Kashimana, F. Availability, Accessibility, and Use of Electronic Information Resources for Research by Students in Francis Sulemanu Idachaba Library University of Agriculture, Makurdi. *Library Philosophy and*

*Practice (e-Journal)*, [en línea]. 2021, vol. 2352. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/2352>

VAZ, D. A., Gudiña, E. J., Alameda, E. J., Teixeira, J. A., & Rodrigues, L. R. Performance of a biosurfactant produced by a *Bacillus subtilis* strain isolated from crude oil samples as compared to commercial chemical surfactants. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 89(1), [en línea]. 2012, 167–174. ISSN:0167-7322. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFB.2011.09.009>

VENTURA-LEÓN, J. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública* [en línea]. 2017, vol. 43. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022]. ISSN: 0864-3466. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21453378014>

VILLACRÉS Alvarez, M.-G., Calderón Tapia, C.-G., Cauja Moyón, L.-M., & Arcos Guamán, T.-M. (n.d.). *Resumen Abstract 37*. 2019. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022] Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles21Art5.pdf>

VIDAL, Viviana y ZORRILLA, Nicol. Efectos de un detergente aniónico con un detergente ecológico sobre los parámetros físico-químicos del agua del río Shullcas-Huancayo-2020 [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2020]. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10390/1/IV\\_FIN\\_107\\_TI\\_Vidal\\_Zorrilla\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10390/1/IV_FIN_107_TI_Vidal_Zorrilla_2020.pdf)

WU, H. Y., Shih, C. L., Lee, T., Chen, T. Y., Lin, L. C., Lin, K. Y., Chang, H. C., Chuang, I. C., Liou, S. Y., & Liao, P. C. Development and validation of an analytical procedure for quantitation of surfactants in dishwashing detergents using ultra-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Talanta*, [en línea]. 2019, 194, 778–785. ISSN: 0039-9140. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.TALANTA.2018.10.084>

WULANDARI, P. P., Adiwibowo, M. T., Redjeki, A. S., Ibadurrohman, M., & Slamet. Synthesis of eco-friendly detergent based on crude palm oil and titania nanoparticles. *Asian Journal of Chemistry*, [en línea]. 2019, 31(10), 2394–2396. ISSN: 09707077. Disponible en: <https://doi.org/10.14233/AJCHEM.2019.21984>

YANG, X., Cai, J., Chen, L., Cao, X., Liu, H., & Liu, M. Green detergent made of halloysite nanotubes. *Chemical Engineering Journal*, [en línea]. 2021, 425, 130623. ISSN: 1385-8947. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2021.130623>

YEA, D., Jo, S., & Lim, J. Synthesis of Amino Acid-based Anionic Surfactants from Coconut Oil and Characterization of Interfacial Properties. *Applied Chemistry for Engineering*, [en línea]. 2018, 29(5), 524–532. ISSN:1225-0112. Disponible en: <https://doi.org/10.14478/ACE.2018.1044>

YEA, D. N., Lee, Y. J., Park, K. H., & Lim, J. C. Synthesis of eco-friendly fatty acid based zwitterionic biosurfactants from coconut oil sources and characterization of their interfacial properties. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, [en línea]. 2021, 97, 287–298. ISSN:1226-086X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JIEC.2021.02.012>

ZHANG, Y., Zhu, B., Zheng, Y., & Huang, S. A rosin-based surfactant enabling cross-couplings of vinyl dibromides with sulfonamides in water. *Journal of Organometallic Chemistry*, [en línea]. 2022, 965–966, 122321. ISSN: 0022-328X Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JORGANCHEM.2022.122321>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i> para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Elaboración del detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i></b>	Un detergente ecológico o natural es un producto elaborado con recursos naturales, el cual no contiene aditivos químicos, por ello es un producto que contribuye con la conservación del ambiente (Bravo et al., 2022).	Se realizó el procedimiento de obtención de saponina para aplicar 3 dosis diferentes en la elaboración del detergente ecológico que se analizaron en el laboratorio para conocer sus parámetros.	Obtención de la saponina del <i>Chenopodium murale L.</i>	Extracto de la saponina de la planta Rendimiento Potencial de hidrógeno Conductividad eléctrica Potencial redox	ml % Acido/base $\mu\text{S/cm}$ mV
			Dosis de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i>	Volúmenes por dosis (5 ml, 10 ml, 15 ml) Temperatura Potencial de Hidrógeno Conductividad eléctrica Potencial redox Alcalinidad Saponificación Volumen de detergente ecológico Acidez	ml °C ácido/base $\mu\text{S/cm}$ mV mg/l CaCO <sub>3</sub> mgKOH/ml ml mgKOH/ml
<b>Disminución de surfactantes químicos en aguas grises</b>	Los surfactantes químicos se clasifican de acuerdo a la disociación que pueda ocurrir en el agua, por ello existen los iónicos, no iónicos, entre otros (Ramírez, S., 2019).	Se analizaron en el laboratorio las características fisicoquímicas del detergente obtenido, además de las aguas grises obtenidas después de su aplicación en el cual se comparó con un detergente convencional.	Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i>	Temperatura Potencial de Hidrógeno Conductividad eléctrica Potencial redox Densidad Viscosidad Espuma	°C ácido/base $\mu\text{S/cm}$ mV g/cm Centipoise ml
			Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de <i>Chenopodium murale L.</i> en el agua residual gris	Temperatura Potencial de hidrógeno Conductividad eléctrica Potencial redox Turbidez Oxígeno disuelto Demanda química de oxígeno Demanda bioquímica de oxígeno Sólidos totales Sólidos disueltos Sólidos suspendidos totales Sulfatos Fosfatos	°C ácido/base $\mu\text{S/cm}$ mV NTU mgO <sub>2</sub> /L mgO <sub>2</sub> /L mgO <sub>2</sub> /L mg/L mg/L mg/L mg/l mgPO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l



## Anexo 2: Instrumentos de validación

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>Ficha 01</b>	Obtención de la muestra de agua gris y de la especie <i>Chenopodium murale</i> L.		
Título	Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022		
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales		
Responsables	Centeno Fernández, Gabriela Melissa y Lozano Tamayo, Natalia Lila		
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto		
Lugar		Distrito	
Provincia		Departamento	
Obtención de la muestra del agua residual	Fecha:		
	Hora:		
	Lugar:		
	Coordenadas:		
	Cantidad:		
Obtención de la especie de <i>Chenopodium Murale</i> L.	Fecha:		
	Hora:		
	Lugar:		
	Coordenadas:		
	Método de extracción:		

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

  
**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Ficha 02</b>	Obtención de la saponina del <i>Chenopodium murale</i> L. para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos			
Título	Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022			
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Responsables	Centeno Fernández, Gabriela Melissa y Lozano Tamayo, Natalia Lila			
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			
Fecha:				
Extracto de saponina (ml)	Rendimiento	pH	Conductividad eléctrica	Potencial Redox

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275

Atentamente,  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
**LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA**  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111511



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Ficha 03</b>	Dosis de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises				
Título	Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022				
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Responsables	Centeno Fernández, Gabriela Melissa y Lozano Tamayo, Natalia Lila				
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto				
Fecha					
Volumen por dosis			Tiempo de saponificación (minutos)	Volumen del detergente ecológico (ml)	Tiempo de curado (horas)
5ml	10ml	15ml			

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275

Atentamente,  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111111



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Ficha 04</b>	Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. utilizado en aguas grises					
Título	Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale</i> L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022					
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
Responsables	Centeno Fernández, Gabriela Melissa y Lozano Tamayo, Natalia Lila					
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					
Fecha						
Densidad (ml/cm3)	Índice de espuma		pH	Viscosidad (Poise)	Saponificación	Acidez
	Altura total	Altura de la espuma				

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275

Atentamente,  
  
Jhán Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111111



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Ficha 05</b>	Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de <i>Chenopodium murale L.</i> en aguas grises	
Título	Detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i> para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Responsables	Centeno Fernández, Gabriela Melissa y Lozano Tamayo, Natalia Lila	
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	
Fecha		
	Parámetros	Después de utilizar el detergente ecológico a base de saponina de <i>Chenopodium murale L.</i>
	Temperatura (°C)	
	pH	
	Conductividad eléctrica (µS/cm)	
	Potencial redox (mV)	
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	
	DBO5 (mgO <sub>2</sub> /L)	
	Sólidos totales (mg/L)	
	Sólidos disueltos (mg/L)	
	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	
	Fosfatos (mg/L)	
	Sulfatos (mg/l)	
	Turbidez (NTU)	

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275

Atentamente,  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111011

## Anexo 3: Validación de instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la muestra de agua gris y de la especie *Chenopodium murale* L.**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 18 de junio de 2022

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

<b>90%</b>
------------

Lima, 18 de junio de 2022

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130257  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Dosis de saponina de *Chenopodium murale* L. para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------

Lima, 18 de junio de 2022

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130257  
 RENACRYT: P0078275



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale* L. utilizado en aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 18 de junio de 2022

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

<b>90%</b>
------------

Lima, 18 de junio de 2022

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130287  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
- I.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrologo ambiental**
- I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la muestra de agua gris y de la especie *Chenopodium murale L.***
- I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%
-----

Lima, 24 de junio de 2022

Atentamente,

  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrologo ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la saponina del *Chenopodium murale L.* para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------

Lima, 24 de junio de 2022

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrologo ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Dosis de saponina de *Chenopodium murale* L. para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 24 de junio de 2022

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez  
DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrologo ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale* L. utilizado en aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**

Lima, 24 de junio de 2022

Atentamente,

  
Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrologo ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 24 de junio de 2022

Atentamente,

  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguín Aranda, Luis Fermín**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la muestra de agua gris y de la especie *Chenopodium murale L.***  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>85%</b>
------------

Lima, 24 de junio de 2022

  
 LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111411



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguin Aranda, Luis Fermin**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Obtención de la saponina del *Chenopodium murale* L. para elaborar detergente ecológico sin surfactantes químicos**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

X

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 24 de junio de 2022

  
 LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguin Aranda, Luis Fermin**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Dosis de saponina de *Chenopodium murale* L. para la reducción de surfactantes químicos en las aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>85%</b>
------------

Lima, 24 de junio de 2022

  
**LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1111711**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguín Aranda, Luis Fermin**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físicas y químicas del detergente ecológico a base de saponina de *Chenopodium murale* L. utilizado en aguas grises**  
 I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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


### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

  
 LUIS FERMIN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 1114711

Lima, 24 de junio de 2022

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguín Aranda, Luis Fermin**  
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Propiedades físicas, químicas y gravimétricas después de utilizar la saponina de *Chenopodium murale L.* en aguas grises**

I.5. Autor(A) de Instrumento: **Centeno Fernández, Gabriela – Lozano Tamayo, Natalia**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 24 de junio de 2022

  
**LUIS FERMIN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111**

## Anexo 4: Evidencias del proceso experimental



a)



b)



c)



d)



e)



f)

- a) Recolección del *Chenopodium murale* L.
- b) Cantidad recolectada
- c) Pesaje del *Chenopodium murale* L.
- d) Selección de hojas, tallos y frutos
- e) Identificación de edades de la planta
- f) Obtención de la saponina mediante el filtro prensa



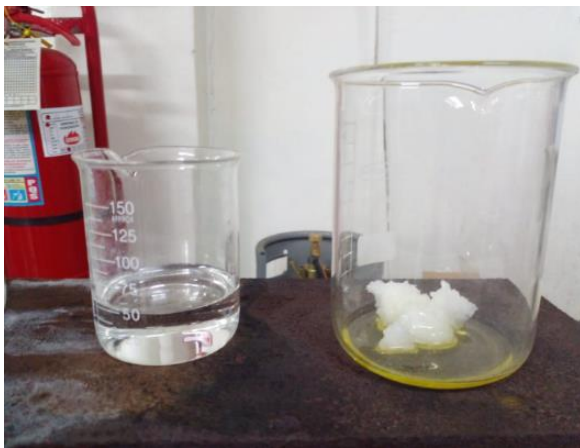
g)



h)



i)



j)



k)



l)



m)

- g) 40 ml de aceite de oliva
- h) 40 g de aceite de coco
- i) 10 gr de hidróxido de potasio
- j) Calentamiento de los insumos
- k) Mezcla de los insumos
- l) Almacenamiento del detergente ecológico
- m) Detergente ecológico

## Anexo 5: Certificados de los resultados obtenidos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Lozano Tamayo, Natalia Lila

Procedencia de muestra : Urb. 19 de Mayo Mz. E Lote 36 - Los Olivos - Lima

Recepción de muestra : Lima, 10 de Noviembre del 2022

### Características del agua residual gris

Código	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)	Turbidez NTU
ARG- DC	20.0	8.52	789	245.23	486
ARG - DE	20.0	7.54	525	212.32	285

Código	OD (mgO <sub>2</sub> /l)	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	DBO5 (mg/l)	ST (mg/l)	SD (mg/l)	SST (mg/l)
(ARG-DC)	0.813	1253.33	700	2357	1175	1182
(ARG-DE)	1.220	1100.00	651	1691	811	780

Código	Tramitancia %	Absorbancia	Constante K	Concentración (mgPO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l)
(mgPO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l) (ARG -DC)	64.45	0.19078	0.14938	1.2771
(mgPO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l) (ARG - DE)	86.23	0.06434	0.14938	0.4307

Código	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
PFQ - DC	22.1	8.47	352	240.12
PFQ - DE	22.1	8.12	454	213.34

PFQ – DC: Parámetros físicos químico – detergente convencional – ecológico

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno(acido/base)	Conductividad eléctrica(mS/cm)	Potencial redox(mV)
ECHM	20.1	6.58	4.99	125.5

ECHM: Extracto de *Chenopodium murale* L

Métodos: Potenciometría, Gravimétrico, Winkler, Espectrofotometría UV/V

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

### Laboratorio de Espectrometría

Código	Peso del picnómetro (g)	Peso del picnómetro + AD (g)	Peso del picnómetro + DET (g)	Volumen del picnómetro (ml)	Densidad de los detergentes (g/cm)
D -DC	52.77	162.42	165.98	100	1.1321
D - DE	52.77	162.42	165.24	100	1.1247

Código	Viscosidad del agua (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad de los detergentes (g/cm)	Tiempo en pasar (minutos)	Viscosidad cP (Centipoise)
V -DC	1000	1.1321	25	1.286
V - DE	1000	1.1247	21	1.1247

Código	Volumen de la espuma + agua (ml)	Volumen del agua (ml)	Volumen de espuma (ml)
VE -DC	86.5	85	1.5
VE - DE	86.3	85	1.2

Métodos: Picnómetro, Ostwald, Agentes tensoactivos.

Lima, 17 de Noviembre del 2022

  
MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Lozano Tamayo, Natalia Lila

Procedencia de muestra : Urb. 19 de Mayo Mz. E Lote 36 - Los Olivos - Lima

Recepción de muestra : Lima, 10 de Noviembre del 2022

## Análisis del detergente ecológico en tres Dosis

Dosis 1	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
DE1 (D5 – 250)	20.0	9.45	251	268.23
DE2 (D5 – 250)	20.0	9.41	249	254.11
DE3 (D5 – 250)	20.0	9.40	239	246.24
DE4 (D5 – 250)	20.0	9.43	246	248.42
DE5 (D5 – 250)	20.0	9.44	247	251.41

Dosis 2	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
DE1 (D10 – 250)	22.5	8.69	212	249.23
DE2 (D10 – 250)	22.5	8.58	210	240.15
DE3 (D10 – 250)	22.5	8.60	209	241.12
DE4 (D10 – 250)	22.5	8.65	211	246.32
DE5 (D10 – 250)	22.5	8.64	212	247.21

Dosis 3	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mV)
DE1 (D15 – 250)	22.0	8.48	202	225.11
DE2 (D15 – 250)	22.0	8.45	201	222.21
DE3 (D15 – 250)	22.0	8.41	239	219.51
DE4 (D15 – 250)	22.0	8.46	203	226.34
DE5 (D15 – 250)	22.0	8.47	204	224.23

Método Potenciométrico

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica  
Laboratorio de Espectrometría

#### Análisis de Alcalinidad de las dosis del Detergente Ecológico

Dosis 1	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Dosis 2	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Dosis 3	Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )
DE1 (D5 – 250)	26.166	DE1 (D10 – 250)	34.692	DE1 (D15 – 250)	36.358
DE2 (D5 – 250)	26.264	DE2 (D10 – 250)	34.888	DE2 (D15 – 250)	36.260
DE3 (D5 – 250)	26.068	DE3 (D10 – 250)	34.986	DE3 (D15 – 250)	36.750
DE4 (D5 – 250)	25.970	DE4 (D10 – 250)	34.790	DE4 (D15 – 250)	36.946
DE5 (D5 – 250)	26.362	DE5 (D10 – 250)	34.594	DE5 (D15 – 250)	36.848

DE1 (D5 – 250): Detergente ecológico (Dosis – Volumen)

#### Análisis de Saponificación del Detergente Ecológico

Dosis 1	Saponificación (mgKOH/ml)	Dosis 2	Saponificación (mgKOH/ml)
DE1 (D5 – 250)	3.967	DE1 (D10 – 250)	4.823
DE2 (D5 – 250)	3.739	DE2 (D10 – 250)	4.812
DE3 (D5 – 250)	3.731	DE3 (D10 – 250)	4.807
DE4 (D5 – 250)	3.721	DE4 (D10 – 250)	4.802
DE5 (D5 – 250)	3.725	DE5 (D10 – 250)	4.817

Dosis 3	Saponificación (mgKOH/ml)
DE1 (D15 – 250)	5.151
DE2 (D15 – 250)	5.137
DE3 (D15 – 250)	5.131
DE4 (D15 – 250)	5.126
DE5 (D15 – 250)	5.123

Método: de álcali fuerte - neutralización

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de acidez del Detergente Ecológico

Dosis 1	Acidez (mgKOH/ml)
DE1 (D5 – 250)	1.198
DE2 (D5 – 250)	1.204
DE3 (D5 – 250)	1.201
DE4 (D5 – 250)	1.207
DE5 (D5 – 250)	1.209

Dosis 2	Acidez (mgKOH/ml)	Dosis 3	Acidez (mgKOH/ml)
DE1 (D10 – 250)	1.300	DE1 (D15 – 250)	1.414
DE2 (D10 – 250)	1.303	DE2 (D15 – 250)	1.419
DE3 (D10 – 250)	1.306	DE3 (D15 – 250)	1.425
DE4 (D10 – 250)	1.309	DE4 (D15 – 250)	1.428
DE5 (D10 – 250)	1.312	DE5 (D15 – 250)	1.431

Método: del hidróxido de Potasio – indicador fenolftaleína.

Lima, 20 de Noviembre del 2022



MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

## Anexo 6: Constancia de identificación taxonómica



Núcleo de investigación, desarrollo científico y tecnológico  
Laboratorio de Biología Aplicada

### CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN TAXÓNOMICA

El suscrito gerente general de la empresa NINDECYT E.I.R.L., certifica que las señoritas: **Natalia Lila Lozano Tamayo**, identificada con D.N.I 72437408; y **Gabriela Melissa Centeno Fernández**, identificada con D.N.I. 71693621; solicitaron el servicio de identificación taxonómica para un trabajo de tesis titulado:

*Detergente ecológico a base de saponina de Chenopodium murale para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima – 2022.*

La muestra botánica contiene la siguiente información:

**Nombre común reportado:** "Quinua silvestre"

**Lugar de colecta:** Asociación Popular Villa Mar del distrito de Ancón

**Altura sobre el nivel del mar:** no reporta

**Fecha de colecta:** 23 de septiembre de 2022


Después de la revisión de las características morfológicas del ejemplar por la responsable del Laboratorio de Biología Aplicada, Camila de la Cruz Leytón, se comparó con bibliografía taxonómica perteneciente a la familia botánica y con muestras de exsiccatas del laboratorio, la muestra corresponde a la especie:

*Chenopodium murale* L.

Se expide la presente constancia a solicitud de las interesadas, para efectos de investigación científica.



Los Olivos, 01 de octubre de 2022

  
Mg. CÉSAR LOZANO LÉVANO  
Gerente General  
Nindecyt E.I.R.L



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Detergente ecológico a base de saponina de Chenopodium murale L. para la disminución de surfactantes químicos en aguas grises, Lima - 2022", cuyos autores son LOZANO TAMAYO NATALIA LILA, CENTENO FERNANDEZ GABRIELA MELISSA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 29 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 42922258 <b>ORCID:</b> 0000-0002-8683-5054	Firmado electrónicamente por: CCASTANEDAOL el 19-12-2022 14:45:20

Código documento Trilce: TRI - 0461759