



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto del tiempo de maceración y la concentración de etanol en la extracción de Saponina del bulbo fresco de palma (*Gladiolus communis*)”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Flores Cruzado, Oswaldo (ORCID: 0000-0001-8579-6105)

ASESOR:

Mg. Villacorta González, Misael Ydilbrando (ORCID: 0000-0002-5346-4824)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Trujillo - Perú

2020

Dedicatoria

El presente trabajo dedico a Dios por guiar mi camino, a mis padres por el gran apoyo y motor en mi vida, a mis hermanos, por su comprensión, apoyo moral en mi vida profesional y su apoyo incondicional.

A mi asesor, por brindarme sus conocimientos y paciencia durante el desarrollo de mi investigación.

A toda mi familia y amigos por las palabras de aliento para la culminación del presente proyecto y quienes estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos.

Agradecimiento

Expresar el más sincero agradecimiento a Dios por guiar mi camino, por bendecirme la vida y por ser la fortaleza en aquellos momentos de debilidad y dificultad.

Así mismo, gracias a mis padres: Flores Monzón, Oswaldo Aquilino y Cruzado Campos, Austraberta, por ser los promotores de mis sueños, por creer y confiar en mi expectativa, por los principios consejos y valores que siempre me han inculcado.

Agradecer, en especial al Mg. Villacorta González, Misael Ydilbrando, por el trabajo que hace como asesor, Así mismo agradecer al Ing. Carol Mendoza responsable del Laboratorio de Química de la Universidad César Vallejo de Trujillo, por su apoyo brindado a lo largo del desarrollo del presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería ambiental de la Universidad César Vallejo, por el apoyo durante toda mi formación académica brindándome sus conocimientos y experiencias para ser un mejor ciudadano y profesional.

Declaratoria de autenticidad

Yo Oswaldo Flores Cruzado, identificado con DNI N° 73096475, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideras en el Reglamento de Gados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 19 de julio del 2020.



Flores Cruzado, Oswaldo
DNI: 73096475

Índice

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Página del jurado..... | iv |
| Declaratoria de autenticidad..... | v |
| Índice..... | vi |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MÉTODO..... | 11 |
| 2.1. Tipo y diseño de investigación..... | 11 |
| 2.2. Esquema experimental..... | 12 |
| 2.3. Variables y operacionalización..... | 13 |
| 2.4. Población, muestra y muestreo..... | 14 |
| 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 14 |
| 2.6. Procedimiento..... | 15 |
| 2.7. Método de Análisis de Datos..... | 17 |
| 2.8. Aspectos Éticos..... | 17 |
| III. RESULTADOS..... | 18 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 22 |
| V. CONCLUSIONES..... | 23 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 24 |
| REFERENCIAS..... | 25 |
| ANEXOS..... | 27 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Lecturas instrumentales de la de absorbancia de muestras de Saponina y concentraciones nominales y reales. | 27 |
| Tabla 2. Dilución de Saponina y curva de calibración | 29 |
| Tabla 3. Lecturas instrumentales de la de absorbancia de muestras de Saponina y concentraciones nominales y reales. | 30 |
| Tabla 4. Resultados de la concentración de Saponina extraída en el tiempo y el grado alcohólico. | 31 |
| Tabla 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk..... | 32 |
| Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas de error de levene | 32 |
| Tabla 7. Resultados de ANOVA unifactorial, Pruebas de efectos inter-sujetos | 33 |
| Tabla 8. Comparaciones múltiples de HSD de TUKEY de la variable tiempo en el porcentaje de extracción de Saponina. | 34 |
| Tabla 9. Sub conjuntos homogéneos HSD Tukey para la variable tiempo | 35 |
| Tabla 10. Comparaciones múltiples de HSD de TUKEY de la variable Concentración alcohólica (% vol.) en el porcentaje de extracción de Saponina. | 35 |
| Tabla 11. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey ^{a,b} variable Concentración alcohólica (% vol.)*Concentración de Saponina (ppm) | 37 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Curva de calibración de la Saponina, ecuación 1: $Abs = 0.0645 * C$ | 30 |
| Figura 2. Gráfico de perfiles Concentración de Saponina vs tiempo de maceración*concentración alcohólica. | 38 |
| Figura 3. Planta de palma <i>Gladiolus communis</i> | 39 |
| Figura 4. Cormo de la planta de palma..... | 39 |
| Figura 5. Molienda de Cormos de la planta de palma <i>Gladiolus communis</i> | 39 |
| Figura 6. Proceso de pelado y selección de Cormos de la planta de palma <i>Gladiolus communis</i> | 39 |
| Figura 7. Preparando las concentraciones de etanol para la maceración y extracción de Saponinas. | 39 |
| Figura 8. Pesado del corno molido de la planta de palma <i>Gladiolus communis</i> | 39 |
| Figura 9. Cormos molidos y pesados listos para maceración..... | 39 |
| Figura 10. Proceso de maceración la maceración y extracción de Saponinas..... | 39 |
| Figura 11. Reactivo Liebermann-Buchard | 39 |
| Figura 12. Soluciones de Saponina con reactivo Liebermann-Buchard listas para ser medidas en el espectrofotómetro. | 39 |
| Figura 13. Medición de Saponinas en el espectrofotómetro en el espectrofotómetro..... | 39 |

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto del tiempo de maceración y la concentración de etanol sobre la extracción de Saponina del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*), para ello se usó un diseño experimental, donde se manipuló dos variables: el tiempo de maceración y concentración de etanol. Los datos recolectados fueron analizados mediante los métodos paramétricos ANOVA y HSD Tukey. Encontrándose que el tiempo de maceración y la concentración de etanol tienen un efecto positivo en la extracción de Saponina del bulbo fresco de la planta *Gladiolus communis*, mostradas en los perfiles de concentración de Saponina vs tiempo de maceración*concentración de etanol, según los resultados obtenidos del estadístico de Tuckey. Concluyendo que el tiempo de maceración y la concentración de etanol tienen un efecto significativo en la extracción de Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*, logrando obtener la mayor concentración de Saponina en un tiempo de maceración de 72 horas y empleando una concentración alcohólica al 70% llegándose a extraer hasta 560,62 ppm de Saponina.

Palabras clave: extracción, Saponina, concentración alcohólica.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of the maceration time and the concentration of ethanol on the extraction of saponin from the fresh bulb of Palma (*Gladiolus communis*), for this an experimental design was used, where two variables were manipulated: maceration time and the concentration of ethanol. The data collected were analyzed using the ANOVA and HSD Tukey parametric methods. Finding that the maceration time and the ethanol concentration have a positive effect on the saponin extraction from the fresh bulb of the *Gladiolus communis* plant, shown in the saponin concentration profiles vs maceration time * ethanol concentration, according to the results obtained of the Tuckey statistician. Concluding that the maceration time and the concentration of ethanol have a significant effect on the extraction of saponin from the ground bulb of the *Gladiolus communis* plant, achieving the highest concentration of saponin in a maceration time of 72 hours and using an alcoholic concentration at 70% reaching up to 560.62 ppm of saponin.

Keywords: extraction, saponin, alcohol concentration.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el incremento de las necesidades de limpieza en las familias y en la población mundial ha provocado grandes contaminaciones ambientales debido al mal proceso y uso de insumos químicos y cada vez con mayor incremento de uso. El problema viene cuando al buscar incrementar la disminución de los químicos inorgánicos afecta la a salud de las personas; es así que actualmente vemos una gran cantidad de productos con altos contenidos químicos.

Los productos químicos abundan, incluso en el área de la higiene personal como en los jabones, shampoos y detergentes. Estos nos traen a largo plazo consecuencias en la salud, pues la mayoría de químicos empleados pueden perjudicar a las personas a través de alergias e irritaciones; pero no solo ocurre esto, sino que además durante el proceso productivo se generan desechos que contaminan el medio ambiente, pues el uso de químicos siempre genera sub-productos indeseables.

Hemos dejado de lado lo natural, muchas veces por falta de conocimiento; sin embargo, de productos naturales podemos obtener compuestos que normalmente son elaborados artificialmente; tal es el caso del bulbo la planta de Palma (*Gladiolus communis*), el cual contiene Saponina, un glucósido con propiedades muy semejantes a la del jabón y el detergente, y que por su abundancia en muchas zonas rurales, como el distrito de Chugay, es usado de manera directa como reemplazo de estos productos, pudiendo obtenerse mejores beneficios si se lograra extraer eficientemente la Saponina de la planta de Palma (*Gladiolus communis*).

La investigación tubo como finalidad la extracción de Saponina del bulbo fresco de la planta de Palma (*Gladiolus communis*), ya que esta puede ser utilizada en productos de limpieza como detergentes, jabones, etc. y así reducir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de las familias así mismo aliviar los gastos económicos y tener una vida saludable como producto natural.

Según **Lozano et al. (2012)** en su trabajo de investigación propuso la “Cuantificación de Saponinas en residuos de quinua real *chenopodium quinoa*”, teniendo como objetivo cuantificar el efecto de las Saponinas presente en los residuos generados por las empresas exportadoras de quinua aplicando tres métodos de detección distintos, logrando el objetivo por los tres métodos y determinando además que el método más fiable fue el de

cromatografía HPLC por encima de los de Espuma y Espectrofotometría; no obstante todos los métodos obtuvieron resultados con valores mayores de 99.9 en la regresión lineal.

Por otro lado **Pérez & Quitián (2009)** en su estudio de “Evaluación de métodos de extracción de Saponinas de los residuos del beneficio de fique”, tuvieron como objetivo principal evaluar dos métodos de extracción de las Saponinas presentes en el bagazo del fique, buscando un aprovechamiento industrial. Tras la evaluación concluyeron que el método más idóneo fue el Ultrasonido Solvente, donde se empleó una mezcla metanol-agua como extractante al 35% en un tiempo de operación de dos horas 24, por lo que es una alternativa eficiente tanto en rendimiento y en tiempo.

Asimismo **Hernández et al. (2005)** en la investigación titulada “Extracción y cuantificación indirecta de las Saponinas de *agave lechuguilla*”, buscaron determinar un método adecuado para la extracción de Saponina, utilizando solventes como metanol y etanol, logrando identificar que existen dos factores importantes en el rendimiento de la extracción que son la temperatura y el número de lote, dejando reposar las mezclas por 20 horas, así mismo elaboraron una curva de calibración con Saponina triterpénica Quillaja obteniendo como resultado $R= 0.9827$.

Según **Mastrogiovanni (2012)** en su estudio “Purificación, caracterización primaria y extracción de Saponinas de *Quillaja brasiliensis*”, se planteó el objetivo de aportar sobre la caracterización estructural de Saponinas, logrando dicho objetivo mediante un método de extracción en fase sólida, se fraccionó el extracto de Saponinas por distintos métodos de cromatografía líquida de alta presión es decir por espectrofotometría de masas, así mismo en cromatografía en capa fina, logrando obtener distintas partes con diferente contenido en Saponinas determinando así presencia de un ácido quillájico como la aglicona, unidas a los trisacáridos D-Galactopiranosil – β - (1 - 2) - [D – xilopiranosil – β -(1-3) – D-glucuronopiranosilo mediante un enlace acetal al hidroxilo en posición 3 de la aglicona.

La investigación realizada por **Gunsha (2013)** en su tesis “Elaboración de un emulsionante cosmético a base de las Saponinas del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinua*) en ERPE”, teniendo como objetivo evaluar la presencia de Saponinas presentes en el agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*), mediante una medición de parámetros físicos como prueba de la espuma, llegando a la conclusión que las diferentes Saponinas extraídas del agua de lavado de *Chenopodium quinua* tienen capacidad emulsionante para la

formulación de emulsiones, no presentan carga por lo que se consideran como emulsionantes no iónicos, son de naturaleza oleoacuosa, tienen un pH 7 y además son útiles para la elaboración de productos cosméticos.

Según **Mena et al. (2015)**, en su artículo “Determinación de Saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria l.* (jaboncillo)”, determinó cualitativa y cuantitativamente Saponinas de frutos, semillas y tallo de *Sapindus saponaria L.*, así encontrar presencia de diferentes metabolitos secundarios de mencionada planta. Llegando a la conclusión de que los extractos en fresco contienen diferentes metabolitos secundarios para el provecho de uso farmacológico. También las más altas concentraciones de Saponinas se encuentran en el fruto, por ende, las proteínas y carbohidratos se encuentran en los tres extractos en fresco de la planta a menores concentraciones.

Según **Revoredo (2013)**, en su trabajo titulado “Saponinas y aislados proteicos a partir de las quinuas amargas: uso en cosmética y como ingredientes alimentarios”, tuvo como objetivo proponer un valor a especies de quinuas amargas que a partir de ellas se extrae Saponinas así como también aislados proteicos, haciendo un análisis de sus propiedades físicoquímicas y funcionales para aprobar su empleo como ingredientes en una de las industrias en este caso la cosmética, llegando a diseñar una técnica de extracción de Saponinas controlando algunas variables como: cantidad de extracciones, los tipos de solventes, la velocidad de agitación, tiempos y temperaturas de los proceso, así mismo, el extracto en crudo de Saponinas se somete a un proceso optimizado de purificación y separación que se incluye métodos químicos y físicos. También, se seleccionó los extractos crudos de quinuas amargas, que presentan altos contenidos de Saponinas, de 35 al 39%, siendo la variedad Markjo la de mayor concentración continuada por la especie *Amarilla maranganí* y *Amarilla sacaca* respectivamente.

También menciona **Valencia et al, (2005)**, en su trabajo titulado “Extracción, identificación y evaluación de Saponinas en *Agaricus bisporus*”, tuvo como objetivo la identificación, la evaluación y extracción de Saponinas en *Agaricus bisporus*, llegando a las siguientes conclusiones: comprobando así la presencia de Saponinas en *Agaricus bisporus* por tres reacciones de coloración diferente. En *A. bisporus* las Saponinas presentes, tienen un Índice Afrosimétrico de 200; además sobre los eritrocitos no se muestran una acción tóxica,

entonces cabe mencionar que la acción hemolítica no tiene acción tóxica tanto *in vivo* como *in vitro*.

Según **Tomás Ch. (2010)**, en su trabajo “Extracción y clasificación de la Saponina del *sapindus saponaria l.*, boliche”, se planteó como objetivo comparar los resultados finales de dos métodos diferentes, en un método, con cloroformo para lavar la muestra y posteriormente obtener Saponina, en cambio el otro método se realiza la extracción de la Saponina directamente con etanol de 70%. Llegó a la conclusión de que las Saponinas de la muestra de *Sapindus Saponaria L.* utilizadas son del tipo triterpénicas. El método de mayor rendimiento es el primero, en el cual se realiza un desengrase previo con cloroformo. Es preferible secar la muestra ya que el fruto cuando no está seco es muy gomoso.

Y finalmente **Figuroa y Díaz (2016)**, en su estudio titulado “Obtención de Saponina del cormo de gladiolo (*Gladiolus communis Linnaeus*) mediante extracción por solventes orgánicos”, tuvieron como objetivo principal seleccionar el método adecuado para obtener Saponina a partir del cormo del gladiolo por extracción con solventes orgánicos, llegando a la conclusión de que la concentración de etanol en la maceración es una variable muy importante al igual que la velocidad de agitación durante el procedimiento de extracción, la mayor concentración se obtuvo en las condiciones de concentración de etanol al 70% y a una velocidad de agitación de 400 rpm obteniéndose 0,8515g de producto final al 40% en concentración.

En las características taxonómicas los gladiolos como planta herbácea con un bulbo subterráneo inferior y otro superior del que nacen las hojas y los tallos fértiles. Su nombre deriva del latín *gladius* que significa “espada” o “espadilla”, debido a la forma de sus hojas que se asemeja a una espada corta, taxonómicamente, pertenece al género *Gladiolus* por lo que comparte características comunes de este como el hecho de ser bulbosas, de tallo regularmente elevado entre 50 a 90 cm, hojas planas, estrechas y ensiformes, inflorescencia en espigas unilaterales, de flores irregulares y fruto oval u oblongo Las flores son grandes de unos 3-4 cm de largo, de color púrpura; tienen seis tépalos desiguales y libres entre ellos. (Segura y Torres, 2009).

En la antigüedad La raíz era aplicada como cataplasma combinada con vino e incienso, esto era útil para sacar las espinas y aguijones en caso de picaduras. Además al combinarse con harina de cizaña y con hidromiel lograba reducir el problema de los lamparones, una

enfermedad que consiste en la inflamación de los ganglios y vasos linfáticos. Incluso las raíces de esta planta eran hervidas y amasadas para volver más agradable el sabor del pan y a su vez hacerlo más pesado. (Segura y Torres, 2009). El origen de la planta del gladiolo se dice que es oriundo de la cuenca mediterránea y de África austral. Así mismo desde épocas de los griegos y de los romanos ya se cultivaba. Los cultivos hortícolas del *Gladiolus communis*, se han conseguido a inicios del siglo XIX por los cruzamientos de varias variedades botánicas, porque muestran una gran variedad de tamaños, formas de flores, colores y tiempos de floración. Alcanza las 180 especies nativas de Madagascar, Europa, África, oeste de Asia, y Arabia donde los gladiolos crecen naturalmente; no obstante la mayoría de los gladiolos son de origen africano. (Ecured, 2014)

Los requerimientos edafoclimáticos del gladiolo es que debe de tener una temperatura del suelo entre 10 a 12°C, ya que las temperaturas superiores a 30°C pueden perjudicar a la planta. Con respecto a las temperaturas óptimas para el cultivo y desarrollo de esta planta es de 10°C a 15°C por la noche, ya que por el día no debe de estar en un rango de 20°C a 25°C. por ende la formación del tallo floral es desde una temperatura de 12°C hasta los 22°C. La diferencia floral mayormente se origina después de la plantación de los cormos pasado las 4 - 8 semanas; la duración varía en función de las temperaturas más no por la luz. Normalmente, los nacimientos de los tallos es más rápido a temperaturas menores a 10°C, caso contrario se detiene a partir de 20°C. La T °C mínima biológica (cero de vegetación) es de 5 a 6°C. (Ecured, 2014); los gladiolos en cuanto a iluminación es una planta que florece generalmente en fotoperiodismo de día largo es decir cuando los días son mayores de 12 horas, también de dice que es una planta amante del sol o heliófila por los que requiere de mucha luminosidad. Por ende cuando hay ausencia de luz, las plantas se quedan sin florecer y se quedan ciegas, entonces para evitar este problema se tiene que aportar luz artificial al vivero. (Ecured, 2014); el gladiolo es una planta que exige muy poco en suelos, pero es preferible sembrar en los suelos arenosos con pequeñas cantidades de abonos, si se tiene contenidos de arcilla no pasará a mayores siempre y cuando se tenga un buen drenaje para evitar enfermedades y encharcamientos. El pH requerido está entre 6 y 7.

El bulbo o también llamado cormo es un órgano subterráneo, es como un tubérculo duro, está cubierto de escamas o pequeñas capas formadas de los desechos de las bases de hojas de la planta en que se ha formado durante su crecimiento. Botánicamente es un bulbo caulinar, señalar, que es producido por el tallo, sin embargo debido a su forma recibe también

el nombre de bulbo macizo o tuberibulbo, los cormos están desarrollados por su gran mayoría por hojas carnosas y engrosadas insertas en un tallo plano a la vez corto, denominado disco. El bulbo está almacenado de sustancias de reserva, mayormente es almidón. (Verdeguer, 1981).

En cuanto a su tamaño los bulbos se diferencian en su circunferencia máxima o por la longitud de su perímetro, dando parte con este criterio a los varios diámetros. Los tamaños más empleados para la obtención de planta de Palma (*Gladiulus Communis*) de gladiolo para flor cortada son: bulbos de perímetro comprendido entre 8 y 14 cm. Dentro de una igual variedad los bulbos de más tamaño nacen previamente y dan lugar a plantas más fornidas y de hojas más largas y anchas. Evidentemente, los bulbos con tamaños mayores tienen un precio más alto. (Verdeguer, 1981), una vez recogidos van disminuyendo su peso desde el momento de sacarlos hasta el momento de la plantación. La disminución depende esencialmente del manejo, almacenamiento y secado a que son sometidos. También hay que decir entre una misma variedad como también para cada tamaño, los pesos de los cormos por sí podrían dar una idea de su buena calidad, puesto a que las reservas que posee son mayores, así mismo los bulbos de peso bajo suponen un manejo incorrecto de los cormos. (Verdeguer, 1981), en particular los bulbos de alta calidad destacan por que presentan mayor altura. Así mismo igualdad de pesos, a la vez los de más altura nacen mejor. Las reutilizaciones continuas hacen que los bulbos que se obtienen vayan incrementando su tamaño y vayan tomando forma de disco. (Verdeguer, 1981), las características de su color se determinan generalmente cuando hay que quitar las capas exteriores. Los bulbos según su diversidad tienen su color propio que facilita la caracterización de ésta. Se dice que: Los bulbos de las diversidades de flor roja tienen colores rojizos, más o menos intensos y los bulbos de las diversidades de flor rosa y salmón tienen diferentes colores, abundando más las coloraciones. (Verdeguer, 1981).

El gladiolo contiene Saponina que etimológicamente proviene del latín sapo, que significa jabón. Estructuralmente las Saponinas son compuestos orgánicos que contienen uno o varios azúcares y que al agitarse en agua producen abundante espuma. Durante mucho tiempo no se conocía el papel que jugaba este compuesto en el desarrollo de las plantas, a pesar de haberse encontrado en gran variedad de estas; actualmente se ha descubierto que cumplen un rol en la defensa de la planta, regulan el crecimiento y presentan propiedades alelopáticas. (Romo, 2006), son moléculas pertenecientes al grupo de los glucósidos, específicamente a

los derivados de esteroides y triterpenoides; son amorfos, color acre, coloidales y muy hidrosolubles, producen espuma cuando se agita la solución acuosa y reducen su tensión superficial, además son excelentes agentes emulsionantes. (Remington, Gennaro y Belluci, 2003). Anteriormente se usaba el polvo de Saponina como detergente, siendo un efectivo reemplazo del jabón; en el Perú actualmente esta práctica se sigue empleando en algunos pueblos, especialmente en áreas rurales.

Las Saponinas se clasifican depende de la estructura de su grupo aglicón; según este pueden ser esteroides (neutras) o triterpenoides (ácidas). Las primeras no presentan una distribución tan amplia en la naturaleza y abundan generalmente en las plantas monocotiledóneas como las palmeras, juncos, orquídeas, lirios, bambués. Las segundas, por el contrario, son más abundantes y se encuentran generalmente en las dicotiledóneas. (Anaya, 2003)

Para extraer Saponinas de la planta de Palma, de acuerdo a antecedentes bibliográficos se evaluará en un solvente (etanol) a distintos grados y se determinará la concentración extraída en medio alcohólico, para la minimización de la técnica de extracción se utilizó gramos de bulbo fresco de Palma (*Gladiulus communis*) que fueron extraídas del distrito de Chugay, se tomó como blanco agua destilada y como parámetros de extracción: los tiempos de maceración 24 h, 48 h y 72 h a temperatura ambiente; 250 gramos de bulbo fresco de palma constante, agitación a 400 rpm por 10 c/u, el proceso de extracción (maceración) se dará en ausencia de luz, relación porcentual de solvente EtOH/H₂O y relación masa de bulbo fresco de Palma/volumen de solvente.

Para la determinación de la concentración de Saponinas con los diferentes grados alcohólicos de etanol como solvente se trabajó con una longitud de onda de $\lambda=528$ nm, la determinación de Saponinas en los bulbos frescos de Palma se realizó por el método espectrofotometría UV/VIS, la curva estándar promedio de Saponinas fue determinada mediante Saponina comercial. La curva de calibración toma en cuenta la detención de color de las muestras en la determinación del blanco para cada determinación con el reactivo Lieberman-Burchard para formar productos coloridos empleándose como blanco al reactivo de Lieberman-Burchard puro. Previamente a esto se elaboró una curva de calibración para el espectrofotómetro utilizando Saponina grado reactivo a diferentes concentraciones, en la que se puede comprobar el comportamiento lineal de la relación entre absorbancia y concentración de Saponina cumpliendo la Ley de LAMBERT-BEER.

Según la Hoja de Seguridad del Etanol de la Universidad Nacional Autónoma de México; este está compuesto en un 52,24% de Carbono, 13,13% de Hidrógeno y 34,73% de Oxígeno, cuya fórmula molecular es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Entre sus propiedades organolépticas se encuentran que es incoloro y está en estado líquido, con características de olor únicas también tiene un sabor picante. Se le diferencia también por el nombre de alcohol etílico. Se dice que en su estado gaseoso los gases son pesados incluso más que el aire. Mayormente se obtiene, al tratar ácido sulfúrico al 100% con etileno para posteriormente pasar por hidrólisis. Pocas opciones de síntesis son: de manera natural, mediante la fermentación, a través de levaduras obtenidas a partir de frutas, maíz, caña de azúcar, sorgo, cebada, papas y arroz, etc. También puede ser obtenido por hidratación directa de etileno en presencia de ácido fosfórico a presiones y temperaturas altas.

El etanol es un producto fuertemente inflamable y con vapores altamente volátiles incluso a temperatura ambiente; que estos últimos pueden estallar si se abre fuego en un área cerrada a su vez generan reacciones peligrosas con el aire presente. En general no es un compuesto altamente peligroso, no obstante, la exposición prolongada puede provocar efectos negativos en las personas; su inhalación y/o ingesta excesiva produce ligeras irritaciones en el tracto respiratorio superior y los ojos, náuseas, vómitos, dolores de cabeza e incluso cambios del estado anímico. Este compuesto por ende debe ser manipulado obligatoriamente con bata y lentes de seguridad, los guantes solo son necesarios en caso de uso muy prolongado. (UNAM, 2016)

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo del Consejo de Salud Ocupacional de Costa Rica plasma algunas de las aplicaciones más comunes del etanol, entre las cuales encontramos su utilización como anticongelante, aditivo alimentario y medio de crecimiento de levaduras. Asimismo, es el elemento principal de numerosos productos como el éter etílico, el cloroetano y el acetaldehído. Una de sus propiedades más importantes es la capacidad de disolver sustancias orgánicas, por ello se le emplea en la extracción de moléculas orgánicas a partir de materia prima pulverizada mediante un proceso de lixiviación. Esta propiedad le da un uso también como disolvente en los procesos de síntesis de plásticos, lacas, fármacos, barnices, perfumes, cosméticos, etc.

Los Surfactantes o agentes Tensoactivos en su actividad superficial se extraen de su combinación anfipáticas, debido a que las moléculas contienen pequeñas fracciones solubles e insolubles en agua. Porque la hidrófoba (cadena no polar) extiende a reunir en la

interconexión agua – aire o en el centro de micelas, la solución solubilidad en agua de los tensoactivos disminuyen la tensión superficial esto se debe a la parte hidrófila (grupo polar), por tanto los tensoactivos forman agregados o micelas; esta capacidad confiere ciertas propiedades, tales como la formación de espuma, de dispersión, y la capacidad de actuar como un detergente, haciendo tensoactivos compuestos químicos muy versátiles. (Bustamante et al, 2012)

Por otro lado, los biosurfactantes la gran complejidad de moléculas procedentes de las plantas, hongos y bacterias tiene propiedades surfactantes; son particularmente determinados en biomoléculas que son originados por ciertas variedades de hongos, bacterias y plantas. Las características importantes de los biosurfactantes son porque son amigables con ambiente, porque son biodegradables, tienen menos toxicidad a diferencia de los tensoactivos sintéticos, que cumplen una función determinada, a la vez presentan eficacia a valores de pH, temperaturas extremas y conductividad que son seguros ecológicamente. Los derivados de plantas como son los biosurfactantes, existen distintas variedades de moléculas, pero los más comunes son las proteínas de soja, lecitina, ciclodextrinas, Saponinas y una categoría conocida como sustancias tipo húmicas. (Ram, 2015).

Los productos elaborados a base de Saponinas en realidad la gran parte de las Saponinas naturales son utilizadas para la industria cosmética, pero la consultora internacional Rosario Pajuelo de la Unión Europea (UE) especialista en biodiversidad peruana, reveló que la Saponina además de proteger a las plantas de plagas, sirve para la elaboración de detergentes, champús y jabones, por su alta contenido de espuma. Así mismo Pajuelo comenta que cada vez más empresas desarrollan más ingredientes basadas en fuentes naturales, crece la necesidad de asegurar su suministro de forma sostenible. Los grandes grupos del mundo de la cosmética replantean sus estrategias con conceptos de química verde, de recursos naturales y sostenibilidad que tienden a minimizar el impacto ambiental. (Rios, 2017).

Este trabajo tuvo con problema: ¿Cuál es el efecto del tiempo de maceración y la concentración de etanol en la extracción de Saponina del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*)?

Asimismo el presente estudio aportará las bases para futuras investigaciones, pues a pesar de que en el extranjero ya se viene trabajando la extracción de sustancias beneficiosas a partir

de especies de flora; en el Perú, a pesar de su gran biodiversidad, este tema no ha sido estudiado en profundidad.

Presenta además significancia en el aspecto práctico y metodológico, pues al término del estudio se definirá el porcentaje ideal de etanol para la adecuada extracción de Saponina, información que podrá ser utilizada en la implementación de nuevos procesos de elaboración de productos a escala más industrializada y promoviendo a su vez el uso de productos naturales que no produzcan riesgos o vulneraciones al medio ambiente y salud de las personas.

El motivo me lleva a realizar e investigar sobre la extracción de la Saponina del bulbo de la planta de Palma *Gladiolus communis*, es con el fin de que sea aprovechada para la elaboración de productos de limpieza, ya que en las zonas rurales tal es el caso del Distrito de Chugay esta planta hay en abundancia, porque se adapta al clima, suelo y otros parámetros requeridos para el crecimiento de la planta de Palma *Gladiolus communis*, y para así reducir los impactos negativos que producen muchos productos químicos en nosotros y en el medio ambiente, además con esta investigación busco aliviar la economía de las familias de las zonas rurales ya que los productos elaborados será más eficientes, menos costos y natural.

La presente investigación se planteó las siguientes hipótesis.

H1: El tiempo de maceración y la concentración de etanol influye en la extracción de Saponina del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*)

H0: El tiempo de maceración y la concentración de etanol NO influye en la extracción de Saponina del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*)

Asimismo, como objetivo general se propuso:

Determinar el efecto del tiempo de maceración y la concentración de etanol en la extracción de Saponina del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*)

Como objetivos específicos se propuso:

Extraer Saponinas a partir del bulbo fresco de Palma (*Gladiolus communis*).

Determinar el tiempo de maceración y la concentración para obtener la mayor extracción de Saponina del bulbo fresco *Gladiolus communis*.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación comprende a una de las clasificaciones de diseño experimental ya que se manipuló 02 constantes como son: el tiempo de maceración (T) y el porcentaje de etanol para la extracción de Saponinas, para así estudiar sus resultados en la variable respuesta, la concentración de Saponinas extraídas del bulbo fresco de palma que vendría a ser la muestra. Es de tipo factorial de 4x3 debido a que se buscó manejar dos variables en paralelo, con el fin de estudiar un efecto independiente que cada variable produce a la variable dependiente.

Siendo el tipo de estudio experimental

Tabla 1. Diseño de investigación bifactorial

| Etanol (%) | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0 | H2OT ₁ | H2OT ₂ | H2OT ₃ |
| 60 | 60% etanol T ₁ | 60% etanol T ₂ | 60% etanol T ₃ |
| 70 | 70% etanol T ₁ | 70% etanol T ₂ | 70% etanol T ₃ |
| 80 | 80% etanol T ₁ | 80% etanol T ₂ | 80% etanol T ₃ |

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

- Testigo = Agua destilada
- T₁, T₂ y T₃ Tiempos de maceración “T” (horas)
T₁ = 24 h
T₂ = 48 h
T₃ = 72 h
- Temperatura ambiente
- Peso del Bulbo fresco de la planta de Palma *Gladiolus communis* constante 250 gramos.
- Mezcla de la solución disolvente y bulbo fresco a 400 rpm por 10 min. c/u
- Proceso de extracción de Saponinas (maceración) en ausencia de luz.

2.2. Esquema experimental

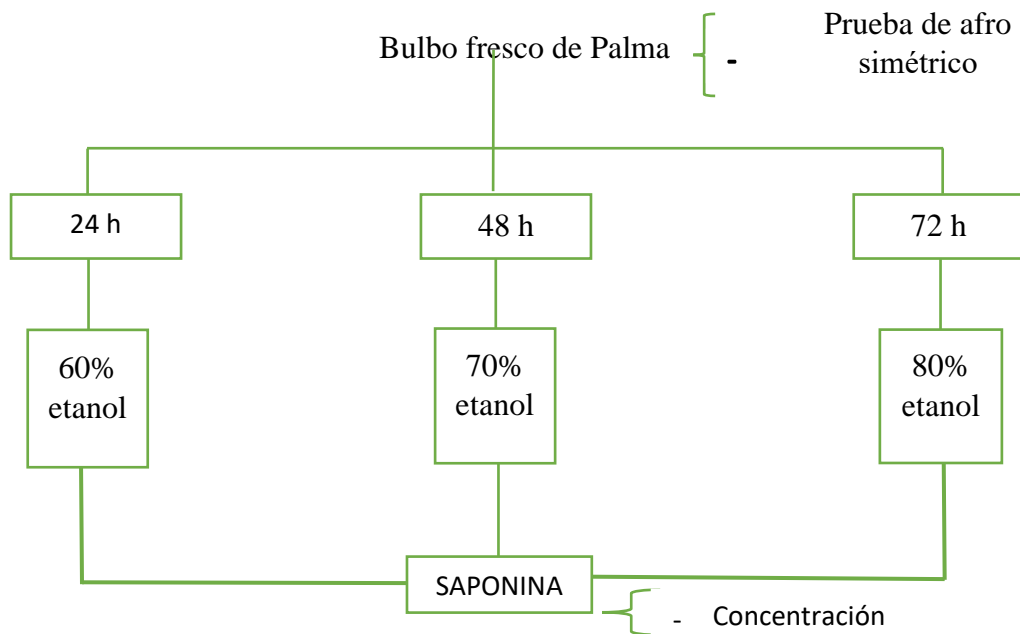


Figura 1. Esquema experimental para el proceso de extracción de Saponina.
Fuente: Elaboración propia

2.3. Variables y operacionalización.

Tabla 2. Operalización de las variables

| Variables | Definición Conceptual | Dimensiones | Definición Conceptual | Definición Operacional | Indicadores |
|--|---|--------------------|--|--|--|
| Independientes: Tiempo de maceración y concentración de etanol | Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento. | Tiempo | Es el tiempo para que extraiga la materia prima (Saponinas) en el interior de un recipiente. | Se medirá con un cronometro, tiempos (24h, 48h y 72h) | Tiempo. |
| | Es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 °C Emmanuel & Madeline Greenberg | Volumen | El volumen es una magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en tres dimensiones, | Es la cantidad de (etanol) presente en solución | Concentración en Volumen de Etanol (% Vol) |
| Dependientes: Extracción de Saponina del bulbo fresco de la planta de Palma | Es la acción de extraer Saponina del bulbo fresco de la planta de Palma (Remington, Gennaro y Belluci, 2003) | Concentración(m/v) | Concentración de Saponina en las soluciones en Partes por millón (ppm). Para ello se debe haber realizado la curva de calibración del espectrofotómetro previamente. | Determinación de la cantidad de miligramos que hay en un litro de solución | Partes por millón (ppm) |

Fuente: Elaboración Propia

2.4. Población, muestra y muestreo.

La población está formada por las 10 toneladas de bulbos de la planta de Palma (*Gladiolus communis*) del distrito de Chugay que se encuentra ubicado a 07°46' 42" de longitud sur y 77°51' 54" de longitud oeste, en la provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.

La muestra está constituida por 12 kilogramos de bulbo fresco de palma.

Como unidad muestral se utilizará 250 gramos por cada tratamiento.

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

Se utilizará la técnica de la observación para realizar la recolección de datos y así registrar y sistematizar la información de los ensayos realizados en laboratorio. Se realizará una validez de contenido para la ficha de observación a ser empleada.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos a utilizar en la investigación

| Técnica | Instrumento | REF. |
|--|--------------------------|------------------------------|
| Espectrofotometría molecular UV-Vis | Espectrofotómetro UV-VIS | (Lozano <i>et al</i> , 2012) |
| Pesaje de Muestra de bulbo fresco en Balanza Analítica | Balanza Analítica | ASTM D5785 |

Fuente: Elaboración Propia

La comprobación operacional de los diferentes materiales y equipos a utilizar de laboratorio con los que se trabajará durante el cumplimiento del proyecto ya que es una tarea de suma importancia que se debe desarrollar para asegurar el correcto funcionamiento de estos, que deben de cumplir con las respectivas especificaciones de sus fabricantes y la obtención de resultados confiables y reproducibles.

Tabla 4. Lista de verificación de instrumentos

| Instrumento | Verificación |
|---|--|
| Espectrofotómetro molecular UV-Vis | Utilización de “Cuantificación de Saponinas en muestras de cañihua <i>chenopodium pallidicaule aellen</i> ” (Guzmán et al. 2013) |
| Balanza Analítica | Utilizando la norma metrológica peruana 003:2009 “Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático- nmp 003:2009”. (Instituto Nacional de la Calidad, 2009) |

Fuente: Elaboración Propia

El propósito es certificar la capacidad y competencia del laboratorio en la ejecución del método, utilización de reactivos confiables y certificados, el buen funcionamiento de los equipos, etc.

2.6. Procedimiento

2.6.1. Descripción de procedimientos

Lavado: El material biológico empleado fue el bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*; esta planta crece cerca de algunos ríos y estanques en el distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, por lo que fue obtenida de esas zonas. El bulbo debía cumplir ciertas condiciones: haber superado por lo menos $\frac{3}{4}$ de su tiempo de desarrollo; todos los bulbos debían tener un tamaño y peso similar para disminuir en cierto grado el efecto que tienen estas dos variables en las diferencias de concentración de Saponina. La planta fue extraída y el bulbo cortado, posteriormente se lavó superficialmente para retirar la tierra u otro deshecho, los bulbos fueron depositados en una bolsa y transportados hasta la ciudad de Trujillo.

Pesado: Una vez en el laboratorio, los bulbos fueron pesados, seleccionados y depositados en una bandeja de plástico.

Molienda: Los bulbos de Palma fueron molidos con un mortero para que en el proceso de extracción sea más eficiente.

Flujo grama

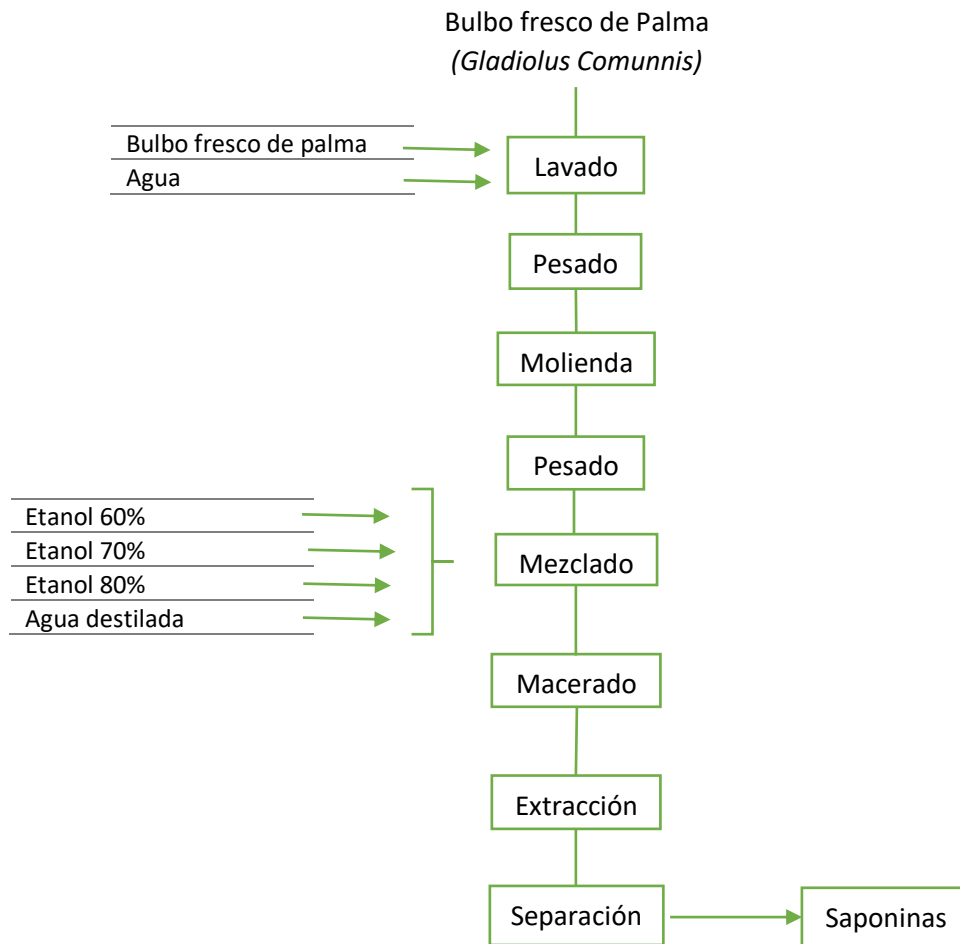


Figura 2 Flujo grama del proceso de extracción de Saponina.

Fuente: Elaboración propia

Pesado: Se pesaron los bulbos molidos 250 gr para posteriormente depositarlo en los vasos de precipitación de 500 ml.

Mezclado: El mezclado consistió en la utilización de una sustancia disolvente para extraer la Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*. Esta sustancia fue el etanol. Para cada tratamiento se pesó aproximadamente 250 gramos del bulbo molido en una balanza analítica; este peso fue depositado posteriormente en un vaso de precipitación de 500 mL debidamente rotulado según el tratamiento a aplicarse y se agregó 300 mL de la solución disolvente. Para cada tratamiento, el porcentaje de etanol absoluto en solución fue diferente; a la muestra testigo solo se le agregó agua destilada sin ningún porcentaje de etanol; el primer tratamiento se realizó con una solución 60% en un Volumen de etanol (mezcla de 180 mL de etanol absoluto con 120 mL de agua destilada); el segundo tratamiento

se realizó con una solución de 70% en Volumen de etanol (mezcla de 210 mL de etanol absoluto con 90 mL de agua destilada); el tercer y último tratamiento se realizó con una solución de 80% en Volumen de etanol (mezcla de 240 mL de etanol absoluto con 60 mL de agua destilada).

Macerado: Estas mezclas se dejaron macerar en diferentes tiempos a 24 horas, a 48 horas y 72 horas en un ambiente fresco y protegido de la luz solar.

Extracción: El solvente extrae la Saponina durante los mencionados tiempos, 24 horas, a 48 horas y 72 horas, luego las muestras fueron coladas y filtradas, con ayuda de una bomba de vacío, obteniéndose la solución de Saponina.

Separación: Las muestras fueron coladas y filtradas, con ayuda de una bomba de vacío, para así obtener una solución sin restos sólidos del bulbo.

2.7. Método de Análisis de Datos

Los datos recolectados fueron analizados mediante los métodos paramétricos (Promedio y Desviación Estándar) como también los (Análisis de Varianza).

2.8. Aspecticos Éticos

Para llevar a cabo esta investigación se informó a los representantes de las parcelas de las plantas de Palma *Gladiolus Communis* en el distrito de Chugay, que no se pondrán en riesgo especies nativas ni se realizaran modificaciones genéticas por lo que se garantiza que no va afectar ni la flora ni la fauna del área de influencia.

III. RESULTADOS

Tabla 5. Efecto del tiempo de maceración y concentración de etanol en la extracción de Saponina

| Tiempo (h) | Peso de Macerado (g) | Concentración de Etanol (%) | Concentración de Saponina (ppm) |
|------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 24 | 250,10 | 0 | 84,34 |
| | 250,07 | 60 | 300,16 |
| | 250,02 | 70 | 363,41 |
| | 250,01 | 80 | 405,58 |
| 48 | 250,10 | 0 | 116,59 |
| | 250,07 | 60 | 399,38 |
| | 250,02 | 70 | 534,57 |
| | 250,01 | 80 | 419,22 |
| 72 | 250,10 | 0 | 233,18 |
| | 250,07 | 60 | 404,34 |
| | 250,02 | 70 | 560,62 |
| | 250,01 | 80 | 468,84 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se observa la variación de la extracción de Saponina utilizando diferentes concentraciones de etanol y tiempo

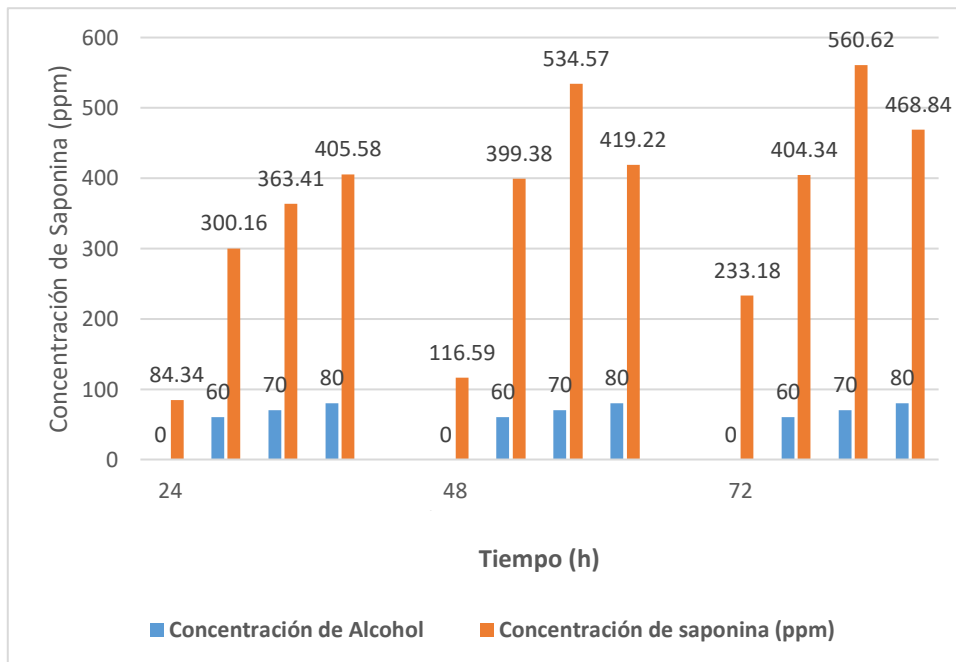


Figura 3. Efecto del tiempo de maceración y concentración de etanol en la extracción de Saponina.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se observa que la mejor extracción de Saponina se realizó a una concentración de etanol del 70% y a un tiempo de 72 horas.

Tabla 6. Extracción de Saponina, concentración de etanol, tiempo

| Tiempo (horas) | Concentración de etanol (%) | Concentración de Saponina (ppm) |
|----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 72 | 0 | 233,18 |
| | 60 | 404,34 |
| | 70 | 560,62 |
| | 80 | 468,84 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6, muestra la extracción de Saponina a las 72 horas y a diferentes concentraciones de etanol.

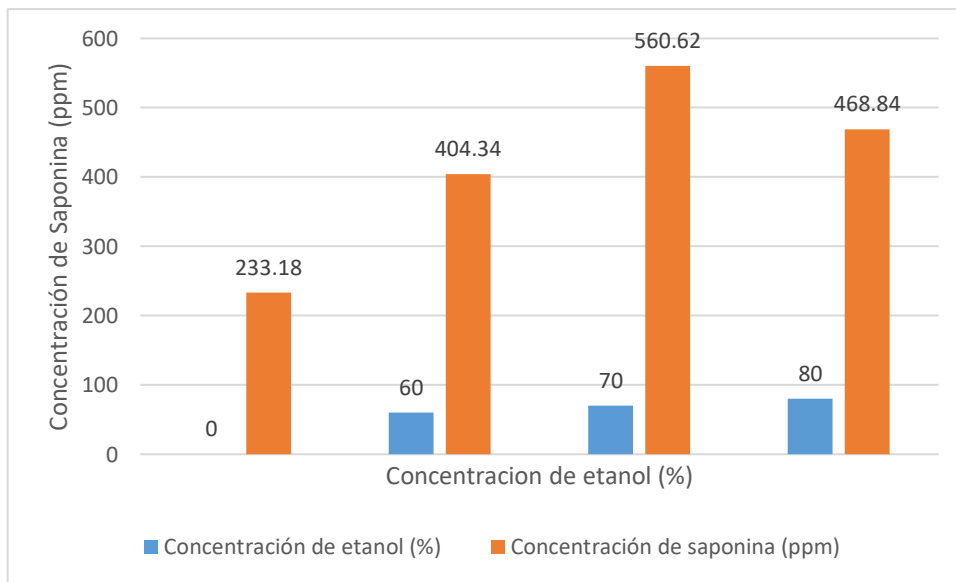


Figura 4. Extracción de Saponina

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se observa las diferentes concentraciones de extracción de Saponina a las 72 horas y a diferentes concentraciones de etanol.

Tabla 7. Sub conjuntos homogéneos HSD Tukey para la variable tiempo

| Concentración de Saponina (ppm) | | | | | |
|--|------------------------------|----|-------------|----------|----------|
| | Tiempo de maceración (horas) | N | Subconjunto | | |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD Tukey ^{a,b} | 24 | 12 | 288,3721 | | |
| | 48 | 12 | | 367,4419 | |
| | 72 | 12 | | | 416,7442 |
| | Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Duncan ^{a,b} | 24 | 12 | 288,3721 | | |
| | 48 | 12 | | 367,4419 | |
| | 72 | 12 | | | 416,7442 |
| | Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 5,341. | | | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000. | | | | | |
| b. Alfa = 0.05. | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 de subconjuntos homogéneos se nota la formación de tres sub conjuntos diferenciados; siendo la extracción empleando un tiempo de maceración de 72 horas la que obtuvo el extracto con mayor concentración de Saponina con 416.744 ppm.

Tabla 8. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey^{a,b} variable Concentración alcohólica (% vol.) *Concentración de Saponina (ppm)

| Concentración de Saponina (ppm) | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|-------------|----------|----------|----------|
| | Concentración alcohólica(% vol) | N | Subconjunto | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD Tukey ^{a,b} | 0 | 9 | 144,7028 | | | |
| | 60 | 9 | | 367,9587 | | |
| | 80 | 9 | | | 431,2145 | |
| | 70 | 9 | | | | 486,2016 |
| | Sig. | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Duncan ^{a,b} | 0 | 9 | 144,7028 | | | |
| | 60 | 9 | | 367,9587 | | |
| | 80 | 9 | | | 431,2145 | |
| | 70 | 9 | | | | 486,2016 |
| | Sig. | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 5,341.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 de subconjuntos homogéneos se nota la formación de cuatro sub conjuntos diferenciados; siendo la extracción empleando concentración alcohólica al 70% la que obtuvo el extracto con mayor concentración de Saponina con 486.20 ppm.

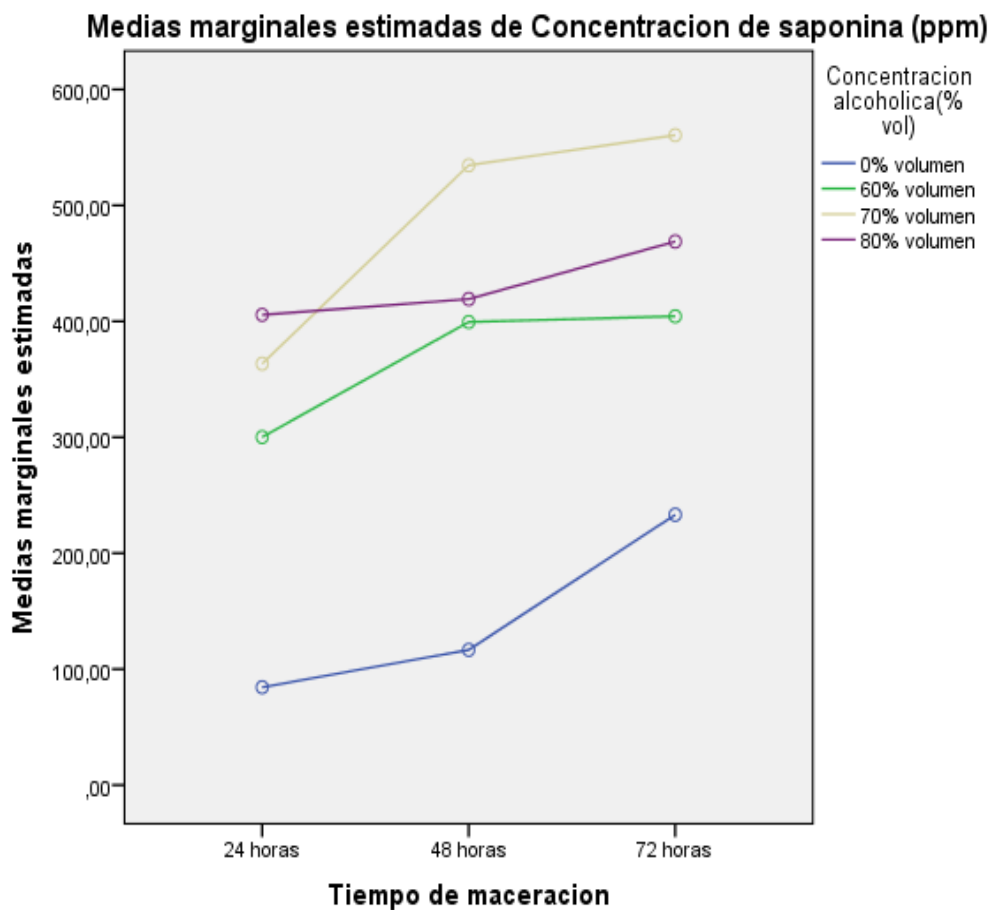


Figura 5. Perfiles Concentración de Saponina vs tiempo de maceración*concentración alcohólica

Fuente: elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

- a. El tiempo de maceración y la concentración de etanol tienen efecto positivo en la extracción de Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis* así lo demuestran los resultados estadísticos de Tuckey, tablas 3 y 4, corroborado con la figura 3, donde muestra los perfiles Concentración de Saponina vs tiempo de maceración*concentración alcohólica coincidiendo con la investigación de Figueroa y Díaz (2016), quien llegó a la conclusión que la concentración de etanol en la maceración es una variable muy importante al igual que la velocidad de agitación durante el procedimiento de extracción, logrando obtener mayor concentración se con etanol al 70% y a una velocidad de agitación de 400 rpm obteniéndose 851.5 mg de Saponina.
- b. En la tabla 2 los resultados muestran que es posible la extracción de Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*, logrando una concentración de 560,62 ppm a un tiempo de 72 horas y una concentración de etanol del 70%. Coincidiendo con la investigación de Tomás Ch. (2010), en su trabajo “Extracción y clasificación de la Saponina del *sapindus saponaria l.*, boliche” logro el mayor rendimiento en la extracción utilizando etanol al 70%.
- c. La mayor extracción de Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*, se logró a las 72 horas y a una concentración de etanol del 70%, así lo corroboran los análisis estadísticos de Tuckey, tablas 3 y 4.

V. CONCLUSIONES

- a. El tiempo de maceración y la concentración de etanol tienen un efecto significativo en la extracción de Saponina del bulbo molido de la planta *Gladiolus communis*, hasta el 70% de etanol, logrando obtener 560,62 ppm de Saponina.
- b. Si es posible la extracción de Saponinas a partir del bulbo fresco molido de Palma (*Gladiolus communis*), los análisis estadísticos realizados lo demuestran.
- c. La mayor extracción en la presente investigación se logró a un tiempo de 72 horas y a una concentración de etanol del 70%.

VI. RECOMENDACIONES

- a. Utilizar el bulbo fresco molido de la planta *Gladiolus communis* para la extracción de Saponina, planta que nace en las alturas de la zona de Chugay -Huamachuco, la cual sería una oportunidad para promover la agroindustria.
- b. Continuar con esta investigación utilizando otros parámetros como pH, velocidad de agitación, mayor tiempo de maceración y otros solventes orgánicos.
- c. Promover el uso de Saponinas como detergentes naturales favorables a las condiciones socioeconómicas y amigables con el medio ambiente.

REFERENCIAS

ANAYA, ANA. Ecología Química. Editorial Plaza y Valdes, 1ra edición. México D.F., 2003. ISBN: 9707221135

BUSTAMANTE, M., DURÁN, N. and DÍAZ, M. C, 2012, Biosurfactants are useful tools for the bioremediation of contaminated soil: a review. Journal of soil science and plant nutrition. 2012. Comisión Nacional de Investigación Científica Y Tecnológica (CONICYT)
FIGUEROA, Denisse y DÍAZ, Lizbeth. Obtención de Saponina del corno de gladiolo (*Gladiolus communis Linnaeus*) mediante extracción por solventes orgánicos. Tesis. Universidad Nacional del Callao. Callao, 2016.

GENNARO, Alfonso; REMINGTON, Joseph y BELLUCI, Sebastián. Remington Farmacia. Editorial Médica Panamericana, 20va edición. Buenos Aires, 2003. ISBN: 9500618664

GUNSHA. Elaboración de un emulsionante cosmético a base de las Saponinas del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) en ERPE. Riobmaba, Ecuador. 2013.

HERNÁNDEZ, R. [et al.] Obtención de crudos de Saponina. Revista Cubana de Medicina. Vol. 26 n° 1. La Habana, 1997.

HERNÁNDEZ, Rosa. [et al.] Extracción y cuantificación indirecta de las Saponinas de *Agave lechuguilla*. Revista e-Gnosis Vol. 3. México, 2005. ISSN: 1665-5745

LOZANO, Maribel [et al.] Cuantificación de Saponinas en residuos de quinua real *Chenopodium quinoa*. Revista Boliviana de Química. Vol. 29 n° 02, La Paz, 2012.

MASTROGIOVANNI, Mauricio. Extracción, purificación y caracterización primaria de Saponinas de *Quillaja brasiliensis*. Tesis. Universidad de la República. Montevideo, 2012.

MENA, Licet. [et al.] Determinación de Saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). Revista Cubana de Plantas Medicinales. Vol. 20 n° 01. Cuba, 2015.

PÉREZ, Johnny y QUITIÁN, Lili. Evaluación de métodos de extracción de Saponinas de los residuos del beneficio de fique. Tesis. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2009.

RAM, C. 2015. Advances in biodegradation y bioremediation of industrial waste. Boca Ratón: CRC press.

REVOREDO, Ana. Saponinas y aislados proteicos a partir de las quinuas amargas: uso en cosmética y como ingredientes alimentarios. Lima, 2013.

ROMO, Alfonso. Química de la flora mexicana. Instituto de Química de la UNAM, 1ra edición. Coyoacán, 2006. ISBN: 968-7623-23-3

SEGURA, Santiago y TORRES, Javier. Historia de las plantas en el mundo antiguo. Universidad de Deusto. Bilbao, 2009. ISBN: 9788400088606

TOMÁS CH. [et al.] Extracción y clasificación de la Saponina del *Sapindus saponaria* L. Boliche. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química. Vol. 13 n° 02. Lima, 2010. ISSN: 1726-2208.

UNAM. Hoja de Seguridad del Etanol. Disponible en: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/12etanol.pdf>

VALENCIA, Enzo. [et al.] Extracción, identificación y evaluación de Saponinas en *Agaricus bisporus*. Revista Biotiempo. Vol. 5. Lima, 2005.

FICHA DE OBSERVACIÓN

Título: “EFECTO DEL TIEMPO DE MACERACIÓN Y LA CONCENTRACIÓN DE ETANOL EN LA EXTRACCIÓN DE SAPONINA DEL BULBO FRESCO DE PALMA (*Gladiolus communis*)”

Investigador: Flores Cruzado, Oswaldo

Tabla 1. Lecturas instrumentales de la de absorbancia de muestras de Saponina y concentraciones nominales y reales.

| Tiempo | Concentración de Alcohol (% de etanol) | Absorbancia | | | Abs Promedio | Concentración de Saponina (ppm) | | | Concentración Nominal promedio de Saponina (ppm) | Concentración real en el extracto (ppm) |
|----------|--|-------------|------|------|--------------|---------------------------------|-------|-------|--|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | | |
| 24 horas | 0 | 0,54 | 0,55 | 0,54 | 0,54 | 8,43 | 8,48 | 8,38 | 8,43 | 84,34 |
| | 60 | 1,94 | 1,95 | 1,92 | 1,94 | 30,02 | 30,20 | 29,84 | 30,02 | 300,16 |
| | 70 | 2,34 | 2,36 | 2,33 | 2,34 | 36,34 | 36,56 | 36,12 | 36,34 | 363,41 |
| | 80 | 2,62 | 2,63 | 2,60 | 2,62 | 40,56 | 40,80 | 40,31 | 40,56 | 405,58 |
| 48 horas | 0 | 0,75 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 11,66 | 11,73 | 11,59 | 11,66 | 116,59 |
| | 60 | 2,58 | 2,59 | 2,56 | 2,58 | 39,94 | 40,18 | 39,70 | 39,94 | 399,38 |
| | 70 | 3,45 | 3,47 | 3,43 | 3,45 | 53,46 | 53,78 | 53,14 | 53,46 | 534,57 |
| | 80 | 2,70 | 2,72 | 2,69 | 2,70 | 41,92 | 42,17 | 41,67 | 41,92 | 419,22 |
| 72 horas | 0 | 1,50 | 1,51 | 1,49 | 1,50 | 23,32 | 23,46 | 23,18 | 23,32 | 233,18 |
| | 60 | 2,61 | 2,62 | 2,59 | 2,61 | 40,43 | 40,68 | 40,19 | 40,43 | 404,34 |
| | 70 | 3,62 | 3,64 | 3,59 | 3,62 | 56,06 | 56,40 | 55,73 | 56,06 | 560,62 |
| | 80 | 3,02 | 3,04 | 3,01 | 3,02 | 46,88 | 47,17 | 46,60 | 46,88 | 468,84 |

Fuente: Elaboración propia

Marcha para determinar la concentración de Saponinas extraídas del bulbo fresco de la planta (*Gladiolus Communis*)

Procedimiento

Acondicionamiento de Saponinas extraídas de la planta de palma *Gladiolus communis*:

Cada muestra será diluida al 10% para una mejor medición por parte del espectrofotómetro. Una vez diluidas las muestras, se tomarán 5 mL de cada una de ellas con una pipeta y se depositaron en vasos de precipitación de 50 mL debidamente identificados y rotulados. A cada vaso se agregó 7 mL de reactivo Liebermann-Buchard, este confiere una coloración oscura a la muestra en función de la cantidad de Saponina. Los tratamientos previamente descritos serán aplicados en tres repeticiones.

Medición: Se evaluó la concentración de Saponina, en partes por millón, obtenida para cada uno de los tratamientos aplicados. Esta evaluación se realizó por espectrofotometría UV con un rango de longitud de onda de 528 nm; empleándose como blanco al reactivo de Liebermann-Buchard puro. Previamente a esto se elaboró la curva de calibración para el espectrofotómetro utilizando Saponina grado reactivo a diferentes concentraciones.

Elaboración de curva de calibración: para la elaboración de la curva de calibración se tomará como antecedente la metodología propuesta por (Lozano et al, 2013)

En la elaboración de la curva de calibración se utilizó Saponina comercial purificada con 78% de pureza. Para esto se pesó 0.1297 g de Saponina comercial (0.1012g de Saponina pura), se disolvió con alcohol aforando en una fiola hasta 1 litros con etanol absoluto.

$$\frac{0.1012g \text{ Saponina}}{1\text{Litro}} \times \frac{10^3 \text{ mg Saponina}}{1g \text{ Saponina}}$$

$$\text{Concentracio de saponina} = 101.2 \text{ ppm}$$

A partir de esta solución madre, se prepararon 6 diluciones a diferentes concentraciones conocidas y aforadas en fiolas de 50 mL, utilizado etanol y reactivo de Liebermann-Buchard, las concentraciones fueron de 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 ppm; mediante la ecuación de dilución: $V_1C_1 = C_2V_2$

Preparación de Saponina a 0.50 ppm:

$$V_1 \cdot (101.2) = (50 \text{ mL}) (0.5 \text{ ppm})$$

$$V_1 = 4.01 \text{ mL de solución madre}$$

Se toma de la solución madre con la micropipeta 4.01 mL, se añade reactivo Liebermann-Buchard, y se afora en una fiola a 50 mL, obteniendo la primera dilución a 0.5 ppm. Estas muestras fueron llevadas al espectrofotómetro para leer la absorbancia. De la misma manera se realizó para las concentraciones de 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 y 3.00, las cuales también se diluyeron por 10.

Tabla 2. Dilución de Saponina y curva de calibración

| Nº | Saponina (ppm) | Solución madre (mL) | Aforado (mL) | Absorbancia 528 nm |
|----|----------------|---------------------|--------------|--------------------|
| 1 | 0 | 0 | 50 | 0,00 |
| 2 | 0.5 | 4.01 | 50 | 0,03 |
| 3 | 1.0 | 8.02 | 50 | 0,05 |
| 4 | 1.5 | 12.03 | 50 | 0,09 |
| 5 | 2.0 | 16.04 | 50 | 0,12 |
| 6 | 2.5 | 20.05 | 50 | 0,17 |
| 7 | 3.0 | 24.06 | 50 | 0,20 |

Fuente: Elaboración propia

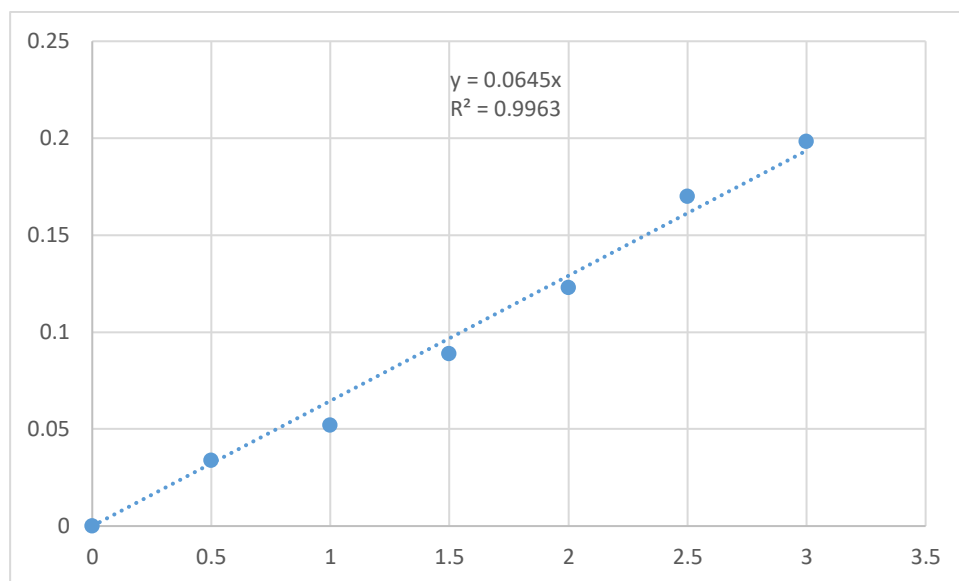


Figura 1. Curva de calibración de la Saponina, ecuación 1: $Abs = 0.0645 * C$
Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Lecturas instrumentales de la de absorbancia de muestras de Saponina y concentraciones nominales y reales.

| Tiempo | Concentración de Alcohol (% de etanol) | Absorbancia | | | Abs Pro medio | Concentración de Saponina (ppm) | | | Concentración Nominal promedio de Saponina (ppm) | Concentración real en el extracto (ppm) |
|----------|--|-------------|------|------|---------------|---------------------------------|-------|-------|--|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | | |
| 24 horas | 0 | 0,54 | 0,55 | 0,54 | 0,54 | 8,43 | 8,48 | 8,38 | 8,43 | 84,34 |
| | 60 | 1,94 | 1,95 | 1,92 | 1,94 | 30,02 | 30,20 | 29,84 | 30,02 | 300,16 |
| | 70 | 2,34 | 2,36 | 2,33 | 2,34 | 36,34 | 36,56 | 36,12 | 36,34 | 363,41 |
| | 80 | 2,62 | 2,63 | 2,60 | 2,62 | 40,56 | 40,80 | 40,31 | 40,56 | 405,58 |
| 48 horas | 0 | 0,75 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 11,66 | 11,73 | 11,59 | 11,66 | 116,59 |
| | 60 | 2,58 | 2,59 | 2,56 | 2,58 | 39,94 | 40,18 | 39,70 | 39,94 | 399,38 |
| | 70 | 3,45 | 3,47 | 3,43 | 3,45 | 53,46 | 53,78 | 53,14 | 53,46 | 534,57 |
| | 80 | 2,70 | 2,72 | 2,69 | 2,70 | 41,92 | 42,17 | 41,67 | 41,92 | 419,22 |
| 72 horas | 0 | 1,50 | 1,51 | 1,49 | 1,50 | 23,32 | 23,46 | 23,18 | 23,32 | 233,18 |
| | 60 | 2,61 | 2,62 | 2,59 | 2,61 | 40,43 | 40,68 | 40,19 | 40,43 | 404,34 |
| | 70 | 3,62 | 3,64 | 3,59 | 3,62 | 56,06 | 56,40 | 55,73 | 56,06 | 560,62 |
| | 80 | 3,02 | 3,04 | 3,01 | 3,02 | 46,88 | 47,17 | 46,60 | 46,88 | 468,84 |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la concentración de Saponina de cada muestra experimental, se empleó la ecuación de la curva de calibración que se muestra en la figura 1.; a su vez para encontrar la

concentración real de Saponina de los extractos, se empleó la ecuación 1 y 2; de la siguiente manera:

Cálculo de Concentración Nominal

Ec.1. $Y = 0.0645(X)$

$$\text{Abs} = 0.0645(\text{Concentración Nominal})$$

$$\text{Concentración Nominal} = 0.54 / 0.0645$$

$$\text{Concentración Nominal} = 8.43 \text{ ppm}$$

Cálculo de Concentración Real

Ec.2. $V1 * C1 = V2 * C2$

$$5 \text{ mL} * \text{Concentración Real} = 50 \text{ mL} * \text{Concentración Nominal}$$

$$\text{Concentración Real} = 50 \text{ mL} * 8.43 \text{ ppm} / 5 \text{ mL}$$

$$\text{Concentración Real} = 84.34 \text{ ppm}$$

De esta manera se realizaron los demás cálculos que se muestran en la tabla 3.

Tabla 4. Resultados de la concentración de Saponina extraída en el tiempo y el grado alcohólico.

| Tiempo | Peso de Macerado (g) | Concentración de Alcohol | Concentraciones (ppm) | | | Concentración Promedio real ppm |
|----------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------|--------|---------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 24 horas | 250,10 | 0 | 84,34 | 84,85 | 83,84 | 84,34 |
| | 250,07 | 60 | 300,16 | 301,96 | 298,35 | 300,16 |
| | 250,02 | 70 | 363,41 | 365,59 | 361,23 | 363,41 |
| | 250,01 | 80 | 405,58 | 408,01 | 403,15 | 405,58 |
| 48 horas | 250,10 | 0 | 116,59 | 117,29 | 115,89 | 116,59 |
| | 250,07 | 60 | 399,38 | 401,78 | 396,98 | 399,38 |
| | 250,02 | 70 | 534,57 | 537,78 | 531,37 | 534,57 |
| | 250,01 | 80 | 419,22 | 421,74 | 416,71 | 419,22 |
| 72 horas | 250,10 | 0 | 233,18 | 234,58 | 231,78 | 233,18 |
| | 250,07 | 60 | 404,34 | 406,77 | 401,92 | 404,34 |
| | 250,02 | 70 | 560,62 | 563,98 | 557,26 | 560,62 |
| | 250,01 | 80 | 468,84 | 471,65 | 466,02 | 468,84 |

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

| Parámetros normales ^{a,b} | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------------------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Concentración de Saponina (ppm) | ,906 | 36 | 0,051 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se presenta la prueba de Shapiro-Wilk donde se evalúa el supuesto de que los datos siguen una distribución normal; encontrándose un P valor >0.05 con lo cual se afirma que los datos provienen de una población con distribución normal.

Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas de error de levene

| Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error ^a | | | |
|---|-----|-----|------|
| Variable dependiente: Concentración de Saponina (ppm) | | | |
| F | df1 | df2 | Sig. |
| ,604 | 11 | 24 | ,807 |
| Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos. | | | |
| a. Diseño : Interceptación + Tiempo + Concentración alcohólica + Tiempo * Concentración alcohólica | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 del estadístico de levene se evaluó la homogeneidad de las varianzas de los datos experimentales a un nivel de significancia $\alpha=0.05$; obteniendo un valor $P>0.05$; con lo cual se acepta la hipótesis nula de que las varianzas entre los grupos son iguales.

Tabla 7. Resultados de ANOVA unifactorial, Pruebas de efectos inter-sujetos

| Variable dependiente: Concentración de Saponina (ppm) | | | | | |
|---|-------------------------------|----|---------------------|------------|------|
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F | Sig. |
| Modelo corregido | 739535,172 ^a | 11 | 67230,470 | 12587,479 | ,000 |
| Interceptación | 4601523,851 | 1 | 4601523,851 | 861537,729 | ,000 |
| Tiempo | 100648,567 | 2 | 50324,283 | 9422,155 | ,000 |
| Concentracionalcohólica | 606509,320 | 3 | 202169,773 | 37852,001 | ,000 |
| Tiempo * Concentracionalcohólica | 32377,285 | 6 | 5396,214 | 1010,327 | ,000 |
| Error | 128,185 | 24 | 5,341 | | |
| Total | 5341187,208 | 36 | | | |
| Total corregido | 739663,358 | 35 | | | |

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se muestra los resultados del análisis de varianza unifactorial realizado a los datos que siguen una distribución normal y presentan homogeneidad entre sus varianzas. Donde se aprecia el efecto de la variable tiempo y concentración alcohólica sobre la concentración de Saponina, evaluadas de manera individual; a su vez, se nota el efecto de interacción de ambas variables sobre la concentración de Saponina obtenida a partir del bulbo de palma; con un valor $P < 0.05$. Por otro lado, el valor R cuadrado sugiere que el modelo aplicado explica en un 100% el efecto de la variable independiente sobre la variable de respuesta. Encontrándose diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba post hoc de Tukey.

Tabla 8. Comparaciones múltiples de HSD de TUKEY de la variable tiempo en el porcentaje de extracción de Saponina.

| Comparaciones múltiples | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Concentración de Saponina (ppm) | | | | | | | |
| | (I) Tiempo de maceración (horas) | (J) Tiempo de maceración (horas) | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD Tukey | 24 | 48 | -79,0698* | ,94349 | ,000 | -81,4259 | -76,7136 |
| | | 72 | -128,3721* | ,94349 | ,000 | - | - |
| | 48 | 24 | 79,0698* | ,94349 | ,000 | 76,7136 | 81,4259 |
| | | 72 | -49,3023* | ,94349 | ,000 | -51,6585 | -46,9462 |
| | 72 | 24 | 128,3721* | ,94349 | ,000 | 126,0159 | 130,7283 |
| | | 48 | 49,3023* | ,94349 | ,000 | 46,9462 | 51,6585 |
| DMS | 24 | 48 | -79,0698* | ,94349 | ,000 | -81,0170 | -77,1225 |
| | | 72 | -128,3721* | ,94349 | ,000 | - | - |
| | 48 | 24 | 79,0698* | ,94349 | ,000 | 77,1225 | 81,0170 |
| | | 72 | -49,3023* | ,94349 | ,000 | -51,2496 | -47,3551 |
| | 72 | 24 | 128,3721* | ,94349 | ,000 | 126,4248 | 130,3194 |
| | | 48 | 49,3023* | ,94349 | ,000 | 47,3551 | 51,2496 |
| Se basa en las medias observadas. | | | | | | | |
| El término de error es la media cuadrática(Error) = 5,341. | | | | | | | |
| *. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05. | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 de comparaciones múltiples se muestran los arreglos por pares a los cuales se someten las medias de cada tratamiento con la finalidad de encontrar los niveles que difieren significativamente.

Tabla 9. Sub conjuntos homogéneos HSD Tukey para la variable tiempo

| Concentración de Saponina (ppm) | | | | | |
|---|----------------------|----|-------------|----------|----------|
| | Tiempo de maceración | N | Subconjunto | | |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD Tukey ^{a,b} | 24 horas | 12 | 288,3721 | | |
| | 48 horas | 12 | | 367,4419 | |
| | 72 horas | 12 | | | 416,7442 |
| | Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Duncan ^{a,b} | 24 horas | 12 | 288,3721 | | |
| | 48 horas | 12 | | 367,4419 | |
| | 72 horas | 12 | | | 416,7442 |
| | Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática(Error) = 5,341. | | | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000. | | | | | |
| b. Alfa = .05. | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 de subconjuntos homogéneos se nota la formación de tres sub conjuntos diferenciados; siendo la extracción empleando un tiempo de maceración de 72 horas la que obtuvo el extracto con mayor concentración de Saponina con 416.744 ppm.

Tabla 10. Comparaciones múltiples de HSD de TUKEY de la variable Concentración alcohólica (% vol.) en el porcentaje de extracción de Saponina.

| Comparaciones múltiples | | | | | | | |
|---|--|--|----------------------------------|-------------------|------|----------------------------------|--------------------|
| Variable dependiente: Concentración de Saponina (ppm) | | | | | | | |
| | (I) Concentración alcohólica(% vol) | (J) Concentración alcohólica(% vol) | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD Tukey | 0 | 60 | -223,2558* | 1,08945 | ,000 | - 226,2612 | - 220,2504 |
| | | 70 | -341,4987* | 1,08945 | ,000 | - 344,5041 | - 338,4933 |
| | | 80 | -286,5116* | 1,08945 | ,000 | - 289,5170 | - 283,5063 |
| | 60 | 0 | 223,2558* | 1,08945 | ,000 | 220,2504 | 226,2612 |

| | | | | | | | |
|--|----|----|------------|---------|------|----------|----------|
| | | 70 | -118,2429* | 1,08945 | ,000 | - | - |
| | | 80 | -63,2558* | 1,08945 | ,000 | 121,2483 | 115,2375 |
| | 70 | 0 | 341,4987* | 1,08945 | ,000 | -66,2612 | -60,2504 |
| | | 60 | 118,2429* | 1,08945 | ,000 | 338,4933 | 344,5041 |
| | | 80 | 54,9871* | 1,08945 | ,000 | 115,2375 | 121,2483 |
| | 80 | 0 | 286,5116* | 1,08945 | ,000 | 51,9817 | 57,9924 |
| | | 60 | 63,2558* | 1,08945 | ,000 | 283,5063 | 289,5170 |
| | | 70 | -54,9871* | 1,08945 | ,000 | 60,2504 | 66,2612 |
| DMS | 0 | 60 | -223,2558* | 1,08945 | ,000 | -57,9924 | -51,9817 |
| | | 70 | -341,4987* | 1,08945 | ,000 | - | - |
| | | 80 | -286,5116* | 1,08945 | ,000 | 225,5043 | 221,0073 |
| | 60 | 0 | 223,2558* | 1,08945 | ,000 | - | - |
| | | 70 | -118,2429* | 1,08945 | ,000 | 343,7472 | 339,2502 |
| | | 80 | -63,2558* | 1,08945 | ,000 | - | - |
| | 70 | 0 | 341,4987* | 1,08945 | ,000 | 288,7601 | 284,2631 |
| | | 60 | 118,2429* | 1,08945 | ,000 | 221,0073 | 225,5043 |
| | | 80 | 54,9871* | 1,08945 | ,000 | - | - |
| | 80 | 0 | 286,5116* | 1,08945 | ,000 | 120,4914 | 115,9944 |
| | | 60 | 63,2558* | 1,08945 | ,000 | -65,5043 | -61,0073 |
| | | 70 | -54,9871* | 1,08945 | ,000 | 339,2502 | 343,7472 |
| | | 0 | 341,4987* | 1,08945 | ,000 | 115,9944 | 120,4914 |
| | | 60 | 118,2429* | 1,08945 | ,000 | 52,7386 | 57,2356 |
| | | 80 | 54,9871* | 1,08945 | ,000 | 284,2631 | 288,7601 |
| | | 0 | 286,5116* | 1,08945 | ,000 | 61,0073 | 65,5043 |
| | | 60 | 63,2558* | 1,08945 | ,000 | -57,2356 | -52,7386 |
| | | 70 | -54,9871* | 1,08945 | ,000 | | |
| Se basa en las medias observadas. | | | | | | | |
| El término de error es la media cuadrática (Error) = 5,341. | | | | | | | |
| *. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05. | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 de comparaciones múltiples se muestran los arreglos por pares a los cuales se someten las medias de cada tratamiento con la finalidad de encontrar los niveles que difieren significativamente.

Tabla 11. Subconjuntos homogéneos HSD Tukey^{a,b} variable Concentración alcohólica (% vol.)*Concentración de Saponina (ppm)

| Concentración de Saponina (ppm) | | | | | | |
|--|---------------------------------|---|-------------|----------|----------|----------|
| | Concentración alcohólica(% vol) | N | Subconjunto | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD Tukey ^{a,b} | 0 | 9 | 144,7028 | | | |
| | 60 | 9 | | 367,9587 | | |
| | 80 | 9 | | | 431,2145 | |
| | 70 | 9 | | | | 486,2016 |
| | Sig. | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Duncan ^{a,b} | 0 | 9 | 144,7028 | | | |
| | 60 | 9 | | 367,9587 | | |
| | 80 | 9 | | | 431,2145 | |
| | 70 | 9 | | | | 486,2016 |
| | Sig. | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. | | | | | | |
| Se basa en las medias observadas. | | | | | | |
| El término de error es la media cuadrática (Error) = 5,341. | | | | | | |
| a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000. | | | | | | |
| b. Alfa = .05. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 de subconjuntos homogéneos se nota la formación de cuatro sub conjuntos diferenciados; siendo la extracción empleando concentración alcohólica al 70% la que obtuvo el extracto con mayor concentración de Saponina con 486.20 ppm.

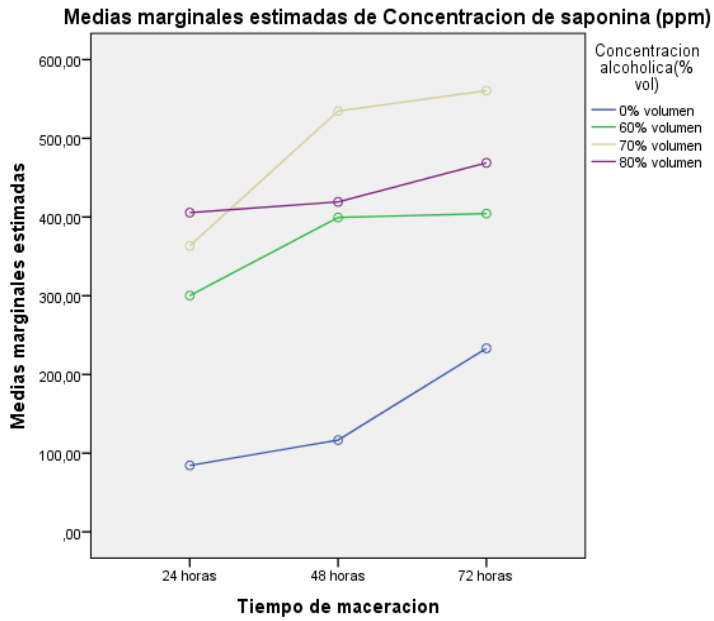


Figura 2. Gráfico de perfiles Concentraci3n de Saponina vs tiempo de maceraci3n*concentraci3n alcoh3lica.

Fuente: Elaboraci3n propia



Figura 3. Planta de palma *Gladiolus communis*



Figura 4. Cormo de la planta de palma



Figura 5. Proceso de pelado y selección de Cormos de la planta de palma *Gladiolus communis*



Figura 6. Molienda de Cormos de la planta de palma *Gladiolus communis*



Figura 8. Pesado del cormo molido de la planta de palma *Gladiolus communis*



Figura 7. Preparando las concentraciones de etanol para la maceración y extracción de Saponinas.



Figura 9. Cormos molidos y pesados listos para maceración



Figura 10. Proceso de maceración la maceración y extracción de Saponinas.



Figura 11. Reactivo Liebermann-Buchard

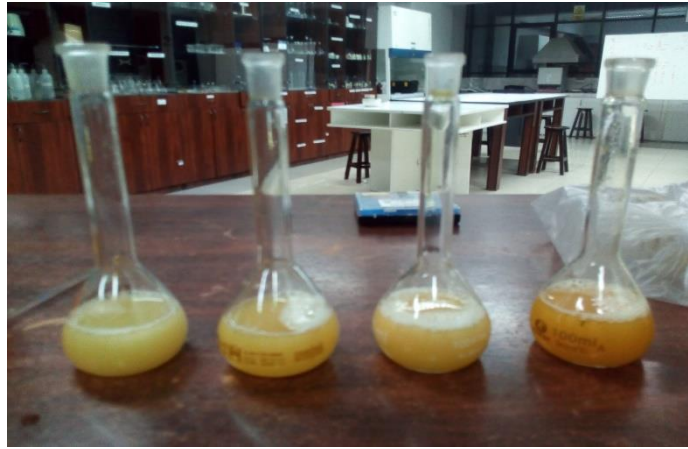


Figura 12. Soluciones de Saponina con reactivo Liebermann-Buchard lista para ser medidas en el espectrofotómetro.



Figura 11. Medición de Saponinas en el espectrofotómetro en el espectrofotómetro.