

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

Diseño del proceso de producción de una infusión con capacidad fitoterapéutica a partir de hojas del arbusto Sebastian Redondo.

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Químico**

Presentado por:

Mishell Andrea Macias Monserrate

Ricardo Gabriel Ponce Donoso

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

## DEDICATORIA

---

A mi padre, Jacinto Macias, por ser ejemplo de amor incondicional y sabiduría, y de manera muy especial a la memoria de mi adorada madre Pascualita Monserrate, quien, a pesar de su partida, el amor y la determinación que me transmitió siguen vivos en mi impulsándome en alcanzar mis metas. A mis hermanos Maryuri Samia y Oscar German por ser mi ejemplo, mi apoyo y motivación para alcanzar mis objetivos. A sobrinos, María Eduarda, Carlos Eduardo, Charlotte y Oscar por siempre robarme una sonrisa y darme fuerza para seguir en los momentos de agotamiento. A Josué, por siempre brindarme su ayuda, consejos, paciencia y disposición a lo largo de la carrera.

*Mishell Andrea Macías Monserrate*

## DEDICATORIA

---

Dedicado a mi mamá Jessica Donoso, por ser el pilar fundamental en mi vida, quien me motiva a siempre seguir adelante y me ha apoyado desde siempre para lograr mis metas. A mi más grande amiga y compañía Natasha, por estar conmigo gran parte de mi vida y ser mi fuente de inspiración y lucha diaria. A Nelly, Katherine y Melany, por ser mi soporte durante la carrera, alentarme cuando ya no me quedaban ganas y siempre confiar en mí aun cuando yo no lo hacía.

*Ricardo Gabriel Ponce Donoso*

## AGRADECIMIENTOS

---

A Dios por bendecirme por la fortaleza y perseverancia para culminar esta meta. A mi familia y amigos, quienes con su amor y apoyo incondicional me inspiraron en los momentos más desafiantes de este objetivo. Al Ing. Iván Choez por compartir generosamente su tiempo, conocimientos y experiencias en nuestra formación académica. Al PhD. Joel Vielma por haber aceptado ser nuestro tutor y guiarnos en cada etapa, resolviendo dudas, guiándonos y motivándonos en los momentos de mayor exigencia. Y a la PhD. Suanny Mosquera por toda su ayuda y consejos para llevar a cabo este proyecto.

*Mishell Andrea Macías Monserrate*

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar, agradezco a mi familia, quienes me apoyaron incondicionalmente y me daban fuerzas para continuar. A mis amigos quienes confiaron y me alentaron durante este trayecto.

Gracias a nuestro tutor PhD. Joel Vielma por dedicarnos su tiempo, paciencia, guía para lograr desarrollar con éxito este proyecto. Al Ing. Iván Choez, por compartir sus conocimientos y tiempo para sacar adelante este trabajo. Y a la PhD. Suanny Mosquera por ayudarnos a encaminar correctamente este proyecto.

Finalmente, gracias a todas las personas que se involucraron directa e indirectamente para llevar a cabo este proyecto.

*Ricardo Gabriel Ponce Donoso*

## DECLARACIÓN EXPRESA

---

Nosotros Mishell Andrea Macías Monserrate y Ricardo Gabriel Ponce Donoso acordamos y reconocemos que:

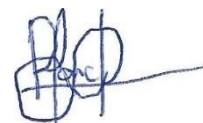
La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.



Mishell Andrea  
Macías Monserrate



Ricardo Gabriel  
Ponce Donoso

# EVALUADORES

---

**PhD. Suanny Sophia Mosquera Romero**

Profesor de Materia

---

**PhD. Joel Eduardo Vielma Puente**

Tutor de Proyecto

---

**PhD. Patricia Isabel Manzano Santana**

Cotutora de Proyecto

## RESUMEN

El cáncer y las enfermedades neurodegenerativas son desafíos de salud globales, por ende, la investigación sobre antioxidantes naturales es esencial. Ecuador, país megadiverso, posee abundantes especies endémicas. Este proyecto se enfoca en la caracterización e identificación de la composición química y capacidad antioxidante de las hojas del arbusto endémico *Capparicordis crotonoides* para diseñar un proceso productivo de una infusión como complemento antioxidante a partir del extracto acuoso. Se utilizó espectroscopía UV-visible para medir el contenido fenólico total por Follin-Ciaocalteu y la actividad antioxidante por FRAP, ABTS y DPPH del extracto acuoso. Se aplicó el tamizaje fitoquímico para determinar la presencia de metabolitos secundarios en 5 extractos: hexano, diclorometano, acetato de etilo, metanol y agua. GC-MS fue aplicado en los extractos de hexano, metanol y agua. Finalmente, se analizó económicamente el diseño de la planta piloto para la infusión. El poder antioxidante cuantificado fue medio-alto, lo cual puede estar relacionado al contenido fenólico, metabolitos y compuestos como alcaloides y flavonoides, ácido benzoico, ácido l-terónico y monostearina. Los indicadores económicos TMAR, VAN y TIR confirman la rentabilidad del proyecto. Estos hallazgos aportan la primera caracterización química documentada para esta especie, confirmando la riqueza de metabolitos con actividad antioxidante y su rentabilidad económica.

**Palabras Clave:** *Capparicordis crotonoides*, actividad antioxidante, tamizaje fitoquímico, GC-MS, infusión.



## ABSTRACT

*Cancer and neurodegenerative diseases represent global health challenges; hence, research on natural antioxidants is crucial. Ecuador, a megadiverse country, boasts abundant endemic species. This project focuses on characterizing and identifying the chemical composition and antioxidant capacity of leaves from the endemic shrub *Capparicordis crotonoides*. The goal is to design a production process for an antioxidant infusion using the aqueous extract. UV-visible spectroscopy measured total phenolic content by Folin-Ciaocalteu and antioxidant activity by FRAP, ABTS, and DPPH in the aqueous extract. Phytochemical screening determined secondary metabolite presence in 5 extracts: hexane, dichloromethane, ethyl acetate, methanol, and water. GC-MS was applied to hexane, methanol, and water extracts. Lastly, the economic analysis of the pilot plant design for the infusion was conducted. The quantified antioxidant power was moderate to high, potentially linked to phenolic content, metabolites, and compounds such as alkaloids, flavonoids, benzoic acid, l-threonic acid, and monostearin. Economic indicators MARR, NPV, and IRR confirm the project's profitability. These findings provide the first documented chemical characterization of this species, affirming the richness of metabolites with antioxidant activity and its economic viability.*

**Keywords:** *Capparicordis crotonoides*, antioxidant activity, phytochemical screening, GC-MS, infusion.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT.....	- 9 -
ÍNDICE GENERAL .....	- 10 -
ABREVIATURAS.....	- 13 -
SIMBOLOGÍA .....	- 14 -
ÍNDICE DE FIGURAS.....	- 15 -
ÍNDICE DE TABLAS .....	- 17 -
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	- 18 -
Capítulo 1.....	1
1.    Introducción .....	2
1.1    Descripción del problema.....	3
1.2    Justificación del problema.....	3
1.3    Objetivos .....	5
1.3.1    Objetivo general.....	5
1.3.2    Objetivos específicos .....	5
1.4    Marco teórico .....	5
1.4.1    Plantas Medicinales .....	5
1.4.2    Generalidades de la familia de plantas <i>Capparaceae</i> . .....	7
1.4.3    Aspectos generales del arbusto Sebastian Redondo ( <i>Cappari cordis crotonoides</i> )	8
1.4.4    Distribución geográfica y botánica .....	8
1.4.5    Análisis Químico .....	8
2.    Metodología .....	13
2.1    Pretratamiento .....	13
2.2    Obtención de los Extractos.....	13
2.3    Análisis Químico.....	13
2.3.1    Polifenoles Totales.....	14

2.3.2	Capacidad Antioxidante.....	14
2.4	Tamizaje Fitoquímico .....	17
2.4.1	Grasas/Lípidos .....	17
2.4.2	Alcaloides .....	18
2.4.3	Lactonas .....	18
2.4.4	Quinonas .....	18
2.4.5	Triterpenos y/o Esteroides .....	19
2.4.6	Resinas .....	19
2.4.7	Azúcares Reductores.....	19
2.4.8	Saponinas .....	20
2.4.9	Aminoácidos libres o Aminas.....	20
2.4.10	Flavonoides .....	20
2.4.11	Polisacáridos .....	21
2.5	Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas (GC-MS) .....	21
2.6	Proceso de producción de la infusión.....	22
2.6.1	Lavado y Selección .....	23
2.6.2	Secado .....	23
2.6.3	Molienda .....	23
2.6.4	Tamizado.....	23
2.6.5	Empaquetado.....	23
2.6.6	Esquema de la planta piloto .....	24
Capítulo 3.....		25
3. Resultados y análisis .....		26
3.1	Actividad Antioxidante .....	26
3.2	Tamizaje Fitoquímico .....	28
3.3	Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas.....	29
3.4	Análisis Económico.....	32

3.4.1	Equipos .....	32
3.4.2	Rentabilidad del proyecto .....	34
Capítulo 4.....		37
4.	Conclusiones y Recomendaciones .....	38
4.1	Conclusiones .....	38
4.2	Recomendaciones.....	40
Referencias.....		42
Apéndice A .....		47
Apéndice B.....		52
Apéndice C.....		70

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CIBE	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
WHO	World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
LOPU	Laboratorio de Operaciones Unitarias
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power (Poder Antioxidante de Reducción Férrica)
ABTS	Ácido 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)
DPPH	2,2-Difenil-1-picrilhidrazil
PFT	Polifenoles Totales
GAE	Galic Acid Equivalent (Equivalentes de Ácido Gálico)
TE	Trolox Equivalent (Equivalentes de Trolox)
MS	Masa Seca
GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas)
amu	Atomic Mass Unit (Unidad de Masa Atómica)
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Nacional de Normalización
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados Celsius
g	Gramo
v/v	Volumen/volumen
pH	Potencial de hidrógeno
ppm	Partes por millón
nm	Nanómetro
mg	Miligramo
μM	Micromolar
mM	Milimolar
ml	Mililitro
μL	Micro litro
mm	Milímetro
μm	Micrómetro
min	Minuto
eV	Electronvoltio
kg	Kilogramo
h	Hora
V	Voltios
rpm	Revoluciones por minuto
ton	Tonelada
\$	Dólar estadounidense
L	Litro

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	24
Figura 2 .....	31
Figura 3 .....	31
Figura 4 .....	32
Figura A1 .....	47
Figura A2 .....	48
Figura A3 .....	49
Figura A4 .....	51
Figura B1 .....	52
Figura B2 .....	52
Figura B3 .....	53
Figura B4 .....	54
Figura B5 .....	54
Figura B6 .....	55
Figura B7 .....	56
Figura B8 .....	56
Figura B9 .....	57
Figura B10 .....	58
Figura B11 .....	58
Figura B12 .....	59
Figura B13 .....	60
Figura B14 .....	61
Figura B15 .....	61
Figura B16 .....	62
Figura B17 .....	63

Figura B18 .....	63
Figura B19 .....	64
Figura B20 .....	65
Figura B21 .....	65
Figura B22 .....	66
Figura B23 .....	67
Figura B24 .....	68
Figura B25 .....	68
Figura B26 .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	6
Tabla 2 .....	26
Tabla 3 .....	28
Tabla 4 .....	30
Tabla 5 .....	32
Tabla 6 .....	35
Tabla 7 .....	36
Tabla 8 .....	36
Tabla A1.....	47
Tabla A2.....	48
Tabla A3.....	48
Tabla A4.....	49
Tabla A5.....	49
Tabla A6.....	50
Tabla A7.....	50
Tabla A8.....	51
Tabla C1 .....	70
Tabla C2.....	70
Tabla C3.....	71
Tabla C4.....	71
Tabla C5.....	72
Tabla C6.....	73

## ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice A.....	47
Apéndice B.....	52
Apéndice C.....	70

# Capítulo 1

## 1. Introducción

El estrés oxidativo resulta de un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS/RNS) y la capacidad del sistema antioxidante para contrarrestarlos, lo que a menudo se manifiesta como una disminución en la capacidad antioxidante total (Llacuna & Mach, 2012). Esta afección conlleva la producción descontrolada de radicales libres que dañan las células a lo largo del tiempo teniendo una relación directa con el desarrollo del cáncer y con la progresión de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson (Feng et al., 2023).

La capacidad antioxidante es un área de investigación médica de gran relevancia debido a su estrecha relación con la prevención de enfermedades neurodegenerativas, el cáncer y la neutralización de radicales libres (Pérez-Jiménez et al., 2008). Los antioxidantes han demostrado su eficacia en la prevención y el tratamiento de estas enfermedades utilizando especies vegetales pertenecientes a la familia *Capparaceae* como la *Capparis brevispina* DC que, su extracto acuoso, posee una buena actividad antioxidante y citotóxica ( $IC_{50}=52 \mu\text{g/ml}$ ) en comparación con el estándar de ácido ascórbico (Subramanian & Ramani, 2020). Asimismo, en el estudio reportado de diferentes especies como la *Capparis ovata* y *Capparis zoharyi*, se muestra su alta actividad antioxidante; resaltando la importancia del estudio para producir compuestos fenólicos antioxidantes (Aichi-Yousfi et al., 2016).

Por ello, este proyecto está orientado en la identificación y caracterización de la composición química y la capacidad antioxidante del extracto de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) para el diseño de un proceso productivo de una infusión a partir del extracto que puede ser utilizado como un complemento antioxidante.

## 1.1 Descripción del problema

El cáncer y las enfermedades neurodegenerativas son desafíos de salud significativos a nivel mundial con altas tasas de mortalidad (World Health Organization, 2023). Estas enfermedades están relacionadas con el estrés oxidativo, un fenómeno biológico desencadenado por el aumento de radicales libres en el organismo (Llacuna & Mach, 2012).

En Ecuador, se han registrado un número significativo de casos de cáncer y enfermedades neurodegenerativas, lo que representa una preocupación para la salud pública (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). El uso de antioxidantes sintéticos, como el butilhidroxianisol (BHA) y el butilhidroxitolueno (BHT), para tratar estas enfermedades ha generado inquietudes sobre posibles efectos adversos para la salud, ya que estos compuestos son potencialmente carcinogénicos (Xu et al., 2021). Por lo tanto, es importante buscar alternativas naturales a estos antioxidantes sintéticos para el desarrollo de estrategias terapéuticas y preventivas que combatan el exceso de radicales libres y promuevan la protección de las células.

Este proyecto se centra en identificar y caracterizar la composición química y la capacidad antioxidante del extracto de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) con el objetivo de desarrollar una infusión como fuente natural de antioxidantes efectivos para combatir el estrés oxidativo asociado a estas enfermedades.

## 1.2 Justificación del problema

Ecuador es un país de gran relevancia en la conservación y valoración de los recursos naturales debido a su rica biodiversidad. Su posición como uno de los epicentros mundiales de diversidad biológica basado en la abundancia de plantas, animales y especies endémicas (Ministerio de Turismo, 2014). La Constitución ecuatoriana enfatiza la preservación de

conocimientos ancestrales y promueve la investigación científica como medio para el avance del conocimiento, lo que vincula estrechamente la diversidad cultural y biológica en Ecuador (Constitución Política del Ecuador, 2008). En este contexto, la investigación sobre las fuentes naturales de antioxidantes y sus efectos en la salud es de gran importancia.

Actualmente, el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas representan dos de los desafíos de salud más apremiantes a nivel mundial, con altas tasas de mortalidad (WHO, 2020). En Ecuador, se han registrado un número significativo de casos de cáncer y enfermedades neurodegenerativas, lo que representa una preocupación para la salud pública. En el año 2020, se registraron 29,273 casos nuevos de cáncer en Ecuador, de los cuales 15,123 pacientes fallecieron (Ministerio de la Salud Pública, 2022). Además, se reportaron más de 11,000 muertes por diferentes tipos de cáncer en el mismo año; mientras que, las enfermedades neurodegenerativas poseen más de mil muertes y alrededor de mil casos registrados en el 2022 (INEC, 2022).

El estrés oxidativo es causante de estas enfermedades, y aunque existen antioxidantes sintéticos como tratamiento, caben inquietudes sobre posibles efectos adversos para la salud. Por lo tanto, es importante buscar alternativas naturales a estos antioxidantes sintéticos. El proyecto de investigación se enfoca en identificar y caracterizar la composición química y la capacidad antioxidante del extracto de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) con el objetivo de desarrollar una infusión como fuente natural de antioxidantes efectivos para combatir el estrés oxidativo asociado a estas enfermedades.

Los resultados potenciales de esta investigación podrían contribuir al desarrollo de terapias preventivas y tratamientos complementarios para este tipo de enfermedades. Además, la aplicación de antioxidantes naturales en infusiones conlleva un valor económico y social significativo, al fomentar la investigación y el uso de recursos naturales como

materias primas para mejorar la salud y el bienestar de la comunidad (Franco et al., 2016). Este proyecto se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas al promover el uso de productos naturales en lugar de químicos sintéticos, promoviendo un enfoque más saludable y sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2017).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un proceso productivo para la elaboración de una infusión con capacidad fitoterapéutica a partir de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) mediante el empleo de datos experimentales.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Obtener extractos de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) con solventes de diferentes polaridades mediante el uso del proceso de extracción sólido-líquido Soxhlet.
- Determinar la composición química y actividad antioxidante de los extractos mediante cromatografía de gases y espectroscopía Uv-visible.
- Analizar la rentabilidad del diseño de la planta a escala piloto a través de un estudio económico para la evaluación de la viabilidad y crecimiento del proceso de producción.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Plantas Medicinales**

A lo largo del tiempo, las plantas medicinales han desempeñado un papel crucial en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades, por ende, el interés en las plantas

medicinales ha experimentado un resurgimiento, impulsado por la búsqueda de enfoques naturales y sostenibles para la salud. Actualmente, se ha observado un creciente reconocimiento de las propiedades curativas de estas plantas, especialmente en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas como el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas.

Algunas de las plantas medicinales más comunes utilizadas en el tratamiento y prevención de estas enfermedades se muestran a continuación:

**Tabla 1**

*Plantas Medicinales utilizadas en el tratamiento o prevención del cáncer y neurodegeneración*

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Uso</b>	<b>Referido</b>
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Terapia fotodinámica en algunos tipos de cáncer.	Saz-Peiró & Tejero-Lainez (2016)
<i>Croton lechleri</i>	sangre de drago	Tratar estrés oxidativo relacionado a enfermedades vasculares.	Mostacero-León et al. (2019)
<i>Camellia sinensis</i>	Camelia	Prevención de cáncer en el sistema digestivo.	Saz-Peiró & Tejero-Lainez (2016)
<i>Curcuma longa</i>	Cúrcuma	Prevención cáncer de colon y próstata.	Mostacero-León et al. (2019)
<i>Origanum vulgare</i>	Orégano	Tratamiento diferentes tipos de tumores de mama.	Saz-Peiró & Tejero-Lainez (2016)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	Efectos antitumorales.	Saz-Peiró & Tejero-Lainez (2016)



<i>Matricaria</i>	Manzanilla	Presencia de componentes anticancerígenos.	Saz-Peiró & Tejero-Lainez (2016)
<i>Capparis brevispina</i> <i>DC</i>	alcaparra de la India	Alta capacidad antioxidante y citotóxica.	Subramanian & Ramani (2020)
<i>Capparis ovata</i> <i>Capparis zoharyi</i>	Alcaparra	Usado como compuestos fenólicos antioxidantes.	Aichi-Yousfi et al. (2016)

#### 1.4.2 Generalidades de la familia de plantas *Capparaceae*.

La familia Capparaceae, mayormente de origen tropical, abarca una amplia gama de plantas que incluyen hierbas y arbustos de distintas formas. Dentro de esta familia, el género *Capparis* cobra especial relevancia, albergando cerca de 270 especies que prosperan en diversas condiciones climáticas; registrándose propiedades medicinales de estas plantas. Se ha documentado el uso de especies como *C. mooni* y *C. tomentosa* en el tratamiento de la tuberculosis, mientras que *C. decidua* se emplea en el manejo de la diabetes y el hipercolesterolemia. Las semillas de *C. seiparia* y los frutos de *C. zeylanica* han sido utilizados como antídotos para las mordeduras de serpientes (Subramanian & Ramani, 2020).

En tiempos más recientes, se ha dirigido una mayor atención hacia *C. spinosa* debido a su riqueza en compuestos bioactivos, lo que ha impulsado investigaciones sobre sus diversas propiedades farmacológicas. Estas propiedades engloban desde antioxidantes y efectos antimicrobianos hasta aplicaciones en afecciones como el reumatismo, además de propiedades potencialmente anticancerígenas y hepatoprotectoras. En total, se han

identificado aproximadamente 400 compuestos fitoquímicos en el género *Capparis* (Subramanian & Ramani, 2020).

### **1.4.3 Aspectos generales del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*)**

El arbusto conocido comúnmente como Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) es una especie perteneciente a la familia botánica *Capparaceae*. Esta familia se encuentra representada en el Ecuador por varias especies, siendo una de ellas endémica. Presenta hojas en su mayoría simples, pero también se pueden encontrar algunas especies con hojas compuestas. La forma de las hojas puede variar, desde ovaladas u ovadas hasta hojas alargadas y estrechas con forma de lanza o acorazonadas (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2012).

### **1.4.4 Distribución geográfica y botánica**

Esta especie presenta una extensa distribución geográfica que se extiende desde los Estados Unidos hasta Argentina y el Caribe. En el contexto ecuatoriano, su presencia se registra en los bosques secos de las provincias de El Oro, Guayas y Manabí, a altitudes que varían entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2012).

### **1.4.5 Análisis Químico**

#### **1.4.5.1 Polifenoles Totales**

Los polifenoles, compuestos con propiedades organolépticas, farmacológicas y nutricionales significativas, comprenden una clase de metabolitos secundarios presentes en plantas. Entre ellos, los polifenoles totales, que abarcan diversas subclases como flavonoides, taninos, lignanos y ácidos fenólicos, se destacan por su poder antioxidante. Su capacidad para neutralizar los radicales libres en el organismo contribuye a la protección celular contra el

estrés oxidativo, lo que potencialmente los convierte en aliados en la prevención de enfermedades crónicas, como las cardiovasculares y el cáncer (Surco Laos et al., 2020).

#### **1.4.5.2 Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante se refiere a la capacidad de un compuesto para neutralizar los radicales libres y prevenir el daño celular causado por el estrés oxidativo. Los antioxidantes son compuestos que pueden reducir o prevenir el daño celular causado por los radicales libres y el estrés oxidativo. Algunos ejemplos de antioxidantes naturales incluyen las vitaminas C y E, el selenio y los carotenoides. La identificación y caracterización de la capacidad antioxidante de los compuestos naturales es importante para el desarrollo de terapias preventivas y tratamientos complementarios para enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas (Benítez-Estrada et al., 2020).

#### **1.4.5.3 Extracción Soxhlet**

La extracción Soxhlet es una técnica ampliamente utilizada en la separación sólido-líquido, especialmente en la determinación del contenido graso en diversas muestras. Asimismo, se emplea como una técnica preparativa previa al análisis mediante métodos instrumentales que luego se analizarán mediante cromatografía de gases y líquida. Además, es especialmente efectiva para la extracción de fitoquímicos no volátiles con limitada solubilidad, ya que el calor potencia la interacción del disolvente con la muestra. Por ello, es valiosa en la investigación científica y en la preparación de muestras para análisis posteriores, ya que garantiza una extracción exhaustiva de los componentes deseados (Rodríguez Renuncio, Ruiz Sánchez, & Urieta Navarro, 2000).

#### **1.4.5.4 Espectroscopía UV-visible**

La espectroscopía UV-visible es capaz de proporcionar información tanto sobre la concentración de un compuesto en solución como sobre su estructura química. En su esencia, esta técnica encuentra su fundamento en la capacidad intrínseca de las moléculas para absorber radiaciones electromagnéticas, estableciendo una relación lineal entre la cantidad de luz absorbida y la concentración del compuesto en cuestión. La capacidad de la espectroscopía UV-visible para revelar la composición química de los extractos vegetales y explorar su posible actividad biológica permite la indagación de propiedades terapéuticas (Owen, 2000).

#### **1.4.5.5 Tamizaje Fitoquímico**

El tamizaje fitoquímico, una técnica crucial en la investigación botánica, se orienta hacia la identificación de los componentes químicos presentes en extractos de plantas. Este procedimiento implica un análisis meticuloso de los extractos vegetales utilizando solventes específicos, seguido por la aplicación de reacciones de coloración y precipitación con el propósito de discernir la presencia de metabolitos secundarios particulares. El fundamento esencial de esta técnica yace en la singular capacidad de los diversos compuestos químicos de las plantas para reaccionar de manera distintiva con los solventes y reactivos empleados, facilitando así su detección y posterior identificación (García et al., 2020).

#### **1.4.5.6 Cromatografía de Gases**

La cromatografía de gases (CG) implica la volatilización de la muestra y su inyección en la cabeza de una columna cromatográfica para la determinación cuantitativa de los componentes volatilizados desde la matriz de la muestra, los cuales son transferidos a la fase gaseosa hasta alcanzar un estado de equilibrio termodinámico entre las concentraciones en las dos fases. Este método analítico se divide principalmente en dos tipos: cromatografía

gas-sólido (CGS), donde la fase estacionaria es un sólido y se basa en el equilibrio de adsorción, y cromatografía gas-líquido (CGL), en la que la fase estacionaria es un líquido adsorbido en un sólido, y el equilibrio se rige por el coeficiente de reparto (Muñoz-Acevedo et al., 2009).

#### **1.4.5.7 Espectrometría de Masas**

La espectrometría de masas, como técnica analítica avanzada, desentraña con precisión la compleja composición molecular de una muestra. Su fundamento se sustenta en la meticulosa medición de la masa de iones generados a partir de moléculas previamente ionizadas presentes en la muestra de interés. Este enfoque proporciona información esencial sobre la identidad y cantidad de los compuestos presentes en la muestra, destacando su singular capacidad para desvelar detalles moleculares fundamentales. El elemento fundamental de esta técnica reside en el proceso de ionización inicial, donde las moléculas de la muestra adquieren una carga positiva o negativa. Esta habilidad para discernir la masa de los iones no solo facilita la identificación precisa de los compuestos, sino también la cuantificación de su presencia en la muestra (Rahamtulla et al., 2023).

## **Capítulo 2**

## **2. Metodología**

### **2.1 Pretratamiento**

Las hojas del arbusto Sebastian Redondo fueron secadas en un secador de bandejas en el Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOPU) a 50°C por 4 horas; cuidando que la temperatura no se exceda para evitar cualquier tipo de daño a la muestra. Una vez secas, se procedió a la molienda utilizando un molino manual y se almacenó en una funda hermética para realizar el proceso de extracción.

### **2.2 Obtención de los Extractos**

Para la obtención de los extractos se aplicó la metodología de extracción Soxhlet; donde se pesaron 8 g del material seco y molido para introducirlo en el papel filtro con un poco de algodón en la parte superior. Se lo introdujo al extractor verificando que el condensado caerá sobre la muestra durante el proceso de extracción.

El proceso se realizó con solventes de distintas polaridades tales como hexano, diclorometano, acetato de etilo, metanol, y agua destilada para la obtención de los extractos; debido a que esto favorece la obtención de los diferentes compuestos presentes en la muestra por afinidad según su polaridad. Cabe mencionar que, para los solventes orgánicos, se realizó una extracción secuencial, es decir, el proceso de extracción fue aplicada a la misma muestra; mientras que, para el extracto acuoso, se utilizó una nueva muestra de material seco.

### **2.3 Análisis Químico**

Se realizó el análisis químico al extracto acuoso de la hoja del arbusto Sebastian Redondo para determinar la cantidad de polifenoles totales y la capacidad antioxidante a

través de tres métodos: poder antioxidante de reducción férrica (FRAP), ABTS (ácido 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) y DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Además, Se aplicó la metodología propuesta por Lamuela-ravents (1999) para el análisis de polifenoles totales (PFT).

### **2.3.1 Polifenoles Totales**

Para la cuantificación de PFT, se prepararon diluciones del extracto acuoso en metanol. Se tomó una alícuota, la cual se mezcló con agua destilada y el reactivo Folin-Ciocalteu diluido 1:10 (v/v) necesario para que los polifenoles presentes puedan reaccionar. La mezcla se agitó durante 5 minutos y se dejó reaccionar por 3 minutos a temperatura ambiente, luego de los cuales se le agregó una solución de carbonato de sodio al 20% para alcanzar un pH alcalino de 10 aproximadamente. Después de agitar nuevamente, las muestras se incubaron en oscuridad. En forma paralela se preparó una curva de calibración con diferentes concentraciones de ácido gálico como estándar en un rango de 0-100 ppm, procesado de igual manera que las muestras. Finalmente se midió la absorbancia de las muestras y los estándares con una longitud de onda de 745 nm. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente (GAE)/g muestra seca (ms) mediante la interpolación de las lecturas en la curva de calibración. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

### **2.3.2 Capacidad Antioxidante**

En la determinación de la actividad antioxidante del extracto acuoso de las hojas del arbusto Sebastian Redondo se escogió la metodología presentada por Thaipong et al. (2006)



los métodos FRAP y ABTS; mientras que para el método DPPH se siguió la metodología expuesta por Viteri et al. (2022), la cual es protocolo interno del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE).

### **2.3.2.1 Método FRAP**

Para el análisis de la capacidad antioxidante fue evaluada cuantitativamente mediante el ensayo FRAP. En esencia, se preparó la solución de trabajo FRAP mezclando una solución amortiguadora de acetato pH 3.6; 2,4,6-tri(2-piridil)-s-tiranzina y cloruro férrico en relación 10:1:1 respectivamente. Tras incubar alícuotas del extracto con la solución de trabajo FRAP, se permitió la formación del complejo ferroso-tripiridiltriazina durante 30 minutos en un baño maría a 37°C antes de medir la absorbancia resultante a 593 nm. Adicionalmente, se elaboró una recta patrón con el antioxidante Trolox en idénticas condiciones experimentales. De este modo, al interpolar las lecturas espectrofotométricas en la curva analítica, se pudo cuantificar la capacidad antioxidante del extracto en términos de mg de Trolox equivalente (TE)/g de muestra seca (ms) mediante la curva de calibración estándar que trabajó con concentraciones de 25 a 600  $\mu$ M usando como solvente metanol absoluto.

### **2.3.2.2 Método ABTS**

En la determinación del potencial antioxidante mediante el método ABTS, se preparó una solución del radical ABTS (ácido 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) con una concentración de 7.4 mM y una solución de persulfato de potasio con una concentración de 2.6 mM. La solución de trabajo fue preparada mezclando las dos soluciones anteriores en cantidades iguales; dejando un tiempo de reacción de 12 a 16 horas a temperatura ambiente en la oscuridad. Luego, esta solución fue diluida mezclando 1 ml con 60 ml de metanol para obtener una absorbancia de  $1.1 \pm 0.02$  a una longitud de onda de 734 nm. Cabe mencionar que,

en caso de no obtener la absorbancia requerida, se puede agregar solución de trabajo o metanol para aumentar o disminuir el valor de la medición. Para la curva de calibración se utilizó Trolox con concentraciones de 25 a 600  $\mu\text{M}$  usando como solvente metanol absoluto.

El proceso se realizó por triplicado utilizando tubos de ensayo. El extracto acuoso fue diluido en 25 ml de metanol tomando 1 ml de muestra. Se colocó 0.15 ml del extracto acuoso diluido en los tubos de ensayo para después agregar 2.85 ml de la solución de trabajo; dejando reaccionar un tiempo de 2 horas en la oscuridad. Los resultados se expresaron como mg TE/ g ms mediante la interpolación de las lecturas en la curva de calibración.

### **2.3.2.3 Método DPPH**

Se utilizó el método DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) para la determinación de la actividad antioxidante de las hojas del arbusto Sebastian Redondo. Para ello, se tomó 1.5 ml del extracto acuoso y se colocó en un tubo Eppendorf para llevarlo a la centrifuga debido a que es necesario separar los restos sólidos para evitar interferencias en la medición de absorbancia. Una vez centrifugado, se procedió a diluir la alícuota en cuatro relaciones diferentes 1:10, 1:20, 1:50 y 1:100 para obtener un volumen de muestra de 1 ml para cada uno y se los colocó en tubos Eppendorf. Para la curva de calibración, se utilizó Trolox con concentraciones desde 20 a 250 ppm disuelto en metanol absoluto, los cuales fueron colocados en 11 tubos Eppendorf y centrifugados.

Una vez preparados los tubos, se utilizó una microplaca donde se agregó la solución de control, la curva estándar, las muestras y el blanco, en cuatro pocillos cada uno de tal forma que el ensayo se realice por cuatriplicado. Se agregó 50  $\mu\text{L}$  para cada concentración de la curva de calibración, para cada concentración del extracto acuoso y metanol para la solución de control. Luego, se preparó la solución de DPPH, se llevó al agitador Vortex y una

vez diluido en 25 ml de etanol, se llevó al sonicador por 2 minutos. Se tomó 150  $\mu$ L de la solución del radical y se agregó a los pocillos. Se dejó reaccionar por 30 minutos a temperatura ambiente y en la oscuridad para luego medir la absorbancia a una longitud de onda de 517 nm. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición (%INH) y mg TE/ g ms mediante la interpolación de las lecturas en la curva de calibración.

## **2.4 Tamizaje Fitoquímico**

Para el análisis de tamizaje fitoquímico, se utilizaron los diferentes extractos previamente preparados en los solventes hexano, diclorometano, acetato de etilo, metanol y agua destilada. Cabe destacar que, en este análisis, los resultados son meramente cualitativos por lo que, se utilizó la siguiente escala: ensayo no aplicado al extracto (NA), ausencia del metabolito (-), poca abundancia (+), abundancia regular (++) y alta abundancia (+++). Esta metodología aplicada es un protocolo interno del CIBE.

### **2.4.1 Grasas/Lípidos**

Se realizó el ensayo de Sudán para determinar la presencia de compuestos grasos; utilizando 2 ml de cada extracto y calentándolos en baño de agua hasta la evaporación del solvente. Luego, se añade 1 ml del colorante Sudan III y se observa la coloración. El ensayo se consideró positivo si aparecieron gotas o una película coloreada de rojo en el líquido o en las paredes del tubo de ensayo (Manzano & Orellana, 2009).

### **2.4.2 Alcaloides**

Se aplicaron los ensayos de Dragendorff, Mayer y Wagner para determinar la presencia de alcaloides en los extractos. Para estos ensayos se obtuvo una solución ácida dependiendo de la naturaleza del solvente, es decir, los solventes orgánicos se evaporaron en un baño de agua y el residuo se redisolvió en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua y para el solvente acuoso, se le añadió 1 gota de ácido clorhídrico concentrado. Con la solución acuosa ácida se realizaba el ensayo, añadiendo 2 o 3 gotas del reactivo de Dragendorff, Mayer o Wagner respectivamente. Cabe mencionar que, en el ensayo de Mayer, se añade una pizca de cloruro de sodio en polvo a la solución ácida y posteriormente el reactivo. La presencia se observa por opalescencia, turbidez o precipitado (Manzano & Orellana, 2009).

### **2.4.3 Lactonas**

Se realizó el ensayo de Baljet para identificar los compuestos con agrupamiento lactónico, en particular coumarinas. Se tomaron 2 ml de cada extracto y se evaporaron aquellos que no se encontraban en alcohol en baño de agua y el remanente se disolvió en 1 ml de alcohol. Luego, se añadió 1 mL del reactivo de Baljet; considerándose un ensayo positivo la aparición de coloración o precipitado rojo (Manzano & Orellana, 2009).

### **2.4.4 Quinonas**

Se realizó el ensayo de Borntrager para la identificación de quinonas. Se utilizaron 2 ml de cada extracto y se calentó en baño de agua hasta la evaporación del solvente; redisolviéndose en 1 ml de cloroformo. Después, se agregó 1 ml de hidróxido de sodio al 5% en agua, agitando la mezcla para mezclar las fases y se dejó reposar hasta que se separaron.

El ensayo se consideró positivo si la fase acuosa alcalina (superior) adquiría una coloración rosada o roja (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.5 Triptenos y/o Esteroides**

Se aplicó el ensayo de Liebermann-Burchard para el reconocimiento de triptenos y/o esteroides. Se utilizaron 2 ml de cada extracto y se calentó en baño de agua hasta la evaporación del solvente; redisolviéndose en 1 ml de cloroformo. A esto, se añadió 1 mL de anhídrido acético y se mezcló correctamente. Se dejaron caer 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado por la pared del tubo de ensayo sin agitar. La confirmación de un ensayo positivo se estableció mediante un cambio rápido de coloración, ya sea rosado-azul de manera muy rápida, verde intenso de forma visible pero rápida, o verde oscuro-negro al final de la reacción (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.6 Resinas**

Para identificar este compuesto específico, se agregó 10 mL de agua destilada a 2 mL de la solución alcohólica. La presencia de un precipitado señala un resultado positivo en el ensayo (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.7 Azúcares Reductores**

Se aplicó el ensayo de Fehling para reconocer la presencia de azúcares reductores en los extractos. Se utilizaron 2 ml de cada extracto y los solventes orgánicos se calentaron en baño de agua hasta su evaporación; redisolviéndose en 1-2 ml de agua. Posteriormente, se prepara el reactivo de Fehling añadiendo la solución A y B en volúmenes iguales y se mezcla.

Se añadieron 2 mL de la mezcla del reactivo y se calienta en baño de agua durante 5-10 minutos. Se consideró como ensayo positivo si la solución adquiría un tono rojo o si se formaba un precipitado rojo (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.8 Saponinas**

El ensayo de espumas permitió identificar la presencia de saponinas. Se tomó 2 ml del extracto alcohólico y se diluyó con un volumen de agua 5 veces mayor. Luego, se agitó intensamente la mezcla durante 5-10 minutos. Se consideró que el ensayo era positivo cuando se observó la formación de espuma en la superficie del líquido, la cual debe mantenerse por más de 2 minutos y tener una altura mayor que 2 mm (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.9 Aminoácidos libres o Aminas**

Se realizó el ensayo de la ninhidrina para la determinación de aminoácidos libres o aminas en los extractos. Se tomó 2 ml de cada extracto y los solventes no alcohólicos se calentaron en baño de agua hasta su evaporación. Luego, se agregó 2 mL de una solución al 2% de ninhidrina en agua. La mezcla se calentó durante 5-10 minutos en baño de agua. El ensayo resultaba positivo con la aparición de un color azul violáceo (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.10 Flavonoides**

Se realizó el ensayo de Shinoda para la detección de la presencia de flavonoides. Se tomó 2 ml de cada extracto y se calentaron los solventes orgánicos a excepción del alcohólico en un baño de agua hasta su evaporación. Posteriormente, se agregó 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y una pequeña cantidad de cinta de magnesio metálico. Tras esperar 5 minutos

después de la reacción, se añadió 1 ml de alcohol amílico, mezclando las fases y se dejó reposar para su separación. Se consideró un ensayo positivo cuando la coloración se torna intenso en colores como amarillo, naranja, carmelita o rojo (Manzano & Orellana, 2009).

Por otro lado, se aplicó el ensayo de antocianinas para la determinación de estructuras de secuencia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, presentes en los flavonoides de los extractos vegetales. Se procedió a calentar 2 ml del extracto alcohólico con 1 ml de ácido clorhídrico durante 10 minutos. Se dejó enfriar y se agregó 1 ml de agua destilada y 2 mL de alcohol amílico; se agita y se deja separar las fases. El ensayo es positivo al existir una tonalidad roja a marrón en la fase amílica (Manzano & Orellana, 2009).

#### **2.4.11 Polisacáridos**

Se realizó el ensayo de mucílagos para la determinación una estructura tipo polisacárido en los extractos. Se tomó 2 ml del extracto acuoso y se dejó enfriar a 0-5°C. El ensayo es positivo si la solución adquiere una consistencia gelatinosa (Manzano & Orellana, 2009).

### **2.5 Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas (GC-MS)**

Para este análisis, se siguió la metodología presentada por Chóez-Guaranda et al. (2022), la cual es un protocolo interno del CIBE. Se usaron 3 viales donde se colocó 1 ml de los extractos apolares (hexano, diclorometano, acetato de etilo); mientras que, para los extractos polares (metanol y agua) se colocó 250 µL en tubos cónicos Eppendorf. Estos se pesaron y fueron llevados a una centrífuga con bomba de vacío para evaporar el solvente a 60°C por 45 minutos; al terminar se pesan nuevamente para obtener la cantidad de sólido.

Luego, se añadió 150  $\mu\text{L}$  del reactivo BSTFA en los tubos y se llevó a baño María a 70°C por 2 horas para llevar a cabo la reacción.

Los extractos se introdujeron en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890A que estaba equipado con un detector selectivo de masas 5975C. La separación de compuestos se llevó a cabo utilizando una columna capilar HP-5MS (30 m x 250  $\mu\text{m}$  x 0.25  $\mu\text{m}$ ) con metilpolisiloxano fenil como fase estacionaria y gas portador de helio a 1.2 mL/min. Se realizó la inyección sin división de 2  $\mu\text{L}$  de muestra a 250°C y se mantuvo la temperatura del horno a 70°C durante 2 minutos, seguido de un aumento de 5°C/min hasta alcanzar 285°C. La temperatura de la línea de transferencia MSD y de la fuente de ion fue de 280°C y 230°C, respectivamente. Se utilizó un modo de ionización por impacto electrónico (70 eV) y los datos de los compuestos fueron recolectados con el modo de lectura completa (40-1000 amu) en el analizador de masas cuadrupolo.

Los datos resultantes fueron procesados mediante el software ChemStation GC/MSD para obtener los espectros de masas, permitiendo así la identificación de los compuestos presentes en los extractos mediante la comparación con las librerías espectrales NIST 11, Wiley 9 y el índice de retención utilizando una serie de n-alcanos (C7-C40).

## **2.6 Proceso de producción de la infusión**

Para este proceso se han identificado los diferentes procesos y operaciones unitarias para llevar a cabo el proceso de producción de una infusión a partir de las hojas del arbusto Sebastian Redondo.



### **2.6.1 Lavado y Selección**

A partir de la materia prima obtenida, correspondiente a las hojas del arbusto Sebastian Redondo, se procede limpiar las hojas con agua con el fin de remover impurezas que contenga y afecte a la calidad del producto.

### **2.6.2 Secado**

Una vez seleccionadas las hojas, se secó las hojas en un secador de bandejas a 50°C para eliminar la humedad por debajo de los límites permisibles según la normativa NTE INEN 2381:2005, el cual presenta un porcentaje de humedad de 9-12%.

### **2.6.3 Molienda**

Al tener las hojas secas, se redujo el tamaño de las hojas mediante el uso de un molino manual para obtener el producto con un tamaño de partícula requerido para su uso en la infusión.

### **2.6.4 Tamizado**

Se utilizaron diferentes tamices con la finalidad de separar las hojas molidas en diferentes tamaños siendo estos grandes, medianos y pequeños para seleccionar el tamaño correcto para el proceso.

### **2.6.5 Empaquetado**

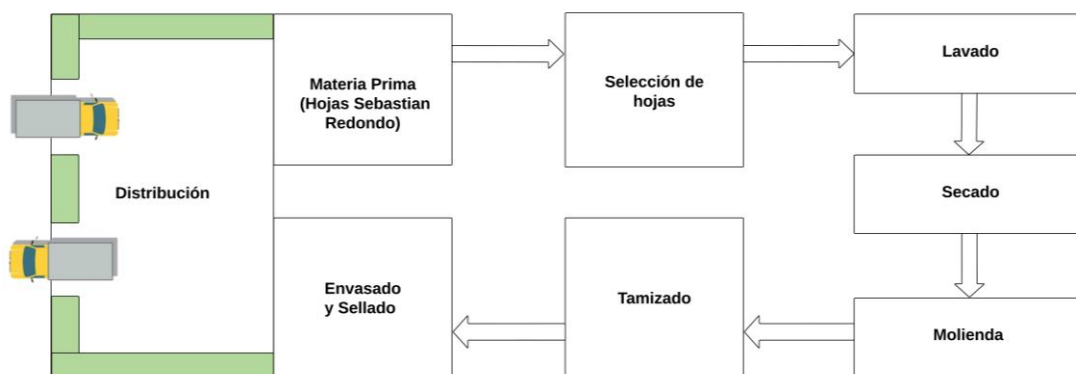
Para esta etapa se pesó la muestra tamizada considerando un peso de 1.5 g por cada bolsa de té, mediante el uso de una balanza. Las bolsitas elaboradas se almacenan en un lugar fresco y seco para evitar el deterioro del producto.

### 2.6.6 Esquema de la planta piloto

A continuación, se presenta el esquema de la planta piloto para la producción de la infusión.

#### Figura 1

*Esquema de la planta piloto detallando los procesos para la producción de la infusión*



## Capítulo 3

### 3. Resultados y análisis

#### 3.1 Actividad Antioxidante

A partir de las curvas de calibración de ácido gálico y Trolox elaboradas con los datos de absorbancia obtenidos por el espectrofotómetro UV-visible según las concentraciones de las soluciones estándar, se utilizó la ecuación de la recta de las curvas para obtener las concentraciones equivalentes de cada estándar y cuantificar el poder antioxidante mostrado en la Tabla 2. Para ello, se tomó en cuenta la cantidad de muestra utilizada en la extracción, el volumen del solvente y el factor de dilución empleado para cada método (véase Apéndice A).

Cabe destacar que, los valores del coeficiente de correlación  $R^2$  de las curvas en los ensayos PFT (0.9916), FRAP (0.9925), ABTS (0.9927) y DPPH (0.9943) son cercanos a 1, lo cual indica un correcto ajuste estadístico y una relación precisa entre ellos. Además, existe una tendencia lineal decreciente para ABTS y DPPH debido a que, una mayor presencia del antioxidante inhibe los radicales resultando en una menor absorbancia. Mientras que, para PFT y FRAP ocurre lo contrario dado que, una mayor concentración de antioxidante promueve la formación de los complejos coloreados aumentando la absorbancia (véase Figura A1, A2, A3 y A4).

**Tabla 2**

*Actividad antioxidante presente en la hoja Capparicordis crotonoides*

Extracto	PFT (mg GAE/g ms)	FRAP (mg TE/g ms)	ABTS (mg TE/g ms)	DPPH	
				%Inhibición	mg TE/g ms
Acuoso	116.6±1.03	55.83±0.702	57.43±0.669	25.74±3.35	6.772±0.853

*Nota.* Todos los valores reportados son promedio (n=3) ± desviación estándar.

Los resultados obtenidos en la cuantificación de polifenoles totales indican un contenido de  $116.6 \pm 1.03$  mg GAE/ g ms. Esto representa una alta presencia de polifenoles en el extracto acuoso de la hoja *Capparicordis crotonoides* al comparar estos datos con un estudio reportado aplicado a especies de uvillas en Perú (Cajamarca) con alta cantidad de estos compuestos, donde se obtuvo un valor de  $106 \pm 0.48$  mg GAE/ g ms (Jurado-Teixeira et al., 2016).

El poder antioxidante para los ensayos FRAP, ABTS tuvieron un valor de  $55.83 \pm 0.702$  y  $57.43 \pm 0.669$  mg TE/g ms, respectivamente. Estos valores representan un alto poder antioxidante al ser comparados con los datos presentados en un estudio similar con especies de guayaba con alta capacidad antioxidante, los cuales se encuentra en un rango de 22.3 a 37.9 y 15.8 mg TE/g ms, respectivamente (Rojas-Barquera & Narváez-Cuenca, 2009; Thaipong et al., 2006). Por otro lado, la capacidad antioxidante mediante DPPH presentó un valor de  $6.772 \pm 0.853$  mg TE/g ms con un  $25.74 \pm 3.35\%$  de inhibición del radical. Estos valores muestran un poder antioxidante medio al ser comparado con los datos presentados en dos estudios similares con especies de guayaba y especies de la familia *Capparaceae* con alta capacidad antioxidante, los cuales se encuentra en un rango de 41.40 a 77.80 %INH y 16.2 a 32 mg TE/g ms (Aichi-Yousfi et al., 2016; Thaipong et al., 2006).

Por lo tanto, la hoja del arbusto Sebastian Redondo tiene una capacidad media-alta de inhibir los radicales libres y reducir metales debido a la presencia de compuestos polifenólicos, asociados a la actividad antioxidante.

### 3.2 Tamizaje Fitoquímico

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a los extractos de las hojas del arbusto Sebastian Redondo en los diferentes solventes evidenciaron una alta variabilidad de metabolitos secundarios presentes como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Metabolitos secundarios presentes en la hoja Capparicordis crotonoides*

Ensayo	Medios de Extracción					Metabolitos Secundarios
	HX <sup>a</sup>	DM <sup>b</sup>	AE <sup>c</sup>	ME <sup>d</sup>	AG <sup>e</sup>	
<b>Sudan</b>	+	+++	++	-	-	Aceites/grasas
<b>Dragendorff</b>	-	-	-	+++	+	Alcaloides
<b>Mayer</b>	-	-	-	++	+	
<b>Wagner</b>	-	-	-	+++	+	
<b>Baljet</b>	++	++	++	++	++	Lactonas
<b>Borntrager</b>	-	-	-	+	+	Quinonas
<b>Liebermann-Buchard</b>	++	+	++	-	-	Tripertenos/esteroides
<b>Fehling</b>	++	++	++	+++	-	Azúcares reductores
<b>Shinoda</b>	-	-	-	-	+	Flavonoides
<b>Resinas</b>	NA	NA	NA	-	NA	Resinas
<b>Espumas</b>	NA	NA	NA	++	NA	Saponinas
<b>Antocianidinas</b>	NA	NA	NA	+	NA	Grupo flavonoides C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>
<b>Ninhidrina</b>	-	-	-	-	++	Aminoácidos libres/ aminas
<b>Mucílagos</b>	NA	NA	NA	NA	-	Polisacáridos

*Nota.* <sup>a</sup> Extracto en Hexano; <sup>b</sup> Extracto en Diclorometano; <sup>c</sup> Extracto en Acetato de etilo; <sup>d</sup> Extracto en Metanol; <sup>e</sup> Extracto Acuoso; (NA): Ensayo no aplica al extracto; (-): Ausencia; (+): Poca abundancia; (++) : Abundancia regular; (+++) : Alta abundancia.

En los ensayos de Dragendorff, Mayer, y Wagner se reveló una alta presencia de alcaloides, en el cual se destacan en el extracto metanólico, a su vez se evidencia de manera regular lípidos, lactonas, tripertenos y glucósidos mediante los ensayos de Sudan, Baljet, Lieberman-Burchard y Fehling respectivamente, destacando para estos ensayos a los extractos en solventes de HX, DCL, AE, ME, AG. Para los ensayos de Borntrager, Shinoda,

Espumas y Ninhidrina respectivamente, se evidencia poca abundancia de quinonas, flavonoides, Saponinas y aminos correspondientes a los ensayos aplicados. Los hallazgos mencionados en metabolitos secundarios como alcaloides y flavonoides constituyen la primera evidencia reportada sobre la capacidad antioxidante de esta especie promisor.

### 3.3 Cromatografía de Gases acoplado a Espectrometría de Masas

Los compuestos identificados en los diferentes extractos de la hoja de *Cappari cordis crotonoides* se muestran en la Tabla 4; donde se detectaron un total de 26 compuestos: 4 ácidos carboxílicos, 1 aminoácido, 1 amida, 2 ácidos dicarboxílicos, 2 alditoles, 3 polioles, 1 sesquiterpeno, 3 ácidos grasos, 1 ácido fenólico, 1 diterpenoide, 1 lactona, 1 éster glicósido, 4 ésteres glicérido y 1 tocoferol. Además, poseen un porcentaje de certeza mayor que 90% a excepción de 2 compuestos (hexahidrofarnesil acetona (71.76%) y 4,8,12,16-Tetrametilheptadecan-4-ólido (89.67%)); asegurando que los compuestos detectados corresponden a los comparados con las librerías espectrales. Cabe mencionar que, estos compuestos son de origen natural, por lo que, la inclusión de estos dos compuestos es relevante al ser parte de la especie vegetal analizada.

El extracto acuoso y metanólico presentan mayor cantidad, mientras que el hexano mostró solamente 6 compuestos. En el extracto acuoso se tiene la presencia de ácido l-treónico ( $0.2970 \pm 0.00$ ), ácido benzoico ( $0.1261 \pm 0.04$ ) y 2-Monostearina ( $1.1134 \pm 0.08$ ); los cuales pueden explicar la actividad antioxidante mostrada. Asimismo, en los extractos se encuentran algunos antioxidantes potenciales como el ácido isoferúlico ( $0.1249 \pm 0.02$ ), fitol ( $6.427 \pm 0.70$ ) y alfa-Tocoferol ( $1.3172 \pm 0.12$ ), mientras que la acetona hexahidrofarnesilo ( $1.1249 \pm 0.15$ ) puede actuar como antiinflamatorio. En general, la detección de estos compuestos puede explicar la actividad biológica y metabolitos encontrados.

**Tabla 4***Compuestos identificados en los extractos de la hoja Capparicordis crotonoides*

Tiempo de Retención (min)	Compuesto	Área del pico (%) <sup>a</sup>			Índice de Retención Estimado <sup>b</sup>	Índice de Retención Teórico <sup>c</sup>
		Acuoso	Metanol	Hexano		
11.767	Ácido propanoico	0.1189±0.01	-	-	1144.15	1151.00
13.447	Ácido 1-aminociclopropanocarboxílico	-	0.1901±0.08	-	1210.23	1199.80
14.089	Urea	0.0741±0.02	0.2110±0.01	-	1236.84	1237.00
15.975	Ácido succínico	0.7110±0.14	-	-	1310.70	1321.00
16.596	Ácido glicérico	0.1861±0.02	0.2276±0.02	-	1336.58	1344.00
20.959	meso-Eritritol	1.3816±0.07	-	-	1522.09	1500.80
22.146	Ácido L-treónico	0.2970±0.00	0.4020±0.01	-	1575.58	1523.20
23.135	Ácido benzoico	0.1261±0.04	-	-	1621.54	1635.00
25.631	L- (-)-Arabitol	0.5004±0.01	-	-	1741.73	1746.00
25.645	D- (+)-Arabitol	-	0.7258±0.01	-	1742.40	1746.00
25.855	Ácido 1,3-benzenodicarboxílico	-	0.7339±0.04	-	1752.84	1748.00
27.419	Acetona hexahidrofarnesilo	-	-	1.1249±0.15	1831.99	1836.00
27.550	Ácido tetradecanoico	3.9321±0.08	1.5219±0.15	0.7861±0.10	1839.41	1850.00
29.782	D-manitol	-	0.5368±0.03	-	1957.26	1969.00
31.165	Ácido hexadecanoico	-	-	11.117±5.65	2033.81	2050.00
32.065	Ácido isoferúlico	-	0.1249±0.02	-	2084.73	2079.30
32.555	Mio-inositol	0.1004±0.01	-	-	2112.96	2152.00
33.438	Fitol	-	-	6.4270±0.70	2164.92	2183.00
34.491	Ácido octadecanoico	0.6206±0.08	0.4454±0.02	-	2228.02	2239.00
36.211	4,8,12,16-Tetrametilheptadecan-4-ólido	-	-	0.6676±0.13	2334.61	2364.20
36.808	Gliceril-glicósido	0.1539±0.00	0.0802±0.02	-	2397.12	2376.00
39.479	2-Monopalmitoilglicerol	1.7822±0.03	-	-	2551.97	2576.00
40.026	1-Monopalmitina	14.639±0.33	10.396±1.44	-	2587.54	2581.00
42.157	2-Monostearina	1.1134±0.08	-	-	2743.98	2772.00
42.702	Monostearina	-	7.1531±0.74	-	2784.89	2780.00
46.885	Alfa-tocoferol	-	-	1.3172±0.12	3120.49	3130.00

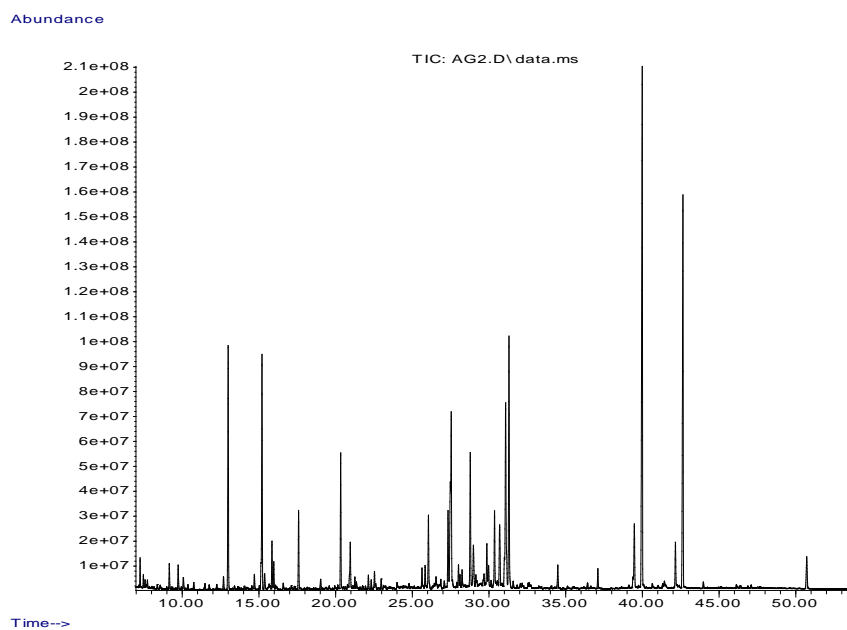
Nota. <sup>a</sup> Valores promedio (n=3) ± desviación estándar; <sup>b</sup> Valores estimados en una columna capilar apolar HP-5MS; <sup>c</sup> Valores referenciales estimados en una columna capilar apolar.



Por otro lado, se obtuvo el cromatograma de cada extracto utilizado como se muestra en la Figura 2, 3 y 4; los cuales permiten relacionar los tiempos de retención y los espectros de masas (véase Apéndice B) para la identificación de los compuestos.

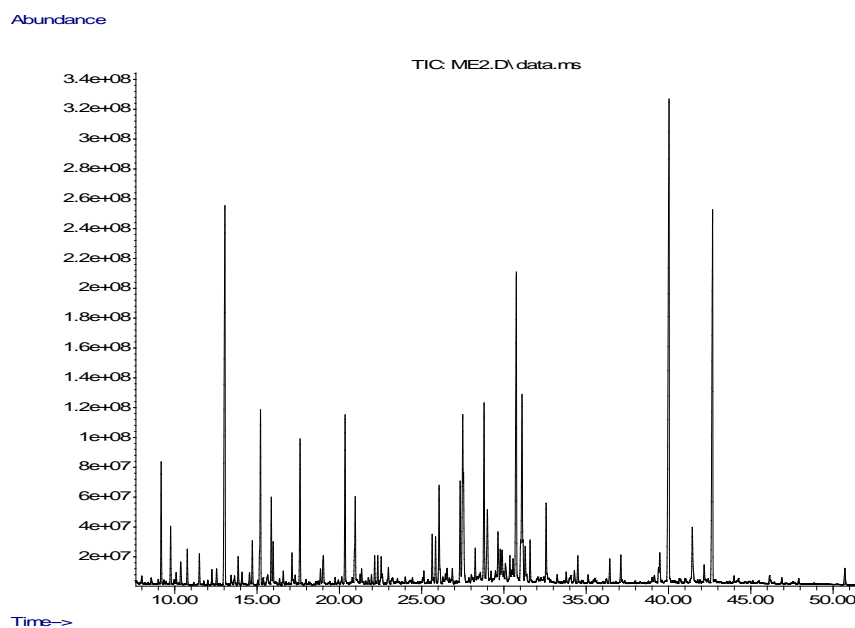
## Figura 2

*Cromatograma correspondiente al extracto acuoso*



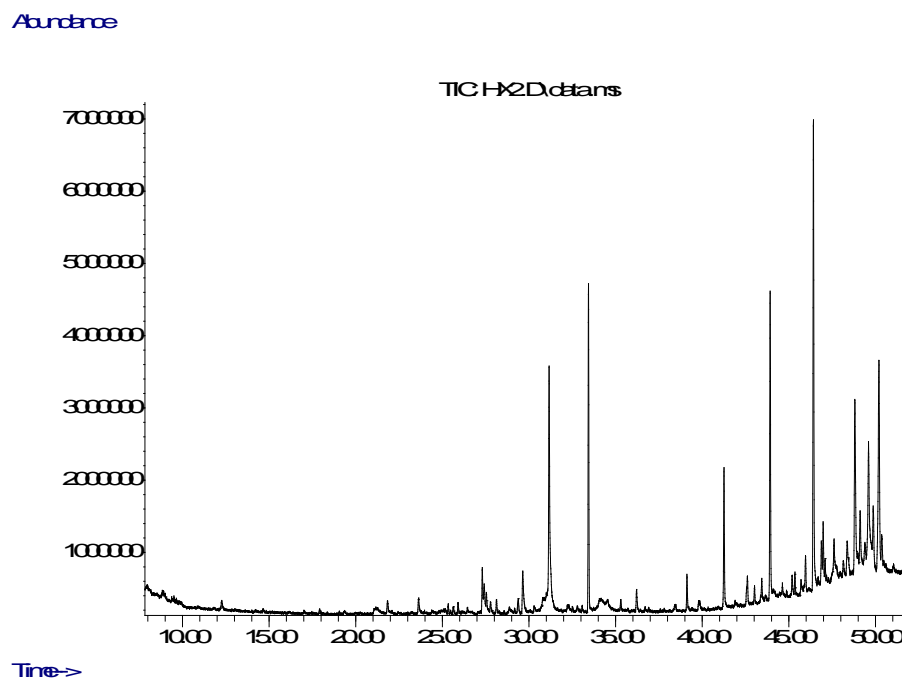
## Figura 3

*Cromatograma correspondiente al extracto de metanol*



**Figura 4**

*Cromatograma correspondiente al extracto de hexano*




### 3.4 Análisis Económico

#### 3.4.1 Equipos

**Tabla 5**

*Detalle de los equipos para el proceso de producción de la infusión*

Equipo	Imagen	Descripción	Costo
Tanque de lavado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se usa para eliminar contaminantes, que causan el deterioro o contaminación de la infusión.</li> <li>• Capacidad de 200-600 kg/h.</li> <li>• Voltaje: 220V/380V               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión: 3000x1200x1000mm</li> <li>• Marca: BR</li> </ul> </li> </ul>	\$780

**Molino**

- Aplicado en la trituración mediante un proceso mecánico.
- Rango de velocidad: 2000-6000 rpm
  - Voltaje: 220V
  - Dimensiones: 900x800x1550 mm
- Capacidad: 20-3000 Kg/h
- Marca: MYONLY

\$1,200

**Secador de bandejas**

- Se aplica para eliminar la humedad en la materia prima.
  - Voltaje: 220V
  - Dimensiones: 1180x690x1800 mm
  - Material: acero inoxidable
  - Marca: IKE
- Temperatura: 50-65 °C
- Cantidad de bandejas: 15
- Capacidad: 20-100kg/lote
- Dimensiones (bandeja): 780x540x30 mm

\$2,750

**Tamiz**

- Se usa para separar los tamaños de partícula.
  - Marca: xingdou machinery
  - Voltaje: 220V
  - Capacidad: 100kg-10ton/h
- Tamaño de malla: 2~500 mm
- Velocidad del motor: 1500 rpm

\$400

**Envasadora y selladora**

- Se aplica en el embalaje automático del té, garantizando higiene y calidad del producto.
- Voltaje: AC220V
- Marca: HUASHENG
  - Dimensiones: 1200x760x1750mm
- Capacidad: 30-60 bolsas/min \$2,500
- Velocidad de embalaje: 40-60 bolsas/min
- Rango de llenado: 1.5-3g/bolsa g

*Nota. Fuente:* (Alibaba, 2023)

### 3.4.2 Rentabilidad del proyecto

Se consideró el análisis de los activos, costos, ingresos, inversión, depreciación de equipos y el flujo neto detallados en el Apéndice C. Con estos parámetros, se realizó el flujo del inversionista, mostrado en la Tabla 6, para obtener el flujo de caja neto del proceso de producción de la infusión a escala piloto proyectado a un tiempo de vida útil de 10 años. Con ello, se puede indicar que el proyecto generó ganancias desde el primer año mostrando liquidez. Además, como indica la Tabla 7, se utilizó la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) como indicadores de rentabilidad; presentando valores de 16.97%, \$ 46,975.55 y 86%, respectivamente. Estos valores indican que el proyecto puede ser considerado rentable y atractivo dado que, el TIR es bastante mayor que el TMAR y el VAN y el TIR obtuvieron valores positivos. Finalmente, se determinó que el tiempo de retorno de la inversión, como se observa en la Tabla 8, se ubica al primer año del proyecto, constatando la viabilidad para la inversión en el proyecto.

**Tabla 6***Flujo del inversionista del proceso de producción de la infusión*

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ventas</b>		\$ 67,320.00	\$ 69,676.20	\$ 72,114.87	\$ 74,638.89	\$ 77,251.25	\$ 79,955.04	\$ 82,753.47	\$ 85,649.84	\$ 88,647.58	\$ 91,750.25
<b>Costos variables</b>		\$ 46,543.20	\$ 48,172.21	\$ 49,858.24	\$ 51,603.28	\$ 53,409.39	\$ 55,278.72	\$ 57,213.48	\$ 59,215.95	\$ 61,288.51	\$ 63,433.60
<b>Margen de contribución</b>		\$ 20,776.80	\$ 21,503.99	\$ 22,256.63	\$ 23,035.61	\$ 23,841.86	\$ 24,676.32	\$ 25,539.99	\$ 26,433.89	\$ 27,359.08	\$ 28,316.65
<b>Costos fijos</b>		\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80	\$ 8,197.80
<b>Depreciación</b>		\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00
<b>Amortización de activos diferidos</b>		\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
<b>Utilidad operativa</b>		\$ 11,736.00	\$ 12,463.19	\$ 13,215.83	\$ 13,994.81	\$ 14,801.06	\$ 15,635.52	\$ 16,499.19	\$ 17,393.09	\$ 18,318.28	\$ 19,275.85
<b>Gastos financieros (intereses)</b>		\$ 779.66	\$ 695.31	\$ 603.24	\$ 502.74	\$ 393.05	\$ 273.32	\$ 142.64			
<b>Utilidad antes de participación</b>		\$ 10,956.34	\$ 11,767.88	\$ 12,612.59	\$ 13,492.07	\$ 14,408.00	\$ 15,362.20	\$ 16,356.55	\$ 17,393.09	\$ 18,318.28	\$ 19,275.85
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		\$ 10,956.34	\$ 11,767.88	\$ 12,612.59	\$ 13,492.07	\$ 14,408.00	\$ 15,362.20	\$ 16,356.55	\$ 17,393.09	\$ 18,318.28	\$ 19,275.85
<b>25% impuestos</b>		\$ 2,739.08	\$ 2,941.97	\$ 3,153.15	\$ 3,373.02	\$ 3,602.00	\$ 3,840.55	\$ 4,089.14	\$ 4,348.27	\$ 4,579.57	\$ 4,818.96
<b>Utilidad neta</b>		\$ 8,217.25	\$ 8,825.91	\$ 9,459.44	\$ 10,119.05	\$ 10,806.00	\$ 11,521.65	\$ 12,267.41	\$ 13,044.82	\$ 13,738.71	\$ 14,456.88
<b>Amortización deuda</b>		\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55	\$ 1,701.55
<b>Depreciación</b>		\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00
<b>Amortización de diferidos</b>		\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
<b>Inversión</b>	\$ (9,381.60)										
<b>Capital de trabajo</b>	(\$ 8,370.25)										
<b>Préstamo</b>	\$ 8,370.25										
<b>Valor de liquidación de capital de trabajo</b>											\$ 8,370.25
<b>Valor de desecho de activos fijos</b>											\$ 3,965.00
<b>Flujo de caja neto</b>	\$ (9,381.60)	\$ 7,358.70	\$ 7,967.36	\$ 8,600.89	\$ 9,260.50	\$ 9,947.45	\$ 10,663.10	\$ 11,408.86	\$ 12,186.27	\$ 12,880.16	\$ 25,933.58

**Tabla 7***Indicadores económicos para la producción de la infusión*

<b>TMAR<sup>a</sup></b>	16.97%
<b>TIR<sup>b</sup></b>	86%
<b>VAN<sup>c</sup></b>	\$ 46,975.55

*Nota.* <sup>a</sup>Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento; <sup>b</sup>Tasa Interna de Retorno; <sup>c</sup>Valor Actual Neto

**Tabla 8***Tiempo de retorno de la inversión*

<b>Años</b>	<b>Saldo de Inversión</b>	<b>Flujo de Caja</b>	<b>Rentabilidad Exigida</b>	<b>Recuperación de Inversión</b>
<b>1</b>	\$ 8,520.90	\$ 7,358.70	\$ 1,446.14	\$ 5,912.56
<b>2</b>	\$ 2,608.34	\$ 7,967.36	\$ 442.68	\$ 7,524.68
<b>3</b>	\$ (4,916.34)	\$ 8,600.89	\$ (834.38)	\$ 9,435.27
<b>4</b>	\$ (14,351.62)	\$ 9,260.50	\$ (2,435.71)	\$ 11,696.20
<b>5</b>	\$ (26,047.82)	\$ 9,947.45	\$ (4,420.74)	\$ 14,368.20
<b>6</b>	\$ (40,416.02)	\$ 10,663.10	\$ (6,859.26)	\$ 17,522.36
<b>7</b>	\$ (57,938.38)	\$ 11,408.86	\$ (9,833.10)	\$ 21,241.96
<b>8</b>	\$ (79,180.34)	\$ 12,186.27	\$ (13,438.21)	\$ 25,624.48
<b>9</b>	\$ (104,804.81)	\$ 12,880.16	\$ (17,787.11)	\$ 30,667.26
<b>10</b>	\$ (135,472.07)	\$ 25,933.58	\$ (22,991.85)	\$ 48,925.43

## Capítulo 4

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- Se diseñó un proceso productivo para la elaboración de una infusión con capacidad fitoterapéutica a partir de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*). El diseño se ha realizado de manera integral, teniendo en cuenta todos los aspectos necesarios para garantizar la calidad y efectividad del producto final. Para ello, se han empleado datos experimentales que nos han permitido obtener resultados confiables y ajustar los diferentes pasos del proceso. El primer paso del proceso fue la obtención de la materia prima, se realizó una cuidadosa selección de las hojas, en la que se tuvieron en cuenta aspectos como su estado de madurez y calidad. A continuación, se llevaron a cabo los procesos de molienda y secado a una temperatura de 52-54 °C, con el objetivo de obtener un producto de fácil manejo y conservación. Posteriormente, se procedió al empaquetado del producto, asegurando que se cumplieran los estándares de higiene y presentación necesarios, finalmente, se realizó el sellado de los paquetes, garantizando la calidad y frescura del producto. Los costos asociados al diseño se han estimado en \$9,381.60 como inversión inicial y \$17,902.50 como inversión total. Los resultados obtenidos a partir de los experimentos realizados demuestran que el proceso productivo diseñado es eficaz para la elaboración de una infusión con capacidad fitoterapéutica.

- Se obtuvieron 5 extractos de las hojas del arbusto Sebastian Redondo (*Capparicordis crotonoides*) utilizando el método de extracción sólido-líquido Soxhlet con solventes de diferentes polaridades, como hexano, diclorometano, acetato de etilo, metanol y agua destilada. Se utilizó una cantidad de 8 g de la muestra triturada y 200 ml de solvente en cada extracción para maximizar la extracción de compuestos activos y las propiedades fitoterapéuticas de las hojas del arbusto.



- Se determinó la composición química y actividad antioxidante de los extractos, los resultados obtenidos mediante las técnicas analíticas empleadas evidencian un importante potencial de esta especie vegetal. La cuantificación de polifenoles totales arrojó un promedio de  $116.6 \pm 1.03$  mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra seca denotando la riqueza de estos metabolitos secundarios con reconocida acción antioxidante. Los ensayos FRAP, ABTS confirmaron una elevada capacidad antioxidante, con valores promedio de  $55.83 \pm 0.702$ ,  $57.43 \pm 0.669$  mg de equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca respectivamente, para el ensayo de DPPH se tuvo una media de  $6.772 \pm 0.853$  mg de equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca con un  $25.74 \pm 3.35\%$  de inhibición del radical. La baja desviación estándar de estos resultados indica precisión y repetitividad; mediante la aplicación de ensayos correspondientes al tamizaje fitoquímico se evidenció una predominante presencia de alcaloides y moderada de lípidos, lactonas, triptenos y glucósidos, en menor proporción mostraron quinonas, flavonoides, saponinas y aminas. El análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas permitió la detección de 26 compuestos, principalmente ácidos carboxílicos, aminoácidos, lípidos y terpenoides, con un alto porcentaje de similitud. Los extractos acuoso y metanólico mostraron mayor presencia de ácido treónico, ácido benzoico y monostearina, compuestos antioxidantes que justifican la actividad demostrada. Asimismo, se hallaron metabolitos como el ácido isoferúlico, fitol, tocoferol y acetona hexahidrofarnesilo, de reconocidas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y terapéuticas estos hallazgos aportan la primera caracterización química documentada para esta especie, confirmando la riqueza de metabolitos con actividad antioxidante.

- El análisis de la rentabilidad del proceso de producción proyectada para un tiempo de vida útil 10 años permitió evaluar la viabilidad y crecimiento del proyecto al presentar resultados positivos, evidenciados por un TIR del 86%, un VAN de \$ 46,975.55

y un TMAR de 16.97% bastante menor que el TIR. Estos indicadores favorables llevan a la conclusión de que la inversión en este proyecto es viable tanto desde una perspectiva técnica como financiera.

## 4.2 Recomendaciones

- La temperatura de secado es una variable importante en la elaboración de infusiones, se recomienda mantener un control para evitar tiempos de secado prolongados y altos costos energéticos, así como también, para prevenir alteraciones en la composición de la materia prima, por ello se debe encontrar la temperatura óptima a través de pruebas y ajustes, y monitorearla durante todo el proceso de secado para asegurar resultados de calidad y eficiencia energética.
- Se recomienda realizar más estudios, como es el caso de la cromatografía líquida para obtener más fuentes de información y precisar los datos obtenidos sobre las propiedades exactas de las hojas *Cappari cordis crotonoides*, con el objetivo de confirmar la eficacia de esta especie y permitiendo mayor visibilidad de sus productos derivados con propiedades fitoterapéutica.
- Se sugiere que obtención de los extractos se realice mediante extracción por ultrasonido en lugar de usar Soxhlet, todo esto, para minimizar la pérdida y degradación de compuestos al no mantener un control de temperatura adecuado para cada solvente implementado en esta técnica.
- Es aconsejable que para los ensayos de PFT, ABTS, FRAP, y DPPH se los realice en un mismo laboratorio para tener un control más preciso sobre las condiciones de prueba y manejo de equipos, a esto se suma el uso de microplacas, dado que así se pueden realizar múltiples pruebas de manera simultánea, esto ahorraría tiempo y reducirá la posibilidad de errores al manipular muestras y reactivos.

- Se recomienda la realización de un estudio sobre la combinación de las hojas del arbusto Sebastian Redondo con otras especies vegetales reportadas en la utilización de infusiones con la finalidad de analizar su impacto en la capacidad fitoterapéutica de la infusión.

- Se sugiere investigar más sobre el proceso de producción, para proporcionar un mayor entendimiento de los pasos involucrados y de este modo al escalar el proceso a diferentes etapas, como laboratorio, piloto o industrial, se podrán realizar pruebas y ajustes en cada etapa para garantizar la viabilidad y calidad del producto final.

### Referencias

- Aichi-Yousfi, H., Meddeb, E., Rouissi, W., Hamrouni, L., Rouz, S., Rejeb, M. N., & Ghrabi-Gammar, Z. (2016). Phenolic composition and antioxidant activity of aqueous and ethanolic leaf extracts of six Tunisian species of genus *Capparis* – *Capparaceae*. *Industrial Crops and Products*, 92, 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.051>
- Alibaba. (2023). *Maquinaria Industrial*. <https://spanish.alibaba.com/?spm=a2700.7699653.scGlobalHomeHeader.4.77733e5fjNIhxD>
- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Alcántar-Rodríguez, V. E., Puga-Díaz, R., & Quintero-Gutiérrez, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1–9. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Chóez-Guaranda, I., Viteri-Espinoza, R., Barragán-Lucas, A., Quijano-Avilés, M., & Manzano, P. (2022). Effect of solvent-solvent partition on antioxidant activity and GC-MS profile of *Ilex guayusa* Loes. leaves extract and fractions. *Natural Product Research*, 36(6), 1570–1574. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1882455>
- Constitución Política del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Art. 57*. Obtenido de Constitución Política del Ecuador: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu127389.pdf>
- Feng, J., Zheng, Y., Guo, M., Ares, I., Martínez, M., Lopez-Torres, B., Martínez-Larrañaga, M. R., Wang, X., Anadón, A., & Martínez, M. A. (2023). Oxidative stress, the blood–brain barrier and neurodegenerative diseases: The critical beneficial role of dietary antioxidants. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 13(10). <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2023.07.010>

Franco, W., Peñafiel, M., Cerón, C., & Freire, E. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el valle interandino norte del Ecuador. *Bioagro*, 28(3), 181–192.

García, A. P., Tamargo, B., Salas, E., Calzadilla, C., Acevedo, R., & Sierra, G. (2020). Phytochemical screening of extracts obtained from the *Sapindus saponaria* L plant that grows Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta *Sapindus saponaria* L que crece en Cuba. *Bionatura*, 5(1390–9355), 3. <http://revistabionatura.com/files/2020.05.03.7.pdf>

INEC. (2022). *Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Registro Estadístico de Defunciones Generales*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/defunciones-generales/>

Jurado-Teixeira, B., Mercedes-Aparcana Ataurima, I., Steffani-Villarreal Inca, L., Ramos-Llica, E., Calixto Cotos, M. R., Hurtado Manrique, P. E., & Acosta Alfaro, K. M. del C. (2016). Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of the ethanol extracts of the fruits of aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) from different locations of Perú. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82(3), 272–279.

Lamuella-ravents, R. M. (1999). *Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent*. 299(1974), 152–178.

Manzano, P., & Orellana, T. (2009). *Tamizaje Químico*. Obtenido de Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE).

Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (Septiembre de 2012). *Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador*. Obtenido de Ministerio de Ambiente,

Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>

Ministerio de la Salud Pública. (4 de Febrero de 2022). *Diagnóstico y detección oportunas son claves para mejorar calidad de vida de pacientes con cáncer*. Obtenido de Ministerio de la Salud Pública: <https://www.salud.gob.ec/diagnostico-y-deteccion-oportunas-son-claves-para-detectar-el-cancer/>

Ministerio de Turismo. (15 de Septiembre de 2014). *Ecuador megadiverso y único en el centro del mundo*. Obtenido de Ministerio de Turismo: <https://www.turismo.gob.ec/ecuador-megadiverso-y-unico-en-el-centro-del-mundo/>

Mostacero-León, J., Peláez-Peláez, F., Alarcón-Rojas, N., De La Cruz-Castillo, A., Alva-Calderón, R., & Charcape-Ravelo, M. (2019). *Plantas utilizadas para el tratamiento del cáncer expandidas en los principales mercados de la provincia de Trujillo, Perú, 2016 – 2017*. 18(1), 81–94.

Muñoz-Acevedo, A., Martínez, J., & Stashenko, E. (2009). Cromatografía de gases como herramienta de estudio de la composición química y capacidad antioxidante de especies vegetales ricas en timol y carvacrol, cultivadas en Colombia. *Scientia Chromatographica*, 67–78.

Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://ecuador.un.org/es/sdgs>

Owen, T. (2000). *Fundamentos de la espectroscopía UV-visible moderna*. Agilent Technologies.

Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Taberner, M., Díaz-Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results.

*Food Research International*, 41(3), 274–285.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.004>

Rahamtulla, M., Mallikarjuna, K., & Khasim, S. M. (2023). GC-MS analysis and therapeutic importance of leaf extracts of *Dendrobium aphyllum* (Roxb.) C.E.C. Fischer: An In vitro study. *South African Journal of Botany*, 153, 62–76.  
<https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2022.12.011>

Rodríguez Renuncio, J. A., Ruiz Sánchez, J. J., & Urieta Navarro, J. S. (2000). *Termodinámica química*. Editorial Síntesis.

Rojas-Barquera, D., & Narváez-Cuenca, C.-E. (2009). Vitamin C, total phenolic compounds and antioxidant activity in guava (*Psidium guajava* L.) fruits from Colombia. *Quimica Nova*, 32(9).

Saz-Peiró, P., & Tejero-Lainez, C. (2016). Fitoterapia en la prevención y tratamiento del cáncer Phytotherapy in the prevention and treatment of cancer. *Medicina Naturista*, 10(2), 88–99.

Surco Laos, F., Ayquipa Paucar, H., Quispe Gamboa, W., García Ceccarelli, J., & Valle Campos, M. (2020). Determinación De Polifenoles Totales Y Actividad Antioxidante De Extracto De Semillas De Uvas Residuos De La Producción De Piscos. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 86(2), 123–131. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i2.282>

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Hawkins Byrne, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>

Viteri, R., Giordano, A., Montenegro, G., & Zacconi, F. (2022). *Eucryphia cordifolia* extracts: Phytochemical screening, antibacterial and antioxidant activities. *Natural Product Research*, 36(16), 4177–4181. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1960525>

WHO. (9 de Diciembre de 2020). *The top 10 causes of death*. Obtenido de World Health Organization: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

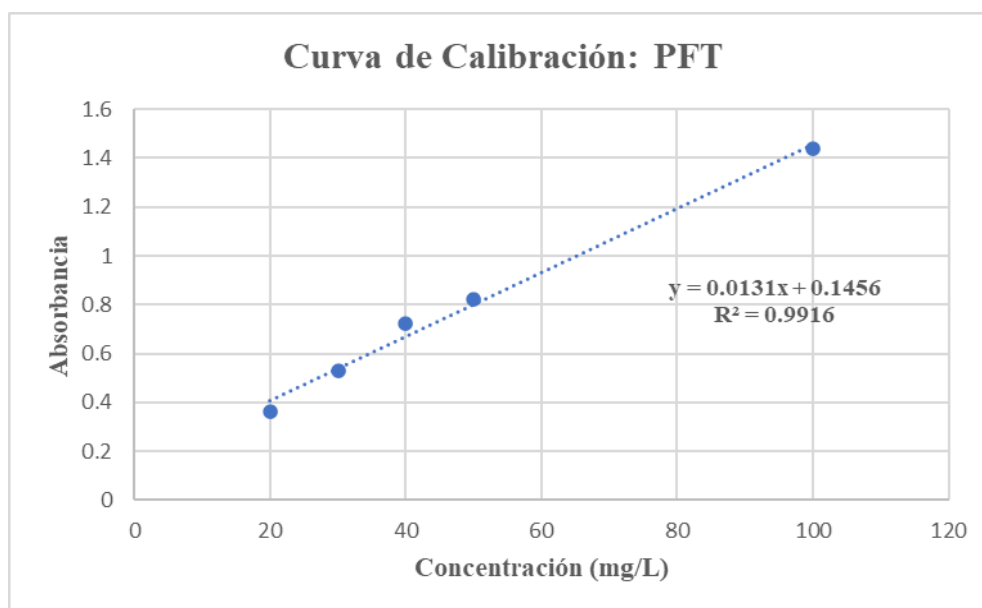
World Health Organization. (16 de Septiembre de 2023). *Noncommunicable diseases*. Obtenido de World Health Organization: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

Xu, X., Liu, A., Hu, S., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M. R., Wang, X., Martínez, M., Anadón, A., & Martínez, M. A. (2021). Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. *Food Chemistry*, 353(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129488>



**Apéndice A. Cuantificación de la actividad antioxidante****Tabla A1***Datos de la curva de calibración de ácido gálico en el método Folin-Ciocalteu*

Concentración de ácido gálico (mg/L)	Absorbancia
20	0.365
30	0.528
40	0.724
50	0.824
100	1.439

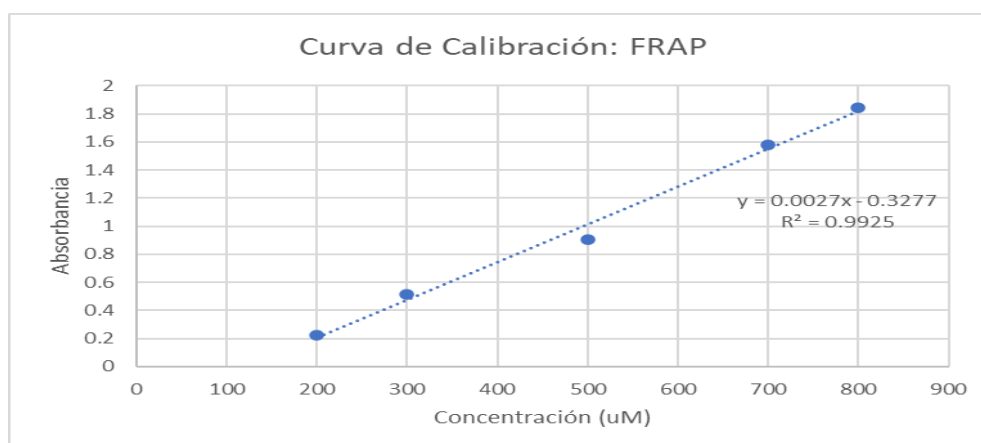
**Figura A1***Curva de calibración del ácido gálico en el método PFT*

**Tabla A2***Análisis de polifenoles totales de la hoja Capparicordis crotonoides*

Muestra	Absorbancia	Concentración ( $\mu\text{M}$ GAE)	Masa muestra seca (g)	Volumen del solvente (L)	Factor de Dilución	Actividad Antioxidante (mg GAE/g ms)	Media Aritmética (mg GAE/g ms)	Desviación Estándar
1	2.614	188.43				117.8		
3	2.577	185.60	8	0.2	1:25	116.0	116.6	1.03
6	2.576	185.53				116.0		

**Tabla A3***Datos para la curva de calibración de Trolox en el ensayo FRAP*

Concentración de Trolox ( $\mu\text{M}$ )	Absorbancia
200	0.227
300	0.513
500	0.908
700	1.58
800	1.841

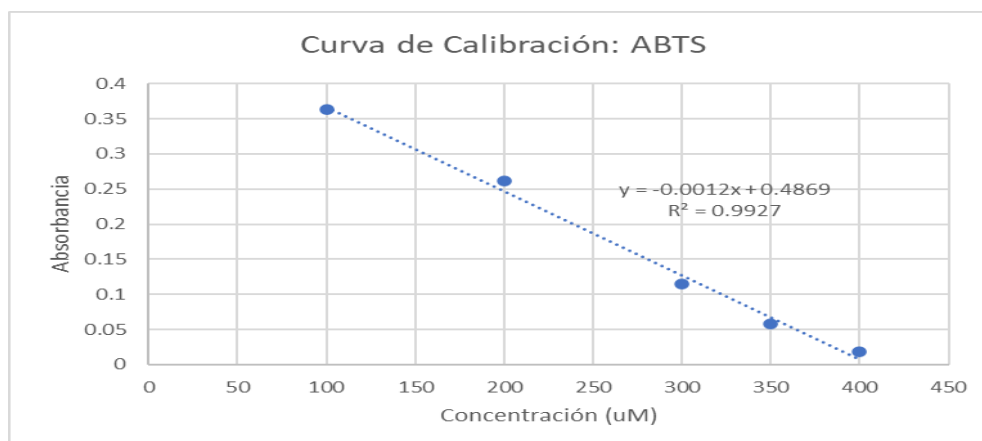
**Figura A2***Curva de calibración de Trolox en el ensayo FRAP*

**Tabla A4***Actividad antioxidante de la hoja Capparicordis crotonoides por el ensayo FRAP*

Muestra	Absorbancia	Concentración ( $\mu\text{M TE}$ )	Masa muestra seca (g)	Volumen del solvente (L)	Peso Molecular de Trolox (g/mol)	Factor de Dilución	Actividad Antioxidante (mg TE/g ms)	Media Aritmética (mg TE/g ms)	Desviación Estándar
1	0.625	352.85					55.20		
2	0.634	356.19	8	0.2	250.29	1:25	55.72	55.83	0.702
3	0.649	361.74					56.59		

**Tabla A5***Datos para la curva de calibración de Trolox en el ensayo ABTS.*

Concentración de Trolox ( $\mu\text{M}$ )	Absorbancia
100	0.363
200	0.262
300	0.115
350	0.058
400	0.019

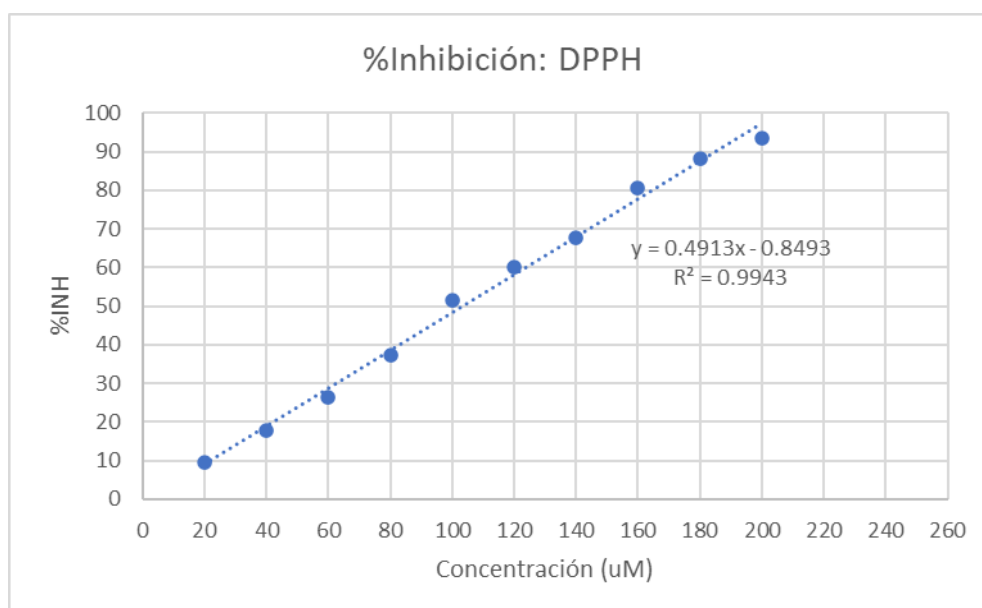
**Figura A3***Curva de calibración de Trolox en el ensayo ABTS.*

**Tabla A6***Actividad antioxidante de la hoja Capparicordis crotonoides por el ensayo ABTS*

Muestra	Absorbancia	Concentración ( $\mu\text{M TE}$ )	Masa muestra seca (g)	Volumen del solvente (L)	Peso Molecular de Trolox (g/mol)	Factor de Dilución	Actividad Antioxidante (mg TE/g ms)	Media Aritmética (mg TE/g ms)	Desviación Estándar
1	0.045	368.25					57.61		
2	0.052	362.42	8	0.2	250.29	1:25	56.69	0.6690	
4	0.042	370.75					58.00		

**Tabla A7***Datos para curva de calibración en el ensayo DPPH*

Concentración de Trolox ( $\mu\text{M}$ )	Promedio %Inhibición
20	9.44
40	17.73
60	26.25
80	37.20
100	51.44
120	59.96
140	67.61
160	80.60
180	88.19
200	93.50

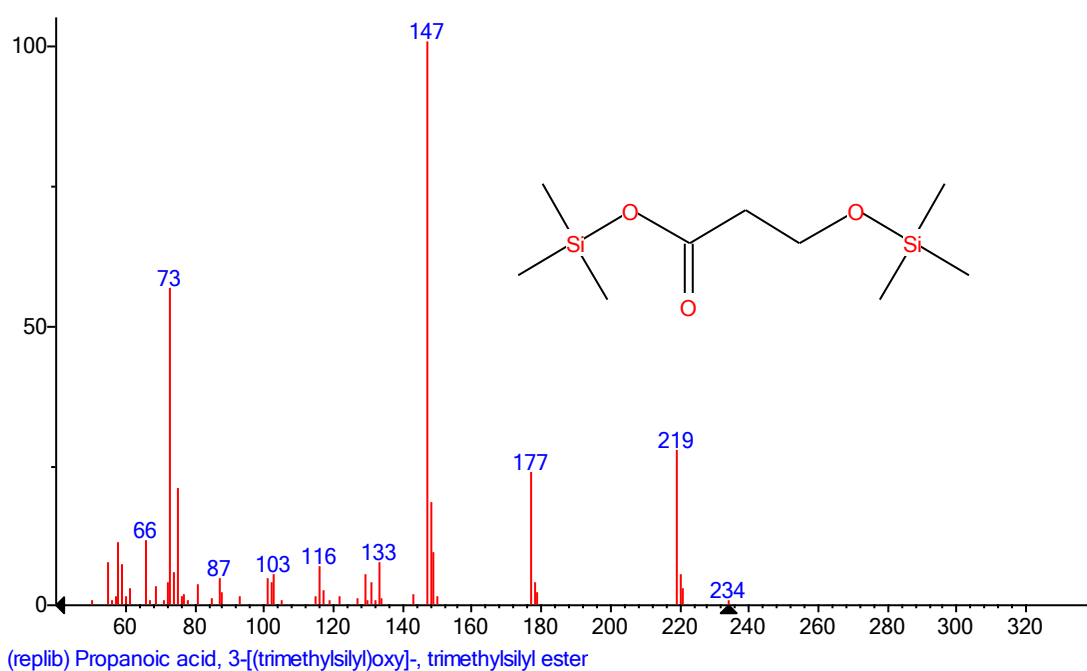
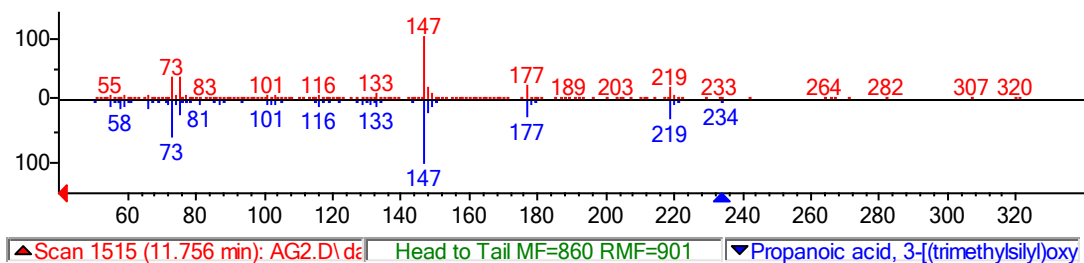
**Figura A4***Curva de Calibración de Trolox en el ensayo DPPH***Tabla A8***Actividad antioxidante de la hoja Capparicordis crotonoides por el ensayo DPPH*

Muestra	% Inhibición	Concentración (μM TE)	Actividad Antioxidante (mg TE/g ms)	Factor de Dilución	Media Aritmética (% Inhibición)	Desviación Estándar (% Inhibición)	Media Aritmética (mg TE/g ms)	Desviación Estándar
1	23.43	49.42	6.185					
2	24.20	50.99	6.381	1:20	25.74	3.349	6.772	0.8530
3	29.58	61.93	7.750					

## Apéndice B. Espectros de masas de los compuestos identificados por GC-MS

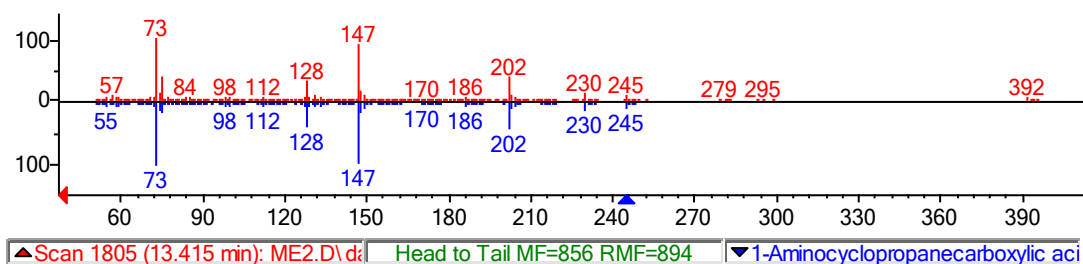
### Figura B1

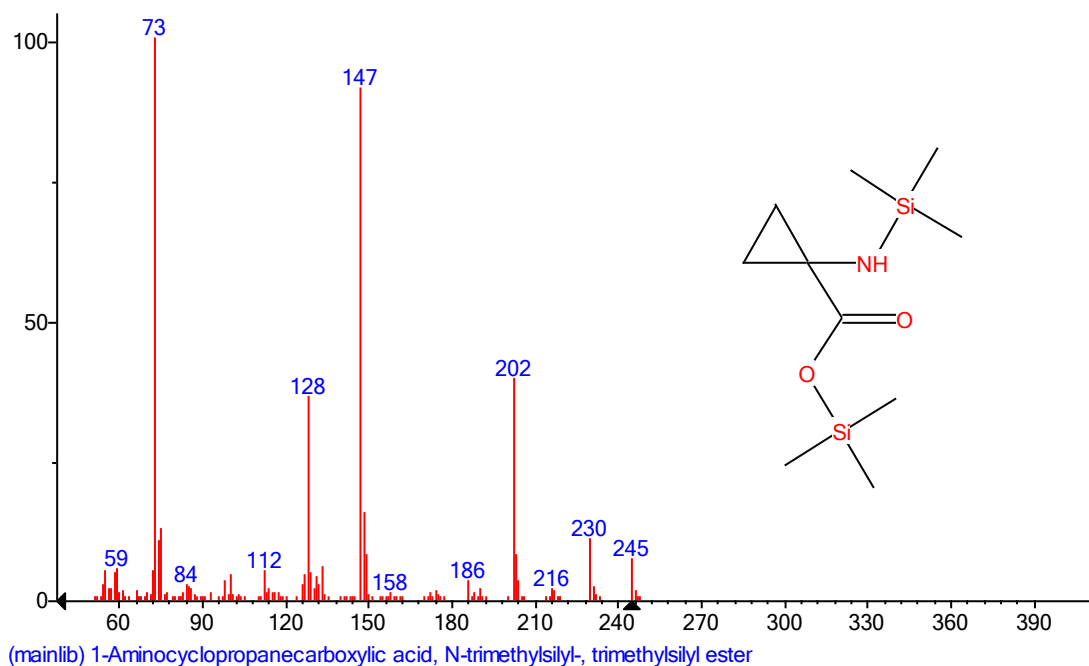
*Espectro de masas del compuesto ácido propanoico con su comparación estándar*



### Figura B2

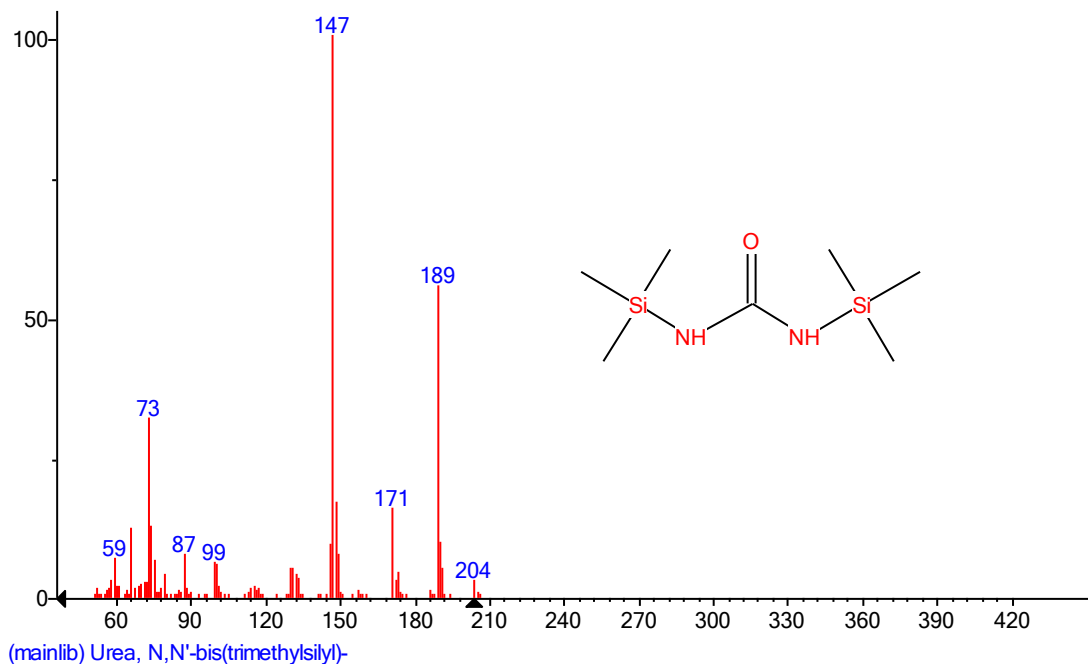
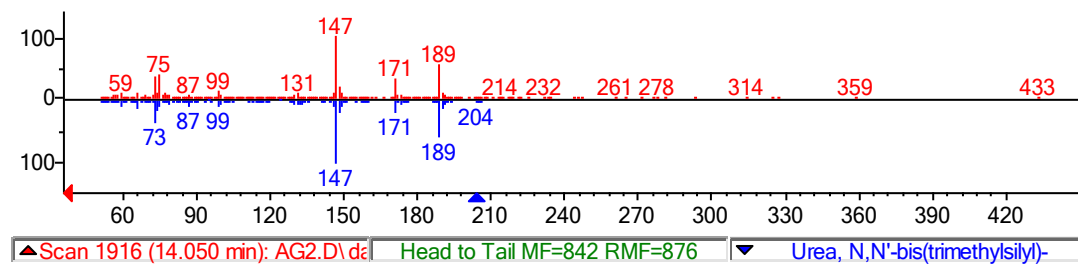
*Espectro de masas del compuesto ácido 1-aminociclopropanocarboxílico con su comparación estándar*





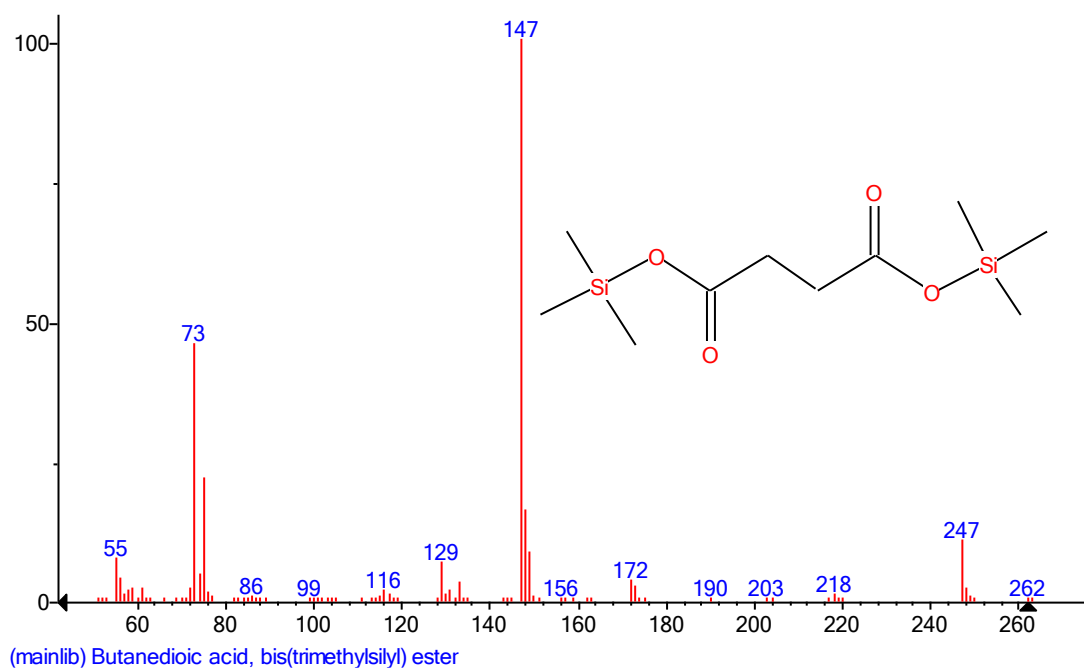
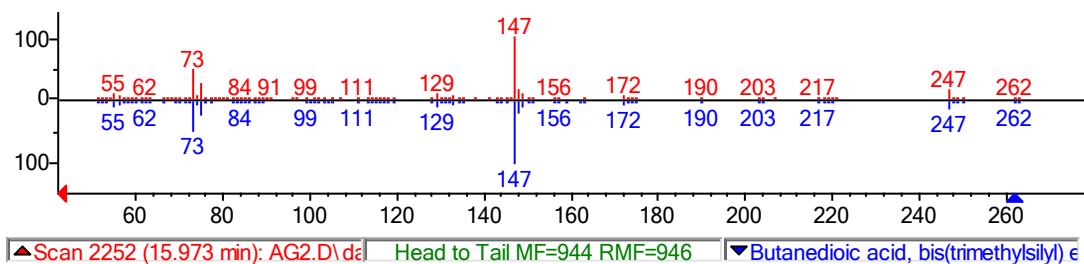
**Figura B3**

*Espectro de masas del compuesto urea con su comparación estándar*

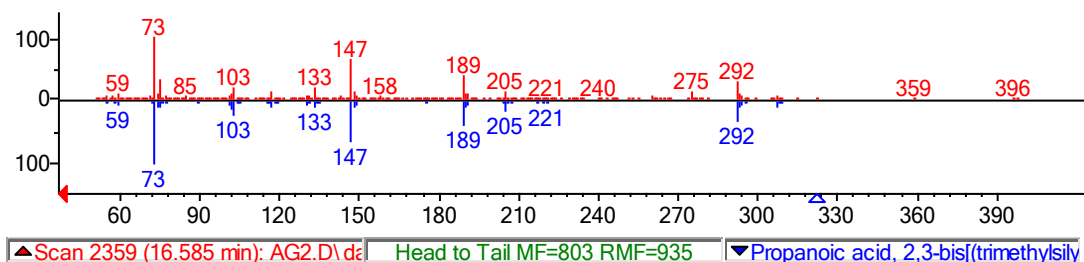


**Figura B4**

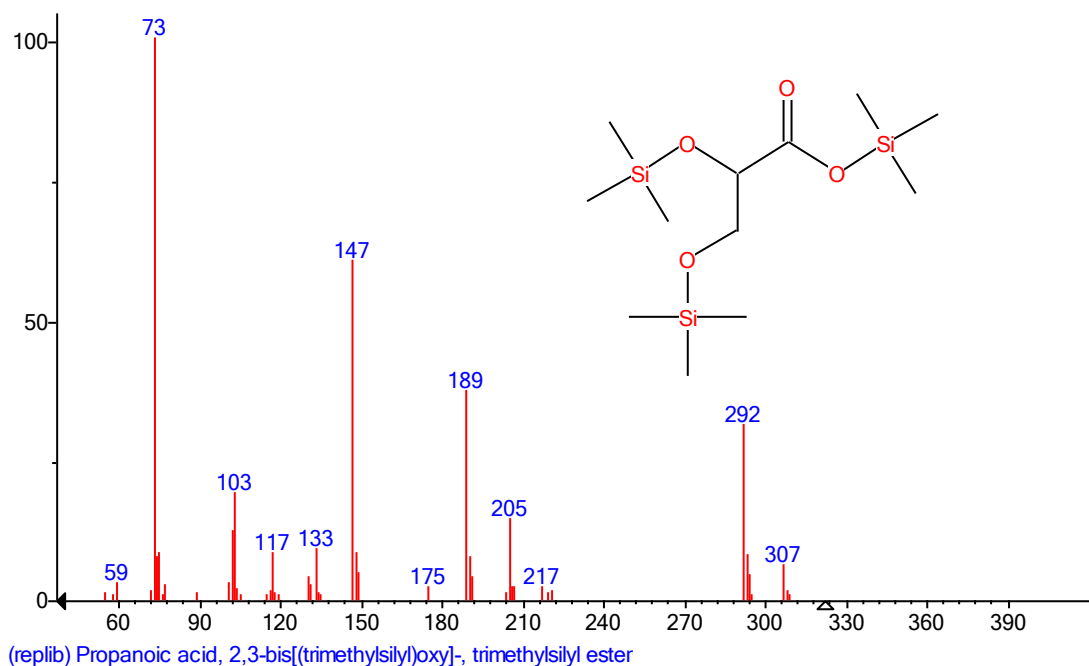
*Espectro de masas del compuesto ácido succínico con su comparación estándar*

**Figura B5**

*Espectro de masas del compuesto ácido glicérico con su comparación estándar*

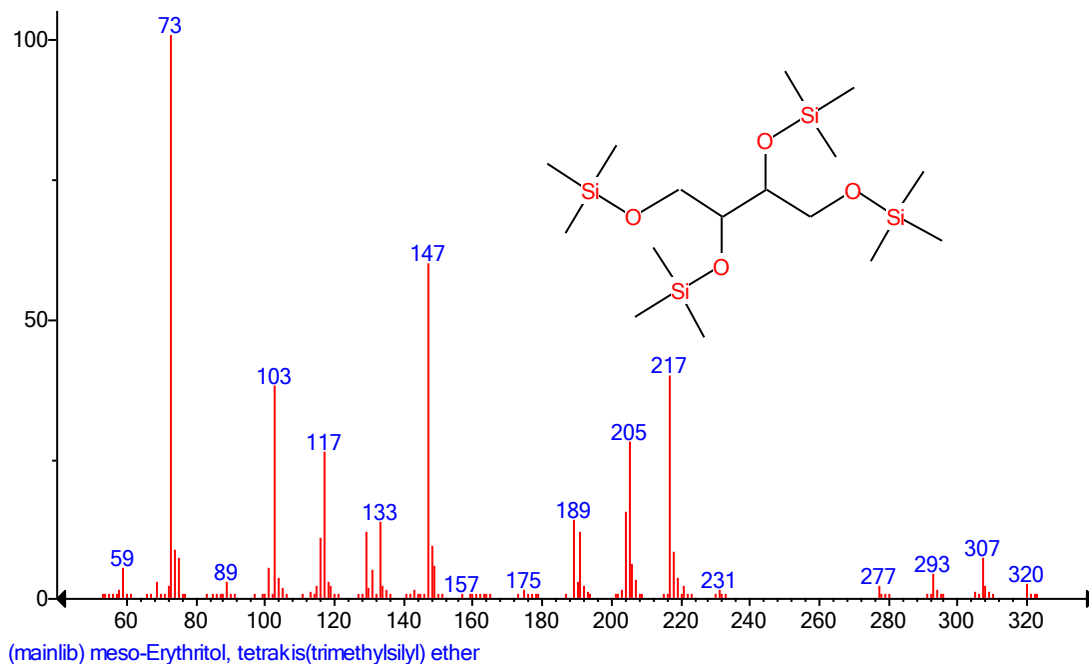
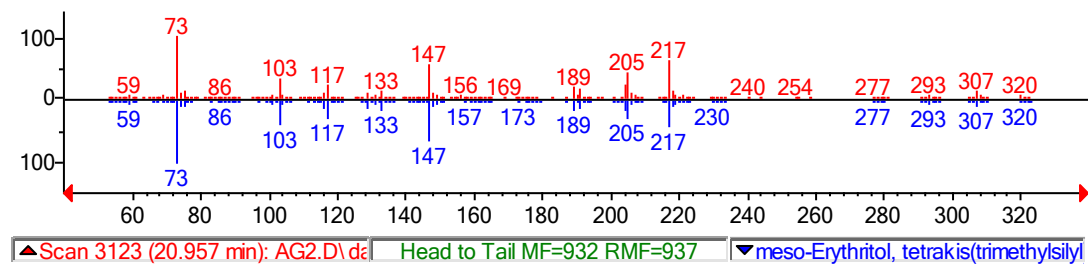






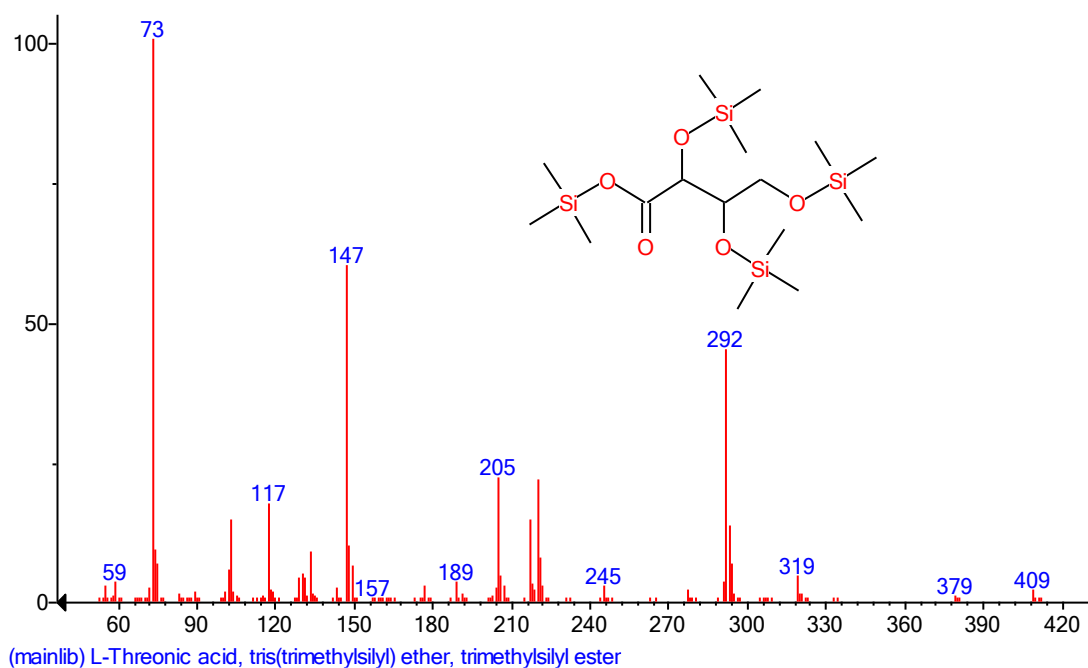
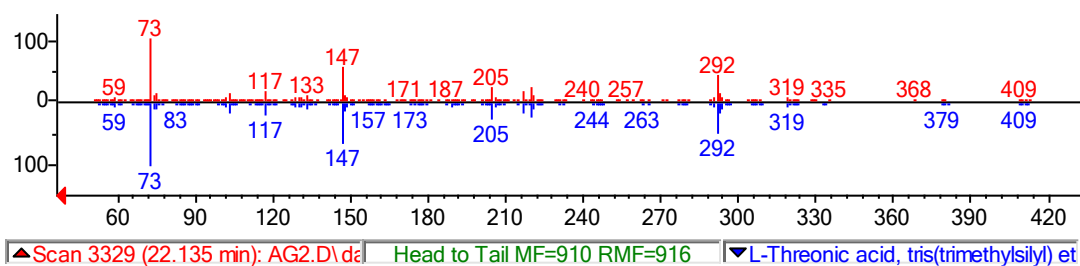
**Figura B6**

*Espectro de masas del compuesto meso-Eritritol con su comparación estándar*

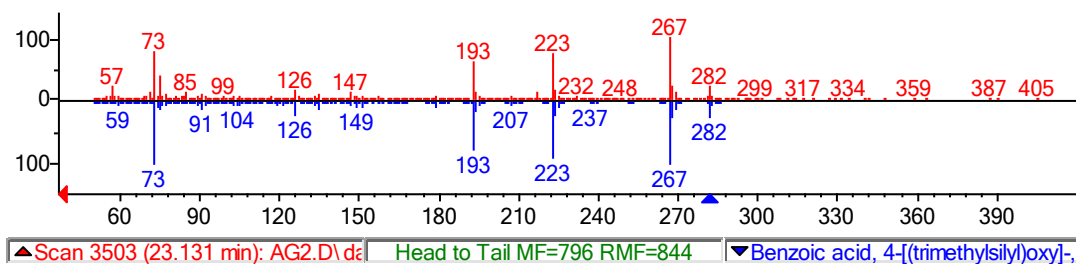


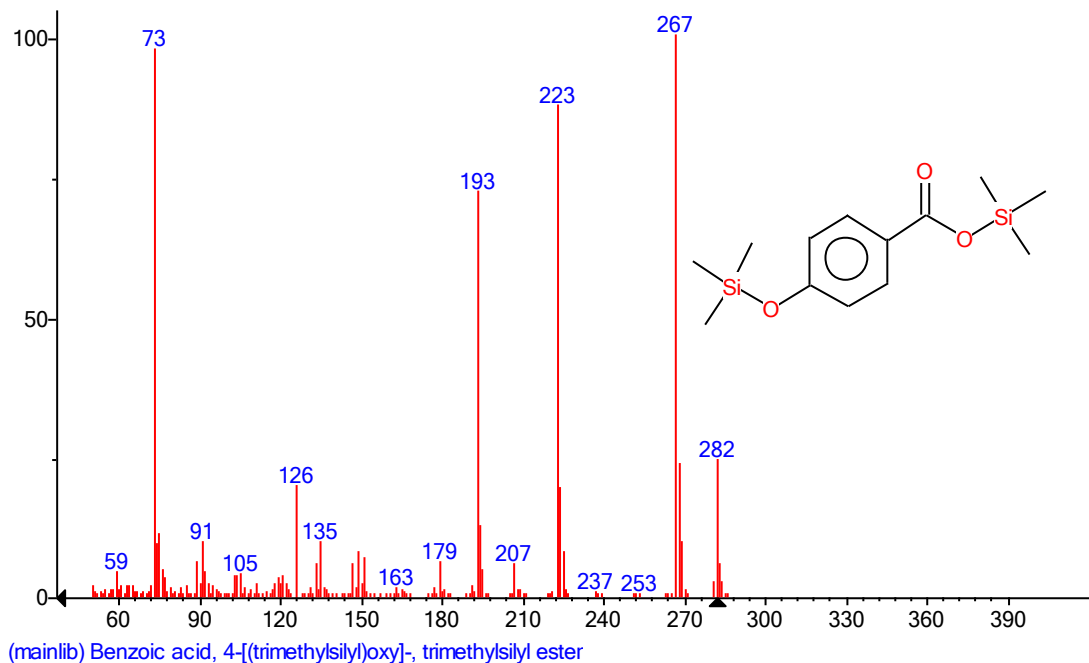
**Figura B7**

*Espectro de masas del compuesto ácido L-Treónico con su comparación estándar*

**Figura B8**

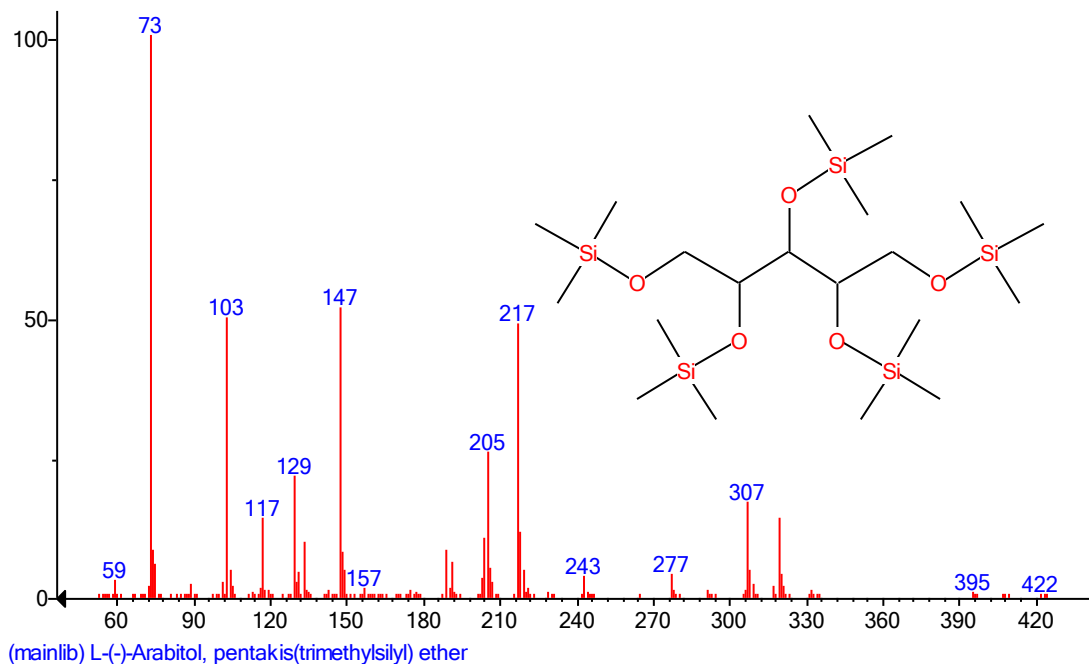
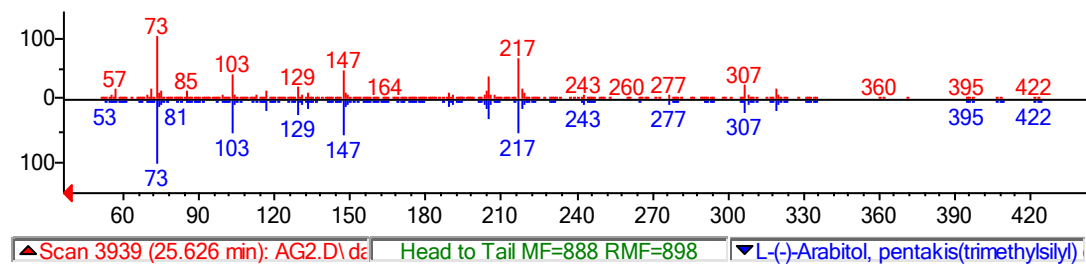
*Espectro de masas del compuesto ácido benzoico con su comparación estándar*





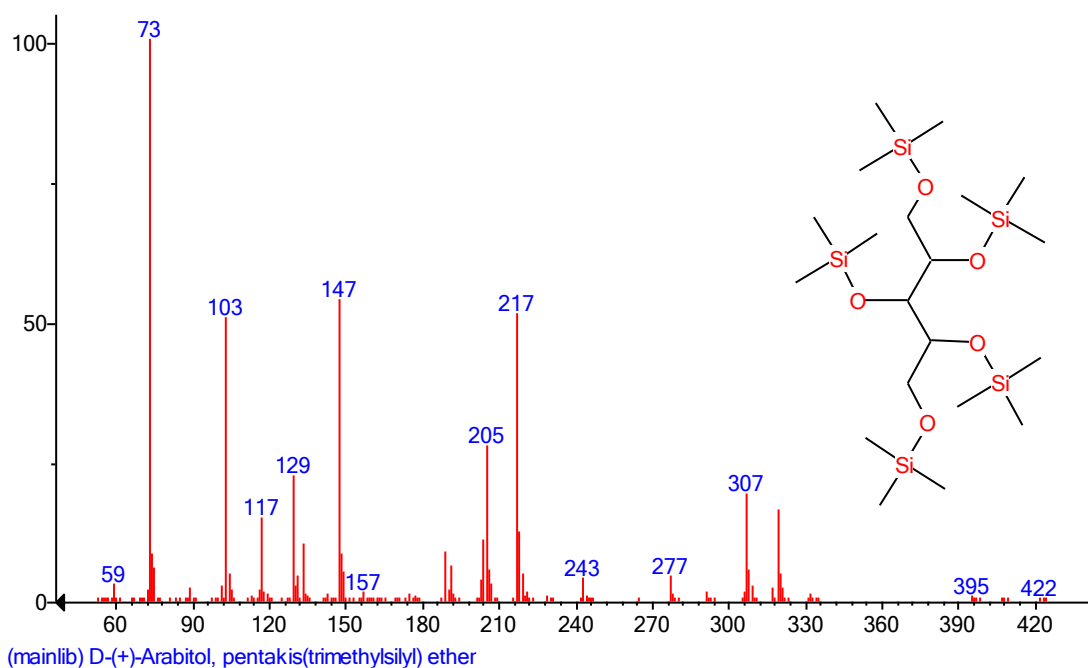
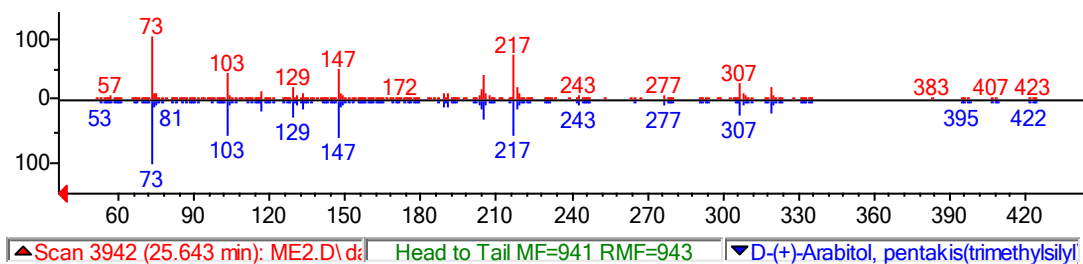
**Figura B9**

*Espectro de masas del compuesto L- (-)-Arahitol con su comparación estándar*

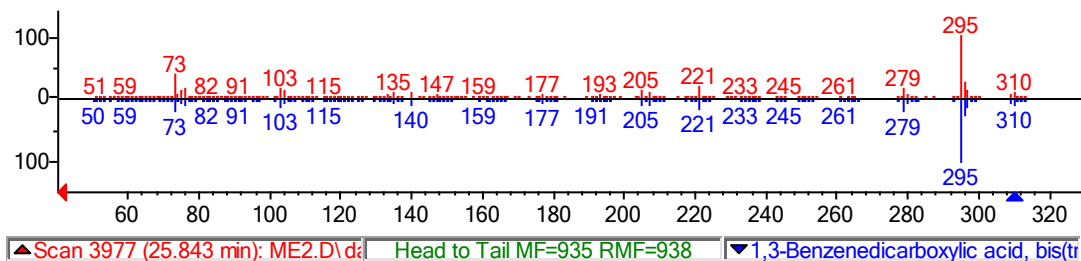


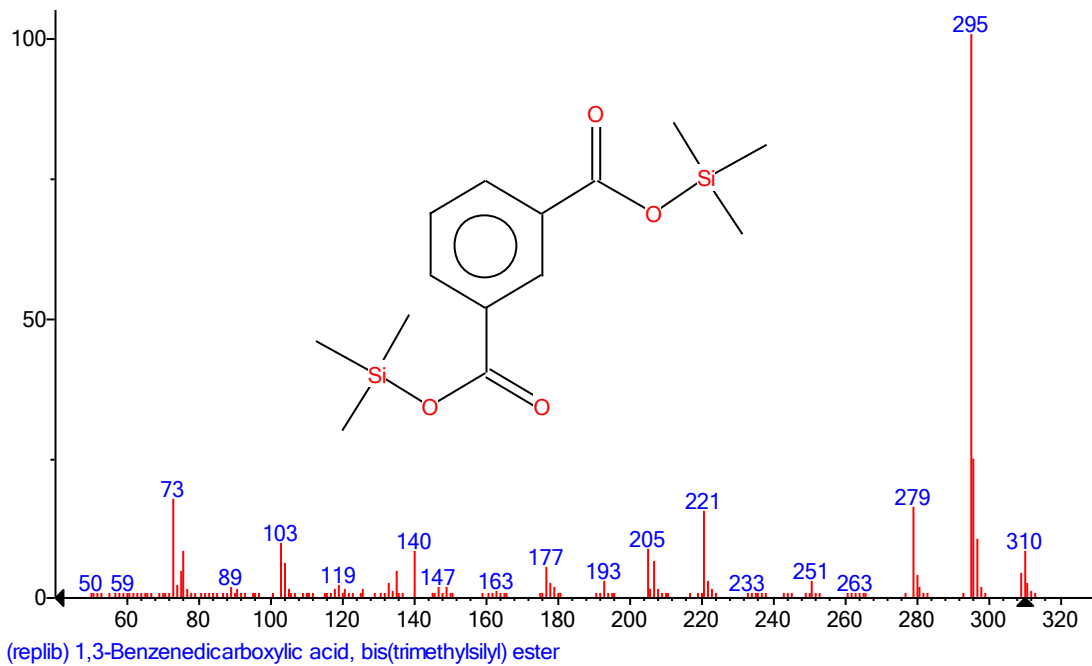
**Figura B10**

*Espectro de masas del compuesto D- (+)-Arabitol con su comparación estándar*

**Figura B11**

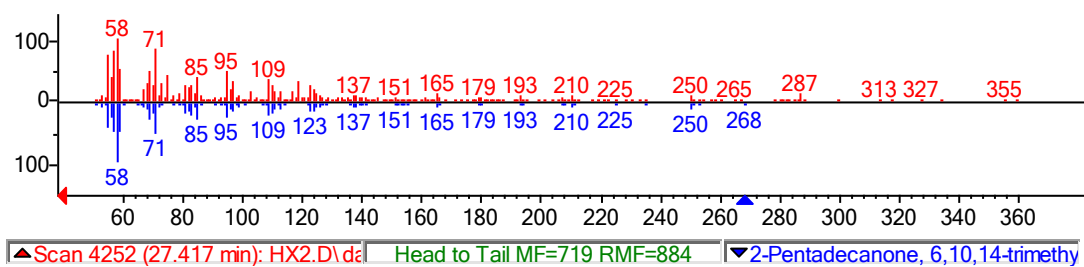
*Espectro de masas del compuesto ácido 1,3-benzenedicarboxílico con su comparación estándar*

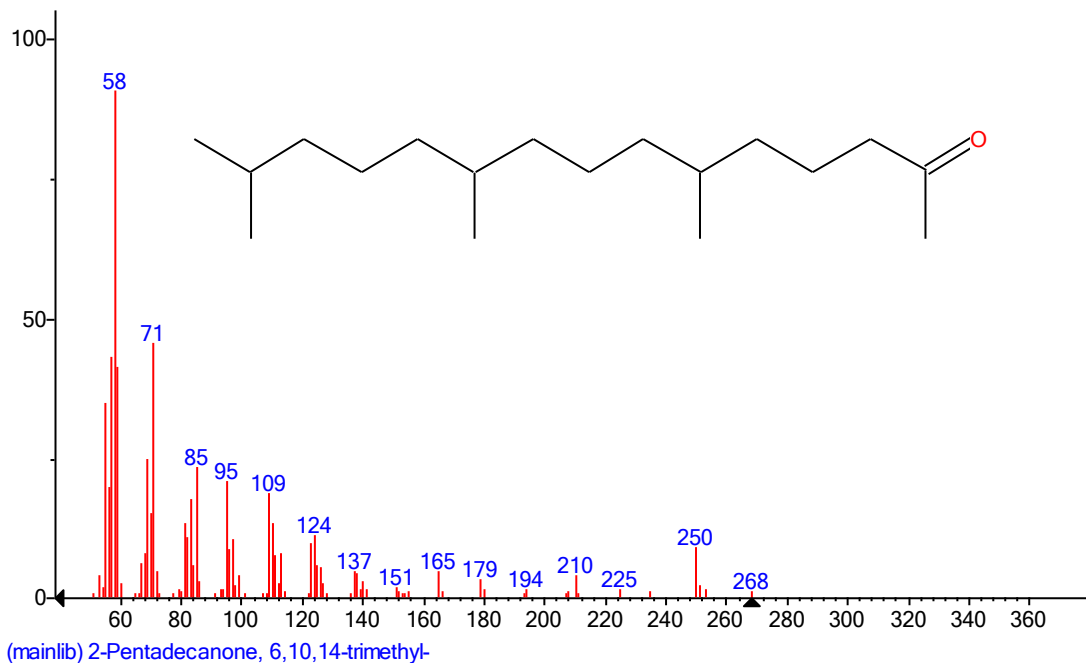




**Figura B12**

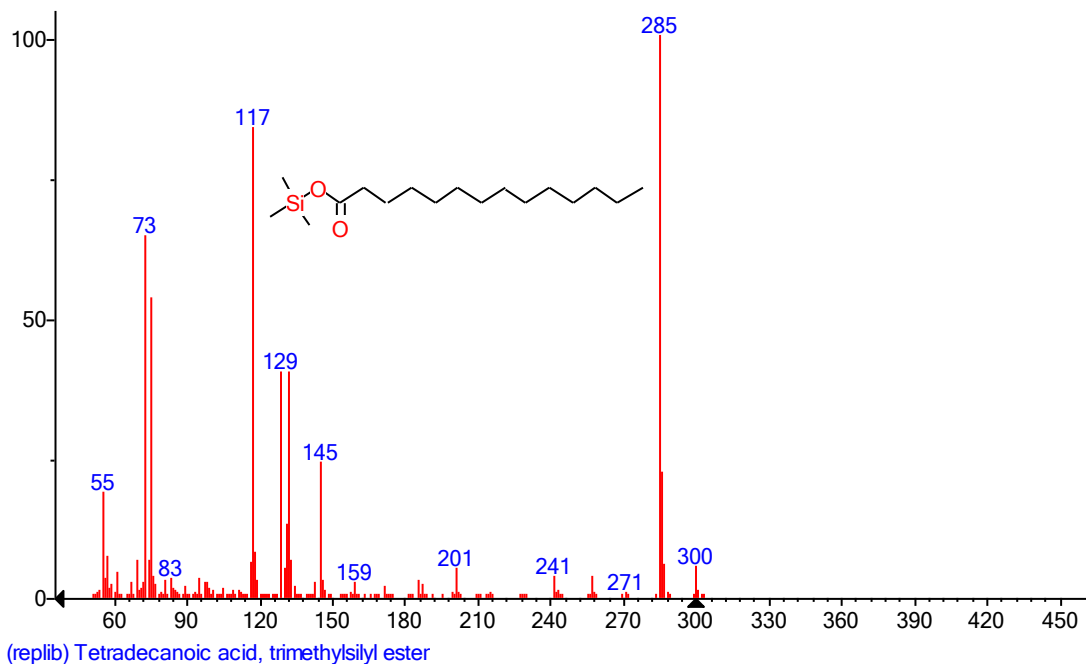
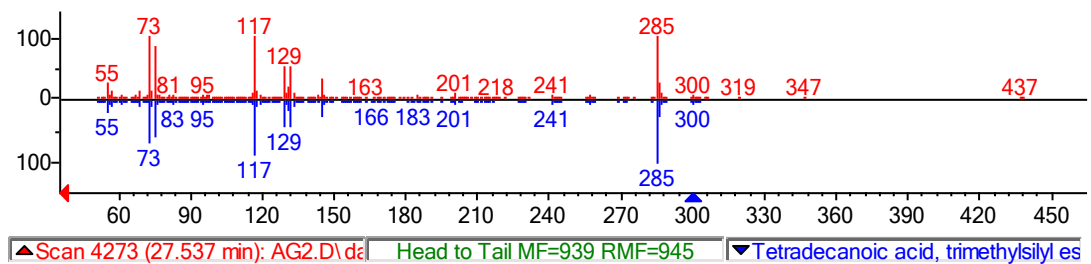
*Espectro de masas del compuesto acetona hexahidrofarnesilo con su comparación estándar*





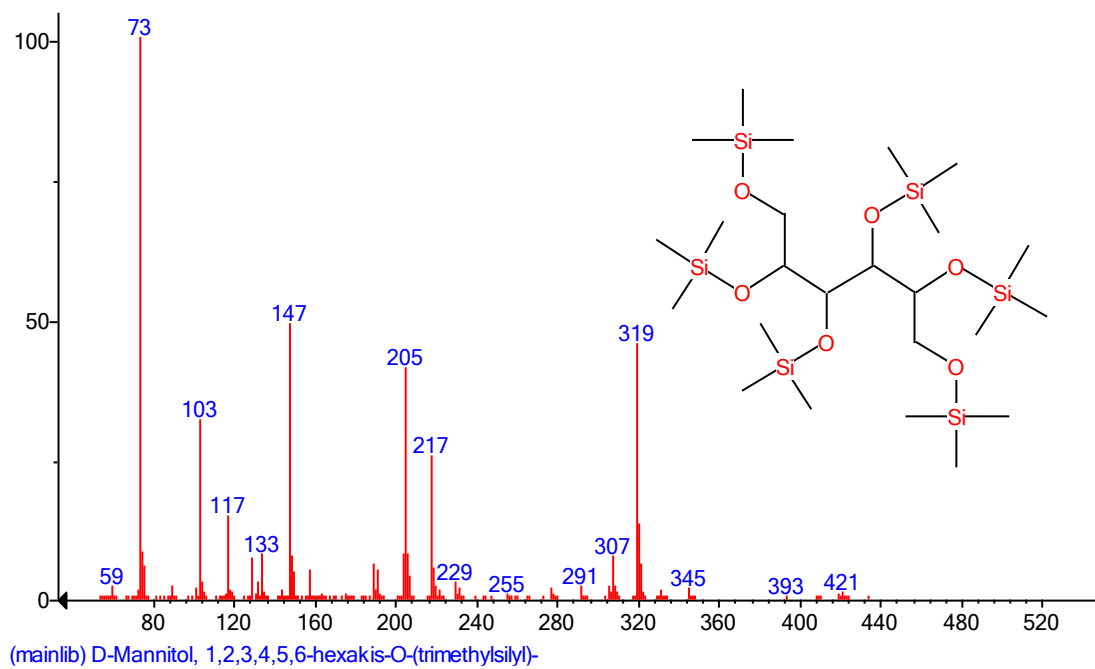
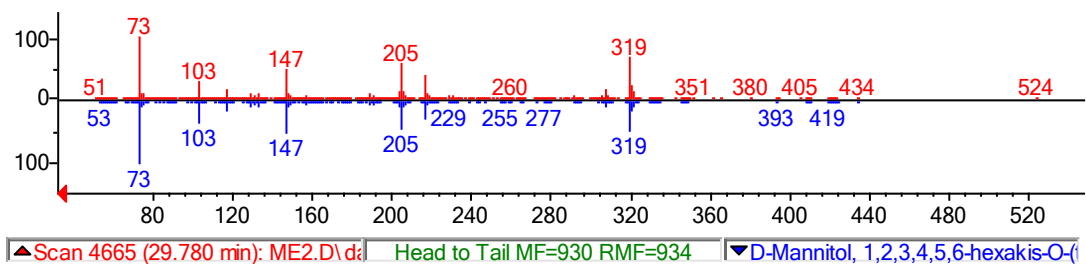
**Figura B13**

*Espectro de masas del compuesto ácido tetradecanoico con su comparación estándar*

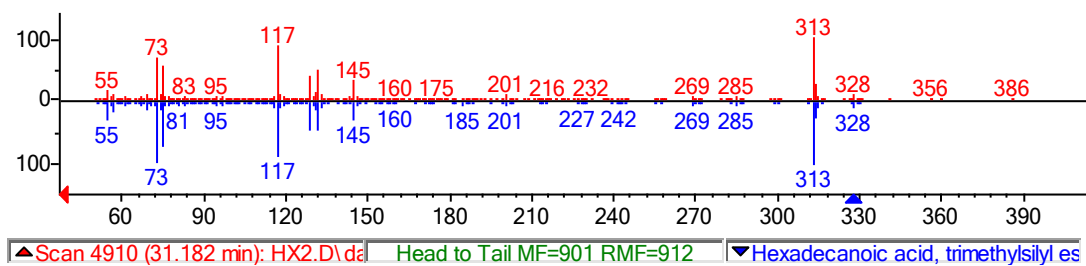


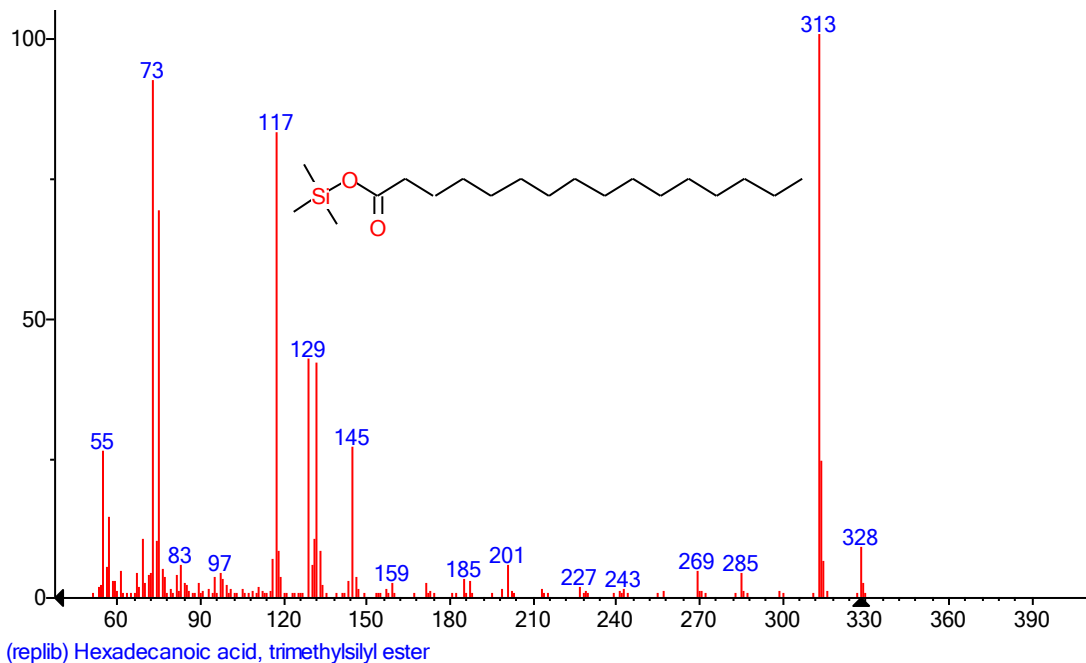
**Figura B14**

*Espectro de masas del compuesto D-manitol con su comparación estándar*

**Figura B15**

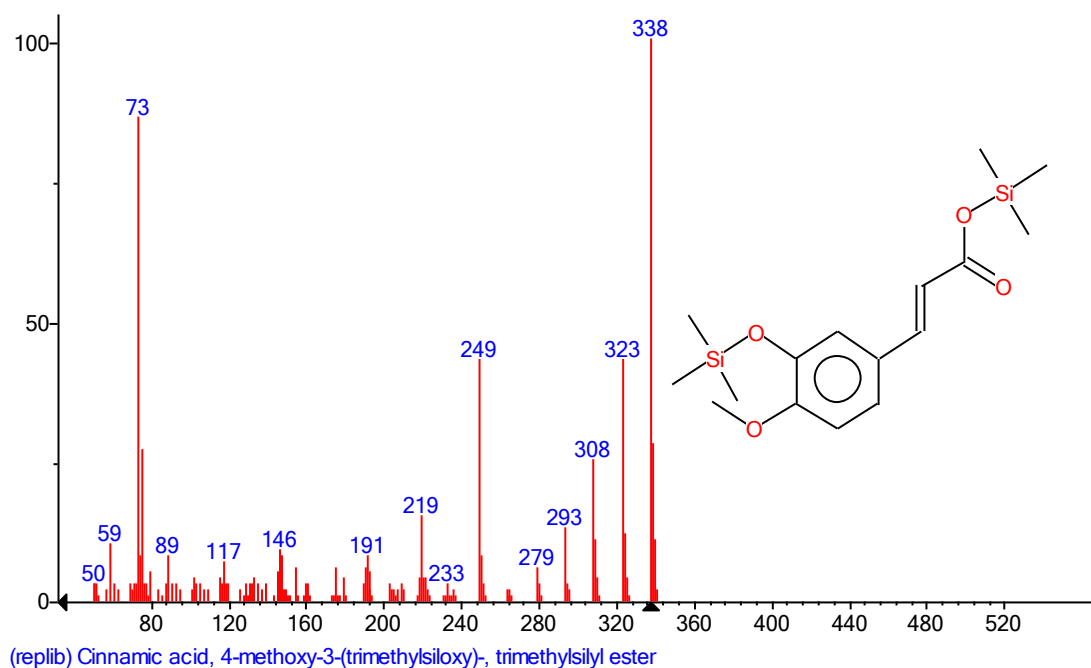
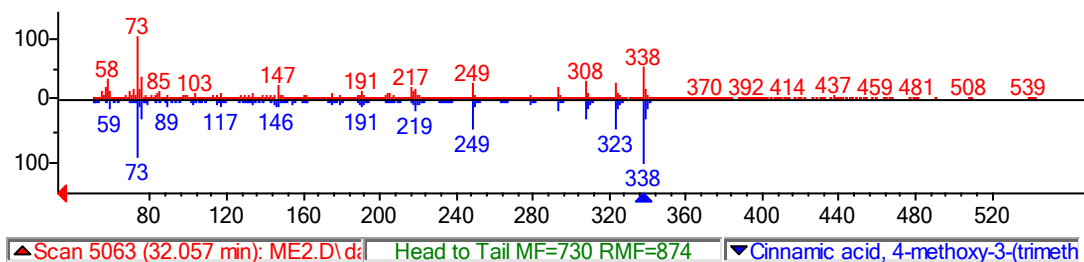
*Espectro de masas del compuesto ácido hexadecanoico con su comparación estándar*





**Figura B16**

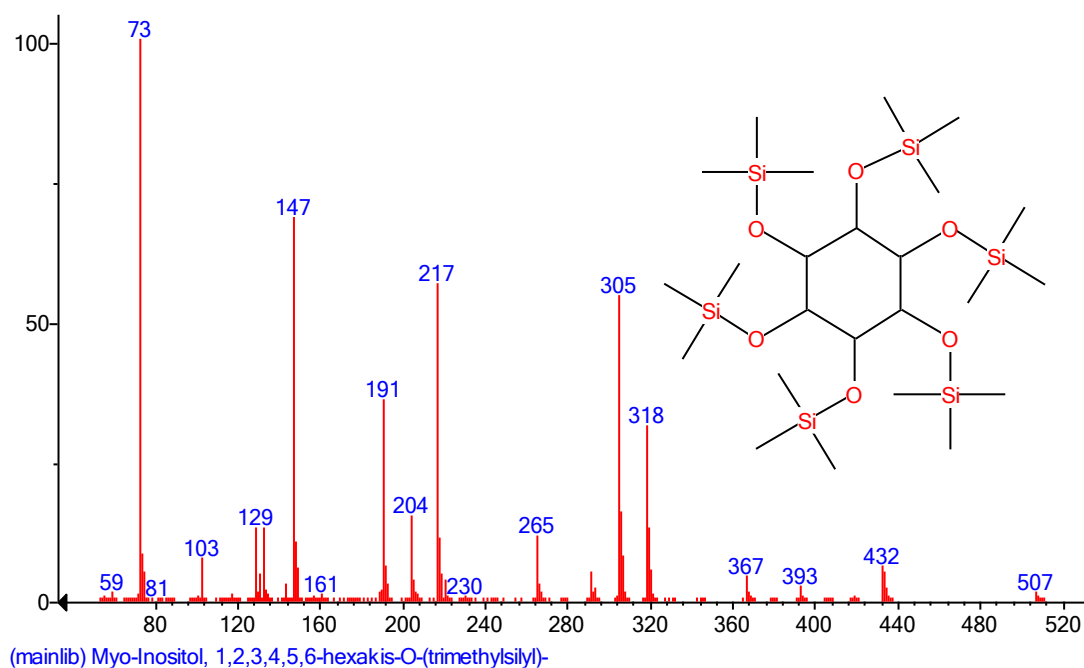
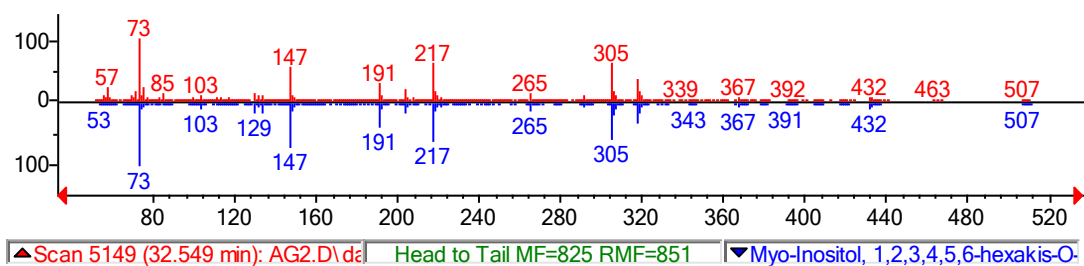
*Espectro de masas del compuesto ácido isoferúlico con su comparación estándar*



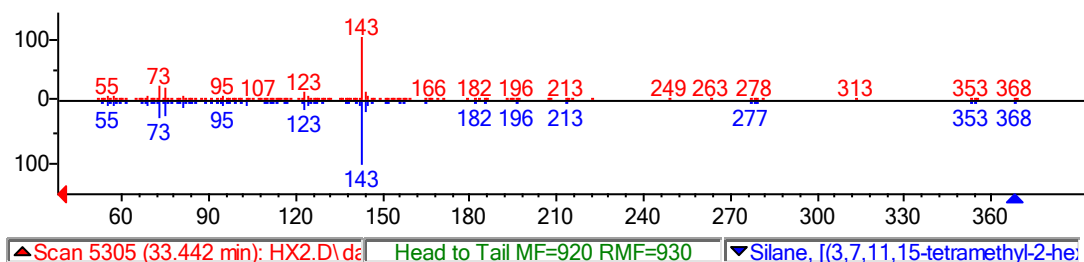


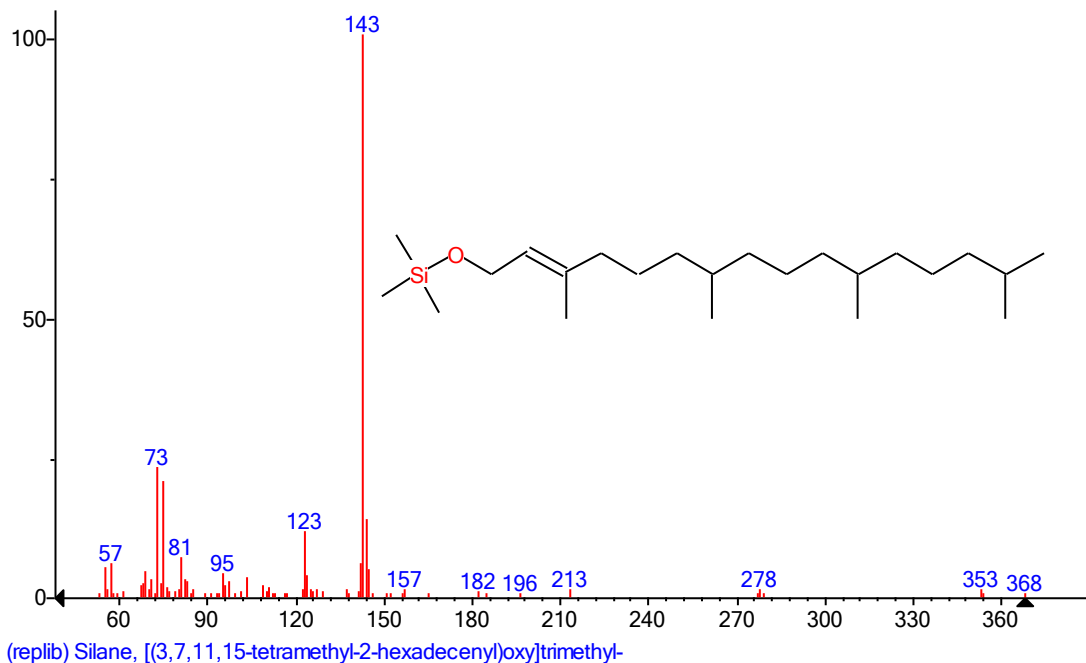
**Figura B17**

*Espectro de masas del compuesto Mio-inositol con su comparación estándar*

**Figura B18**

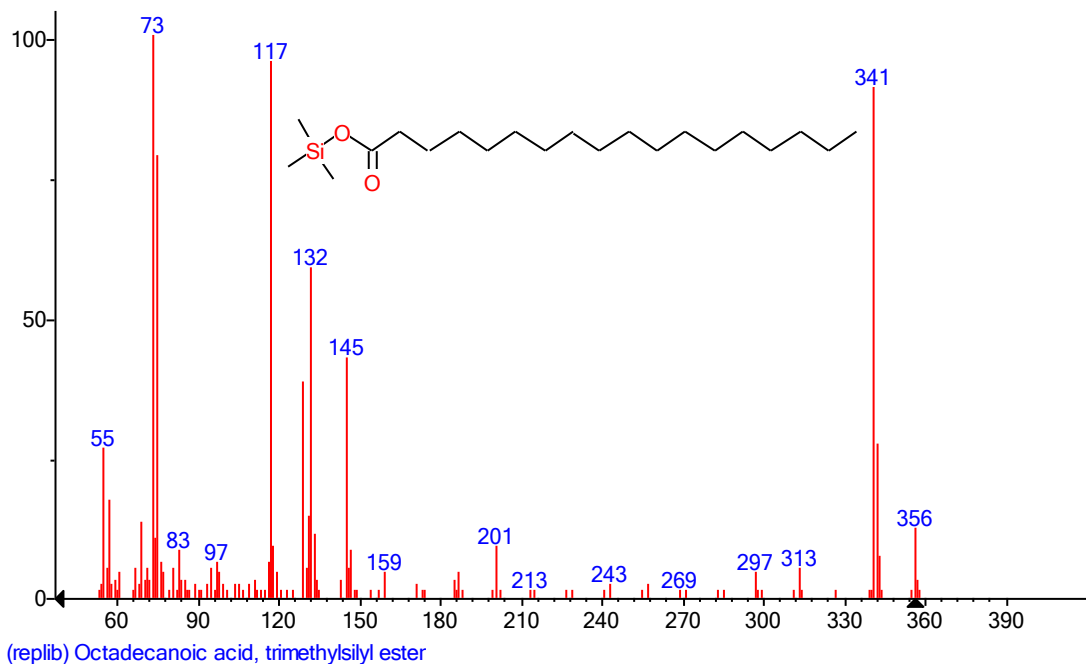
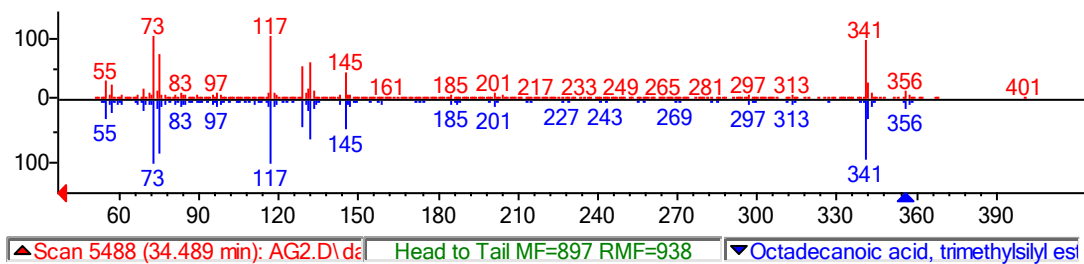
*Espectro de masas del compuesto fitol con su comparación estándar*





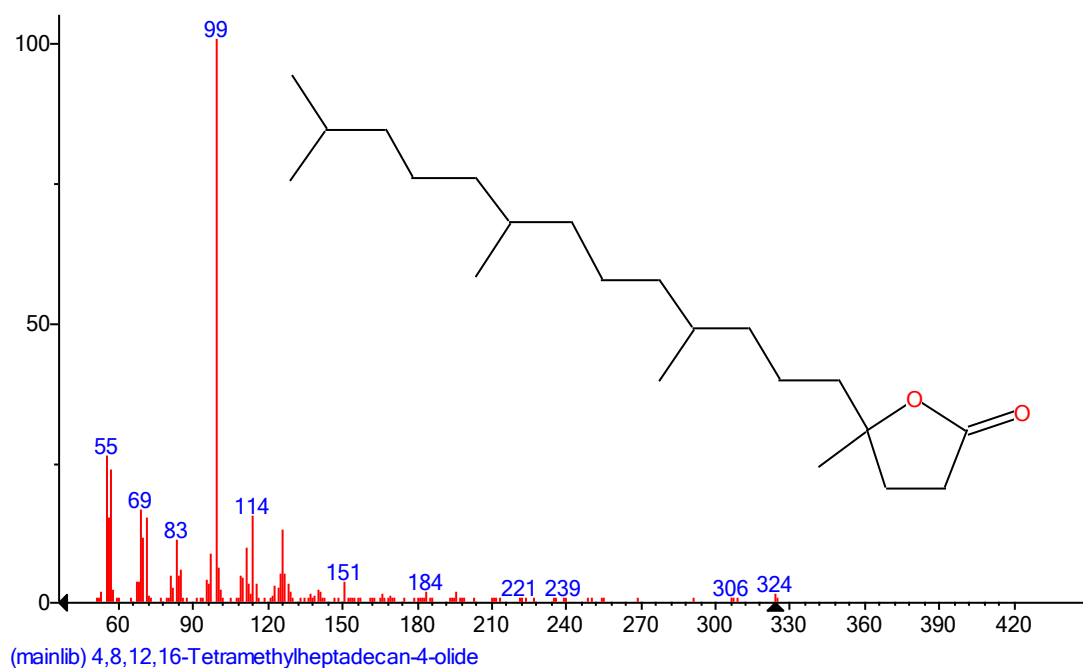
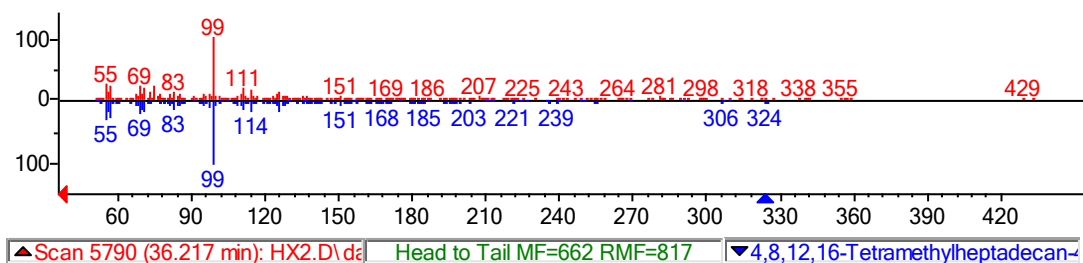
**Figura B19**

*Espectro de masas del compuesto ácido octadecanoico con su comparación estándar*

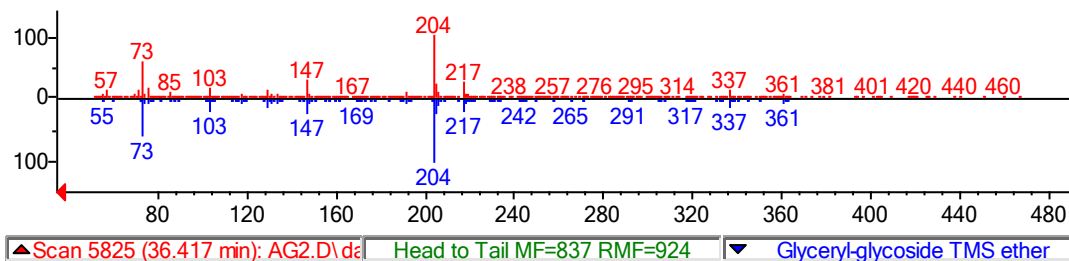


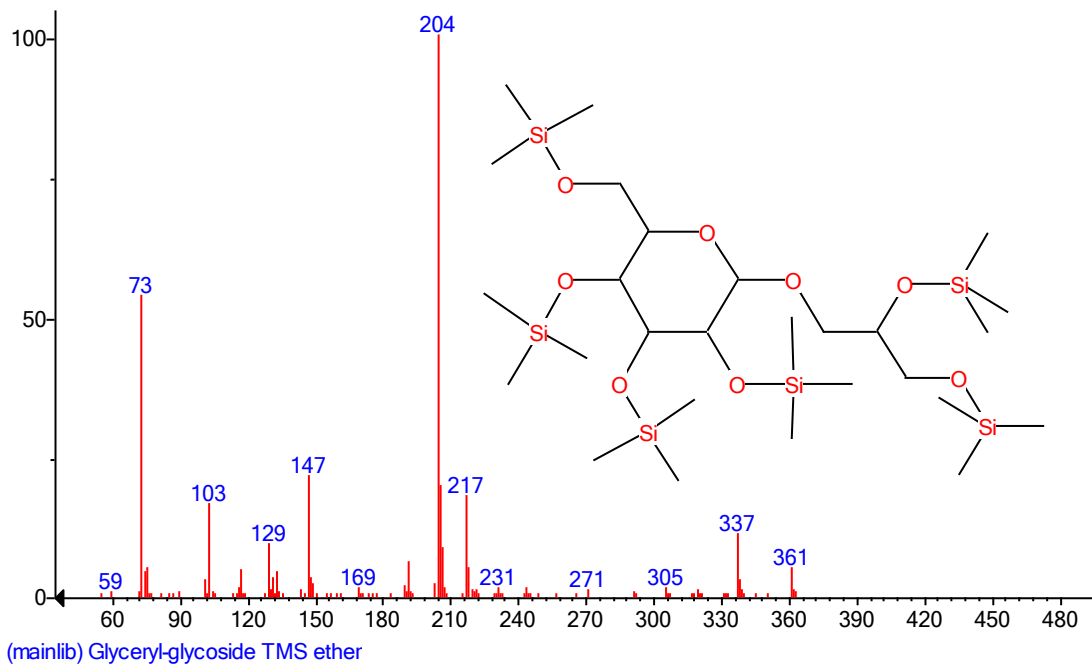
**Figura B20**

*Espectro de masas del compuesto 4,8,12,16-Tetrametilheptadecan-4-ólido con su comparación estándar*

**Figura B21**

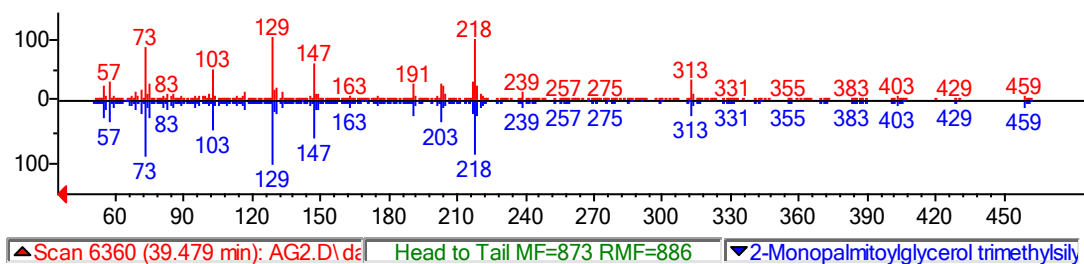
*Espectro de masas del compuesto gliceril-glicósido con su comparación estándar*

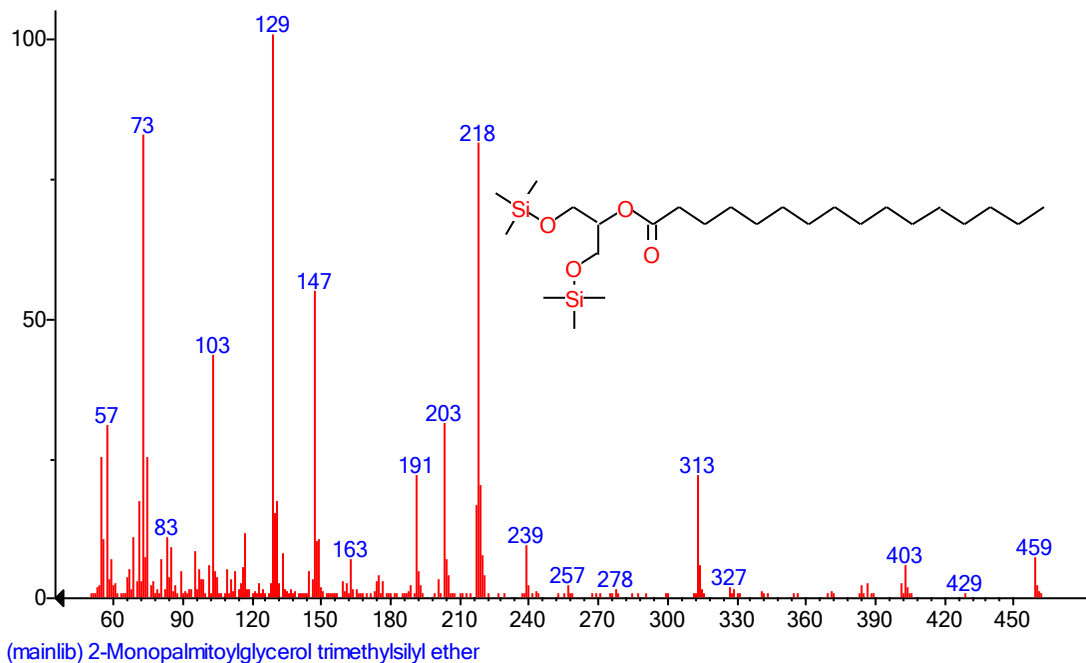




**Figura B22**

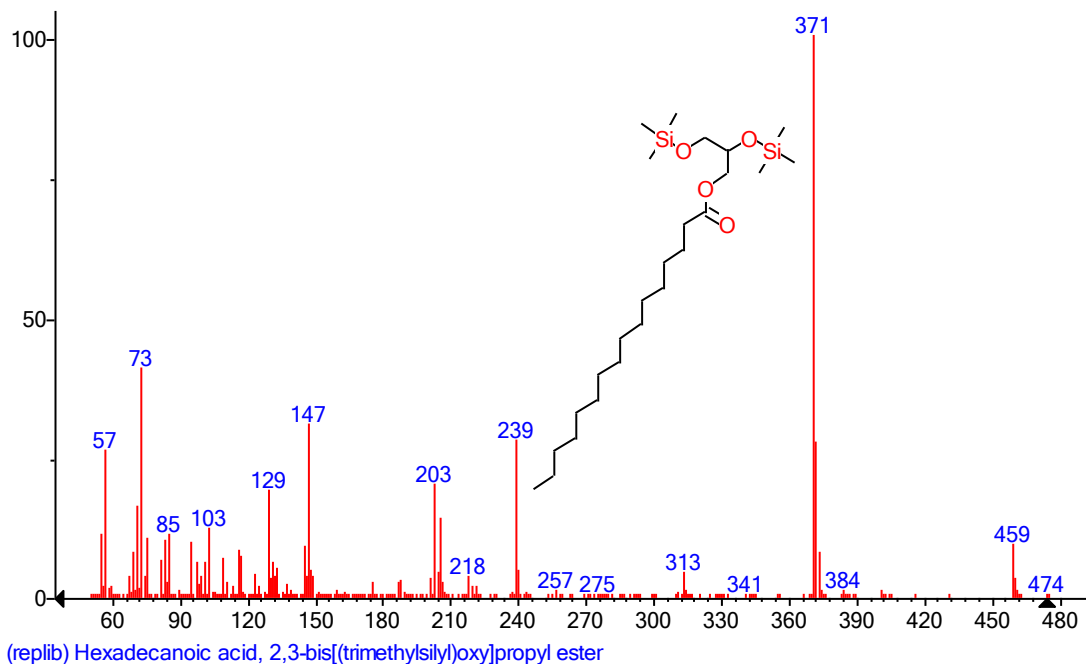
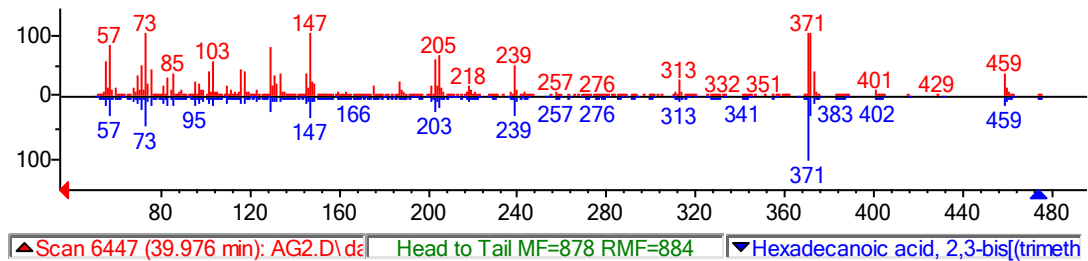
*Espectro de masas del compuesto 2-Monopalmitoilglicerol con su comparación estándar*





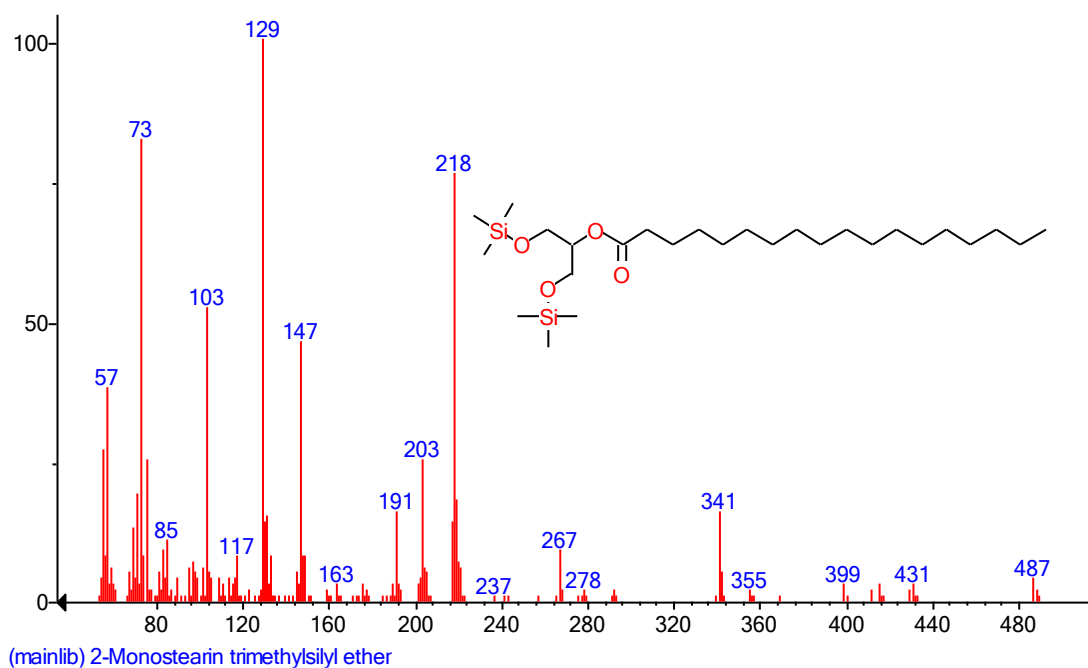
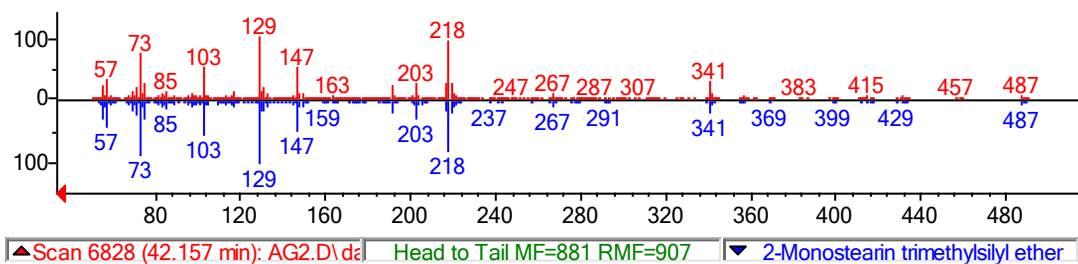
**Figura B23**

*Espectro de masas del compuesto 1-Monopalmitina con su comparación estándar*

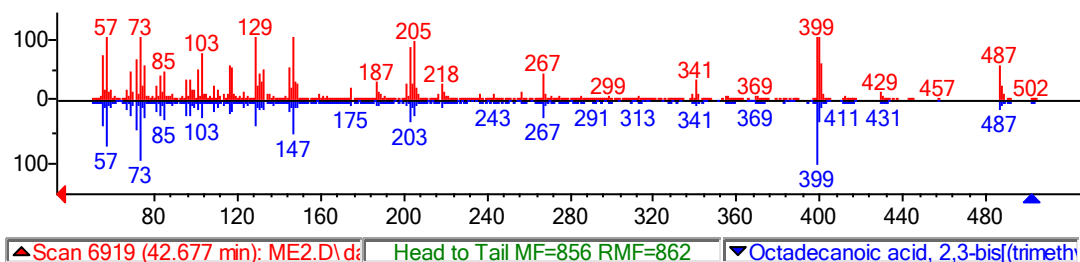


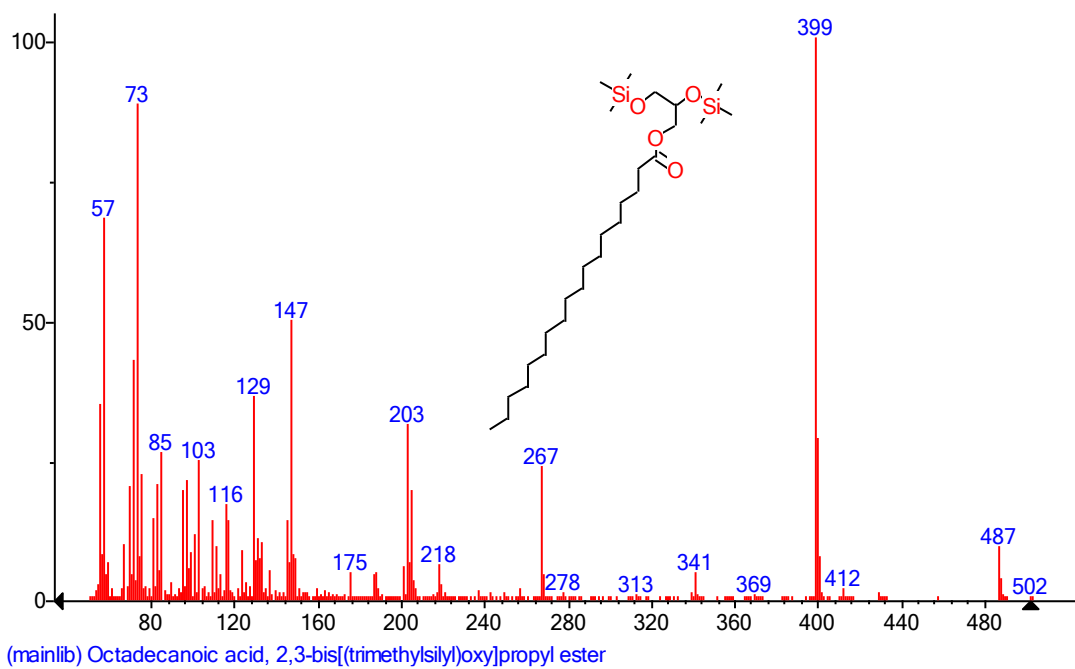
**Figura B24**

*Espectro de masas del compuesto 2-Monostearina con su comparación estándar*

**Figura B25**

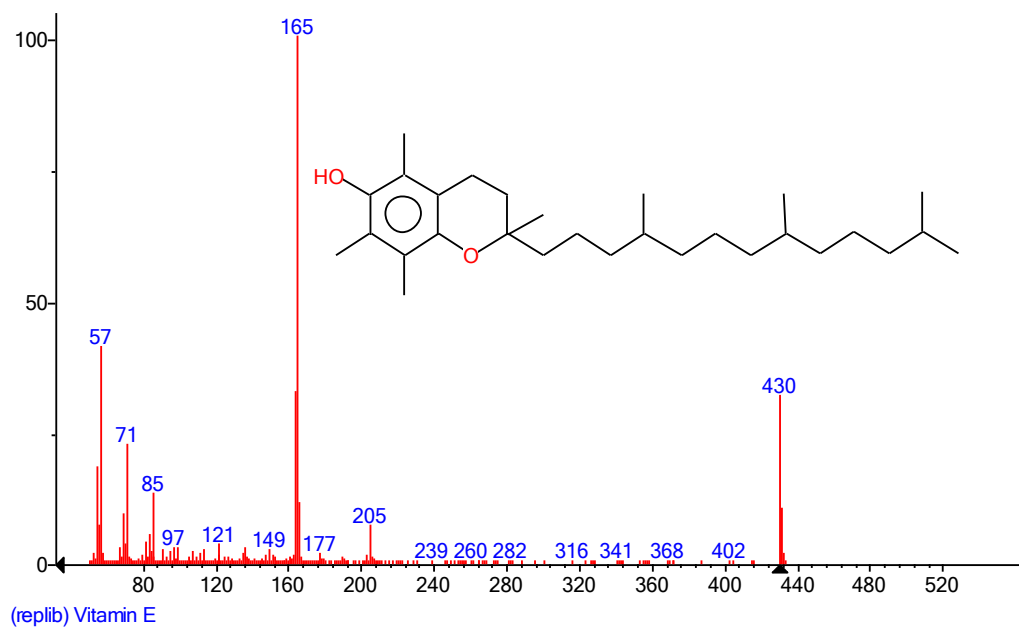
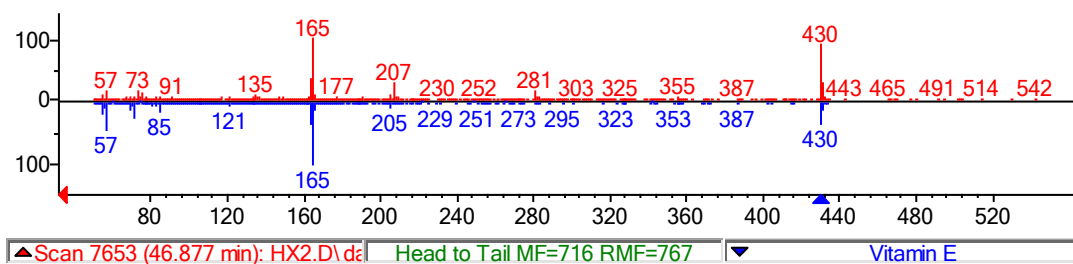
*Espectro de masas del compuesto Monostearina con su comparación estándar*





**Figura B26**

*Espectro de masas del compuesto alfa-Tocoferol con su comparación estándar*



## Apéndice C. Costos, Ingresos, Inversión y Flujo de estado del proceso de producción

### Tabla C1

*Activos de planta para el proceso de producción*

Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Tanque de lavado	1	\$ 780.00	\$ 873.60
Secador de Bandejas	1	\$ 2,750.00	\$ 3,080.00
Molino	1	\$ 1,200.00	\$ 1,344.00
Tamiz	1	\$ 400.00	
Envasadora y Selladora	1	\$ 3,200.00	\$ 3,584.00
Adecuación del espacio	-	-	\$ 500.00
<b>Total</b>			<b>\$ 9,381.60</b>

### Tabla C2

*Depreciación y valor de salvamento de los equipos de planta*

Equipo	Depreciación Anual	Valor	Total	Valor de Salvamento
Tanque de lavado	10%	\$ 780.00	78.00	\$ 390.00
Secador de Bandejas	10%	\$ 2,750.00	275.00	\$ 1,375.00
Molino	10%	\$ 1,200.00	120.00	\$ 600.00
Tamiz	10%	\$ 400.00		
Envasadora y Selladora	10%	\$ 3,200.00	320.00	\$ 1,600.00
<b>Total</b>			<b>793.00</b>	<b>\$ 3,965.00</b>



**Tabla C3***Ingresos mensuales y anuales de producción*

<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
<b>Producción de cajas mensual</b>	3740
<b>Precio unitario</b>	\$ 1.50
<b>Ingreso Mensual</b>	\$ 5,610
<b>Ingreso Anual</b>	\$ 67,320

**Tabla C4***Costos fijos y variables del proceso de producción*

<b>Costos variables de materia prima</b>					
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
Hojas de Sebastian Redondo	20	kg	\$ 0.80	\$ 176.00	\$ 2,112.00
Cajas de té	374	cajas	\$ 0.15	\$ 617.10	\$ 7,405.20
Bolsas de té	9350	bolsas	\$ 0.03	\$ 3,085.50	\$ 37,026.00
<b>Total</b>				<b>\$ 3,878.60</b>	<b>\$ 46,543.20</b>
<b>Costos Fijos</b>					
<b>Detalle</b>			<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo Anual</b>	
Servicios básicos (agua, energía eléctrica)			\$ 500.00	\$ 6,000.00	
Combustible			\$ 150.00	\$ 1,800.00	
<b>Total</b>			<b>\$ 650.00</b>	<b>\$ 7,800.00</b>	
<b>Total costos fijos y variables</b>			<b>\$ 4,528.60</b>	<b>\$ 54,343.20</b>	

**Tabla C5***Inversión inicial y total del proyecto*

<b>Activos</b>		<b>Pasivos</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
<b>Activos Fijos</b>		Préstamo	\$ 8,520.90
Capital de trabajo	\$ 8,520.90	<b>Total Pasivo</b>	\$ 8,520.90
Equipos de planta	\$ 8,881.60	<b>Patrimonio</b>	
<b>Activos Diferidos</b>		Accionista 1	\$ 4,690.80
Gasto de adecuación	\$ 500	Accionista 2	\$ 4,690.80
<b>Total Activos</b>	\$ 17,902.50	<b>Total Patrimonio</b>	\$ 9,381.60
<b>Inversión Inicial</b>	\$ 9,381.60	<b>Inversión Total</b>	\$ 17,902.50

**Tabla C6***Flujo neto del proyecto*

Detalle	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ingresos</b>	\$ 67,320.00	\$ 69,676.20	\$ 72,114.87	\$ 74,638.89	\$ 77,251.25	\$ 79,955.04	\$ 82,753.47	\$ 85,649.84	\$ 88,647.58	\$ 91,750.25
<b>Egresos</b>										
Costos Totales	\$ 54,741.00	\$ 48,172.21	\$ 49,858.24	\$ 51,603.28	\$ 53,409.39	\$ 55,278.72	\$ 57,213.48	\$ 59,215.95	\$ 61,288.51	\$ 63,433.60
<b>Flujo Operacional</b>	\$ 12,579.00	\$ 21,503.99	\$ 22,256.63	\$ 23,035.61	\$ 23,841.86	\$ 24,676.32	\$ 25,539.99	\$ 26,433.89	\$ 27,359.08	\$ 28,316.65
Amortización Intangible	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
Depreciación	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00	\$ 793.00
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>	\$ 11,736.00	\$ 20,660.99	\$ 21,413.63	\$ 22,192.61	\$ 22,998.86	\$ 23,833.32	\$ 24,696.99	\$ 25,590.89	\$ 26,516.08	\$ 27,473.65
25% Impuesto a la Renta	\$ 2,934.00	\$ 5,165.25	\$ 5,353.41	\$ 5,548.15	\$ 5,749.71	\$ 5,958.33	\$ 6,174.25	\$ 6,397.72	\$ 6,629.02	\$ 6,868.41
<b>Utilidad después de impuesto</b>	\$ 8,802.00	\$ 15,495.74	\$ 16,060.22	\$ 16,644.46	\$ 17,249.14	\$ 17,874.99	\$ 18,522.74	\$ 19,193.17	\$ 19,887.06	\$ 20,605.23
Depreciación y Amortización Intangible	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00	\$ 843.00
Valor de Salvamento										\$ 3,965.00
<b>Flujo neto del proyecto</b>	\$ 9,645.00	\$ 16,338.74	\$ 16,903.22	\$ 17,487.46	\$ 18,092.14	\$ 18,717.99	\$ 19,365.74	\$ 20,036.17	\$ 20,730.06	\$ 25,413.23