



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

#### MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en Agroindustria  
mención Tecnología de Alimentos

**Autor:**

Zurita Morales Karla Fernanda

**Tutor:**

Trávez Castellano Ana Maricela Mg

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2020-2021**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante” presentado por Zurita Morales Karla Fernanda, para optar por el título magister en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos.

## **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, 29 de noviembre del 2021



.....

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg

CC: 050227093-7

## APROBACIÓN TRIBUNAL

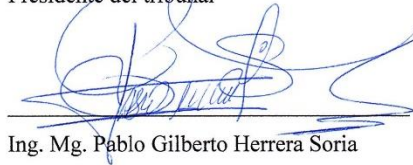
El trabajo de Titulación “Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante”, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, 29 de noviembre del 2021



Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes  
CC: 050151160-4

Presidente del tribunal



Ing. Mg. Pablo Gilberto Herrera Soria  
CC: 050169025-9

Miembro 2



Quim. Mg. Jaime Orlando Rojas Molina  
CC: 050264543-5

Miembro 3

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Gladys y Fernando por ser los ejes y guías de mi vida, por estar siempre presentes acompañándome, apoyándome en mis triunfos, derrotas y que me enseñaron a ser la persona que hoy en día soy. Haberme dado un hogar donde crecer, equivocarme, desarrollarme, aprender y sobre todo inculcarme valores que hoy definen mi vida. Dedico este trabajo en honor al sacrificio y esfuerzo que hacen día a día para poder darme una educación de calidad superarme y cumplir una más de mis metas.*

*También dedico a mis dos abuelitos en el cielo que partieron este 2021 José Zurita (+) y Lida Mayorga (+) que siempre me quisieron ver triunfar y lo estoy haciendo para que desde donde estén se sientan orgullosos de mí.*

**KARLA ZURITA**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por ser él la base de todo, para que nuestras metas y objetivos se vayan cumpliendo paulatinamente y que nuestro futuro profesional siempre sea de la mano de él.*

*Como no agradecer también a la Universidad Técnica de Cotopaxi por una vez más abrirme las puertas hacia la excelencia. Sé que el esfuerzo que hace nuestra alma mater siempre es en beneficio de sus estudiantes. Agradecer a los docentes externos e internos que nos han impartido sus cátedras para adquirir y mejorar los conocimientos. De manera especial un agradecimiento a la Mg. Maricela Trávez, Mg. Manuel Fernández, Mg. Pablo Herrera y Mg. Orlando Rojas, por ir formándonos académicamente.*

*Esperar que las cohortes apliquen el conocimiento adquirido en el área de la Agroindustria.*

**KARLA ZURITA**

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, 29 de noviembre del 2021



.....  
ING. KARLA FERNANDA ZURITA MORALES

CC.180475823-1

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi

Latacunga, 29 de noviembre del 2021



.....  
ING. KARLA FERNANDA ZURITA MORALES

CC.180475823-1

## **AVAL DEL PRESIDENTE**

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación “Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, 29 de noviembre del 2021



Mg. MANUEL ENRIQUE FERNÁNDEZ PAREDES

CC. 050151160-4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS**

**Título:** Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante

**Autor:** Zurita Morales Karla Fernanda

**Tutor:** Travez Castellano Ana Maricela Mg.

**RESUMEN**

El mortiño es una planta andina que se cultiva en los páramos del Ecuador. Esta especie al ser cultivada en esta zona no cuenta con información acerca de sus características sin embargo hoy en día se está tratando de investigar y de igual manera que pueda ser comercializada. Mediante esta investigación se trata de aportar con información acerca de los compuestos que presenta este fruto como son polifenoles y capacidad antioxidante al igual que su perfil fitoquímico.

Dentro del estudio se espera que haya presencia de estos compuestos para no solamente aportar a la parte de los alimentos sino también a la parte de salud, ya que cuenta con características muy buenas como fuente de antioxidantes que luchan contra los radicales libres que están presentes en el cuerpo humano y son causantes de enfermedades crónicas como es el cáncer la diabetes, enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares entre otras.

Actualmente los alimentos que poseen antioxidantes están siendo estudiados para combatir el Alzheimer, siendo estos ricos en vitaminas, minerales que ayudan a fortalecer al cerebro y que su desarrollo sea positivo. De igual manera el mortiño es un fruto que hoy en día se lo está utilizando para la elaboración de vinos, mermeladas, jugos, harinas y también para barras energéticas, se lo considera un alimento funcional.

**Palabras claves:** antioxidantes, fitoquímico, polifenoles, compuestos, enfermedades crónicas.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Title:** Hydroalcoholic extraction of the bioactive compounds of Mortiño (*Vaccinium meridionale*) as a function of polyphenols and antioxidant capacity.

**Author:** Zurita Morales Karla Fernanda

**Tutor:** Travez Castellano Ana Maricela Mg.

**ABSTRACT**

The mortiño is an Andean plant that is cultivated in the paramus of Ecuador. This species, being cultivated in this area, does not have information about its characteristics, however, today it is trying to investigate and in the same way that it can be commercialized. Through this research we try to provide information about the compounds that this fruit presents, such as polyphenols and antioxidant capacity, as well as its phytochemical profile.

Within the study, it is expected that these compounds will be present to not only contribute to the food part but also to the health part, since it has very good characteristics as a source of antioxidants that fight against free radicals that are present in the human body and are the cause of chronic diseases such as cancer, diabetes, cardiovascular and cerebrovascular diseases, among others.

Currently foods that have antioxidants are being studied to combat Alzheimer's, being rich in vitamins, minerals that help strengthen the brain and that its development is positive. In the same way, mortiño is a fruit that today is being used to make wines, jams, juices, flours and also for energy bars, it is considered a functional food.

**Keywords:** antioxidants, phytochemical, polyphenols, compounds, chronic diseases.

Yo, Mg Marco Paúl Beltrán Semblantes con cédula de identidad número 0502666514 Licenciado en Ciencias de la Educación especialización Inglés con número de registro de la SENESCYT: 1020-06-701921; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante" de: Zurita Morales Karla Fernanda aspirante a Magister en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos



Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes  
0502666514



CENTRO  
DE IDIOMAS

Latacunga, noviembre, 22, 2021

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....                             | ¡Error!   |
| <b>Marcador no definido.....</b>                      | <b>II</b> |
| APROBACIÓN TRIBUNAL.....                              | III       |
| DEDICATORIA.....                                      | IV        |
| AGRADECIMIENTO .....                                  | V         |
| RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....                       | VI        |
| RENUNCIA DE DERECHOS .....                            | VII       |
| AVAL DEL PRESIDENTE .....                             | VIII      |
| RESUMEN.....  | IX        |
| ABSTRACT .....  | X         |
| Índice de figuras .....                               | 13        |
| Índice de tablas .....                                | 13        |
| Índice de cuadros .....                               | 13        |
| 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....                     | 15        |
| 1.1. Antecedentes: .....                              | 15        |
| 1.2. Justificación: .....                             | 17        |
| 1.3. Planteamiento del problema: .....                | 18        |
| 1.4. Hipótesis .....                                  | 19        |
| 1.5. Objetivo General.....                            | 19        |
| 1.6. Objetivos específicos .....                      | 19        |
| 1.7. Tareas:.....                                     | 20        |
| 1.8. Etapas.....                                      | 21        |
| 2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....           | 21        |
| 2.1. MORTIÑO .....                                    | 21        |
| 2.1.1. Distribución geográfica.....                   | 22        |
| 2.1.2. Zonas de cultivo.....                          | 22        |
| 2.1.3. Manejo .....                                   | 24        |
| 2.1.4. Usos .....                                     | 24        |
| 2.1.5. Beneficios del mortiño .....                   | 25        |
| 2.1.6. Composición nutricional .....                  | 25        |
| 2.1.7. Contenido de polifenoles totales en bayas..... | 26        |
| 2.1.8. Antocianinas encontradas en bayas.....         | 26        |
| 2.1.9. Contenido de humedad.....                      | 27        |
| 2.1.10. Plagas y enfermedades .....                   | 27        |
| 2.1.11. Compuestos bioactivos.....                    | 27        |
| 2.1.12. Polifenoles .....                             | 36        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.1.13. | Capacidad Antioxidante .....   | 36 |
| 2.2.    | Extracción hidroalcohólica.....  | 36 |
| 2.3.    | Objetivo de compuestos bioactivos en la industria de alimentos .....   | 37 |
| 2.4.    | Capacidad antioxidante.....  | 37 |
| 3.      | CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 38 |
| 3.1.    | Tipos de investigación .....   | 38 |
| 3.2.    | Métodos de investigación.....  | 38 |
| 3.3.    | Técnicas .....   | 39 |
| 3.4.    | Instrumentos de investigación.....   | 39 |
| 3.5.    | Materiales y equipos.....  | 39 |
| 3.6.    | Equipos .....  | 40 |
| 3.7.    | Reactivos.....   | 40 |
| 3.7.1.  | Técnica de determinación de polifenoles .....  | 40 |
| 3.7.2.  | Técnica FRAP.....  | 40 |
| 3.8.    | Descripción del método de elaboración .....  | 40 |
| 3.9.    | Desarrollo del proyecto.....   | 41 |
| 3.10.   | Determinación del perfil fitoquímico .....   | 42 |
| 3.11.   | Determinación de polifenoles.....  | 43 |
|         | Determinación de la capacidad antioxidante .....   | 43 |
| 3.12.   | Diseño Experimental .....  | 45 |
| 3.13.   | Diagrama de flujo .....  | 46 |
| 4.      | CAPÍTULO IV. APLICACIÓN Y/O VALIDACION DE LA PROPUESTA .....   | 47 |
| 4.1.    | Balance de materia y rendimiento .....   | 47 |
| 4.2.    | Determinación de la humedad de los extractos secos del mortiño .....   | 47 |
| 4.3.    | Perfil Fitoquímico.....  | 48 |
| 4.4.    | DISEÑO EXPERIMENTAL.....   | 49 |
| 4.4.1.  | Corridas experimentales.....   | 50 |
| 4.4.2.  | Modelo codificado de la cantidad de polifenoles totales.....   | 51 |
| 4.4.3.  | Modelo codificado del poder antioxidante reductor de hierro.....   | 52 |
| 4.4.4.  | Optimización del proceso del extracto hidroalcohólico del extracto seco de mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )..... | 54 |
| 4.5.    | Caracterización del extracto optimizado.....   | 55 |
| 5.      | CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 58 |
| 5.1.    | CONCLUSIONES.....  | 58 |
| 5.2.    | RECOMENDACIONES.....   | 59 |
| 6.      | CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 60 |
| 7.      | CAPÍTULO VII. ANEXOS.....  | 65 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Planta de mortiño .....                   | 22 |
| Gráfico 2. Variedad Vaccinium Floribundum .....      | 23 |
| Gráfico 3. Variedad Vaccinium Crenatum .....         | 23 |
| Gráfico 4. Variedad Vaccinium Distichum Luteyn ..... | 23 |
| Gráfico 5. Cantón Sigchos.....                       | 41 |
| Gráfico 6. Contenido de polifenoles .....            | 52 |
| Gráfico 7. Técnica FRAP .....                        | 53 |
| Gráfico 8. Optimización.....                         | 54 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Etapas de elaboración del proyecto de investigación .....                          | 21 |
| Tabla 2. Composición nutricional del mortiño (Vaccinium meridionale).....                   | 25 |
| Tabla 3. Contenido de polifenoles totales .....   | 26 |
| Tabla 4. Contenido de antocianinas .....  | 26 |
| Tabla 5. Contenido de humedad .....   | 27 |
| Tabla 6. Perfil fitoquímico .....   | 42 |
| Tabla 7. Corridas experimentales .....  | 45 |
| Tabla 8. Corridas experimentales .....  | 50 |
| Tabla 9. Parámetros del modelo codificado de la cantidad de polifenoles totales.....        | 51 |
| Tabla 10. Parámetros del modelo codificado del poder antioxidante reductor del hierro ..... | 52 |
| Tabla 11. Optimización del mortiño (Vaccinium meridionale).....                             | 54 |

## Índice de cuadros

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos específicos ..... | 20 |
| Cuadro 2. Perfil fitoquímico.....   | 48 |
| Cuadro 3. Características del extracto optimizado.....                    | 55 |

## Índice de anexos

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Materia prima (Vaccinium meridionale).....                                  | 65 |
| Anexo 2. Selección y limpieza de la materia prima (Vaccinium meridionale) .....      | 65 |
| Anexo 3. Pesaje de la materia prima (Vaccinium meridionale) .....                    | 66 |
| Anexo 4. Proceso de deshidratación de la materia prima (Vaccinium meridionale) ..... | 66 |
| Anexo 5. Materia prima (Vaccinium meridionale) en deshidratación .....               | 67 |

|   |    |
|---|----|
| Anexo 6. Materia prima ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) deshidratada.....               | 67 |
| Anexo 7. Peso de materia prima ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) deshidratada .....      | 68 |
| Anexo 8. Proceso de molienda de la materia prima ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) ..... | 68 |
| Anexo 9. Extracto seco de mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) .....                | 69 |
| Anexo 10. Determinación de humedad del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ).....    | 69 |
| Anexo 11. Preparación de reactivos.....   | 70 |
| Anexo 12. Primeros resultados .....   | 70 |
| Anexo 13. Análisis en el espectrofotómetro.....   | 71 |
| Anexo 14. Muestras en celdas .....  | 71 |
| Anexo 15. Resultados de polifenoles .....   | 72 |
| Anexo 16. Resultado de polifenoles según las corridas realizadas .....                  | 72 |
| Anexo 17. Análisis de capacidad antioxidante .....                                      | 73 |
| Anexo 18. Capacidad antioxidante .....  | 73 |
| Anexo 19. Balanza analítica .....   | 74 |
| Anexo 20. Determinación de polifenoles y capacidad antioxidante .....                   | 74 |
| Anexo 21. Costos.....   | 75 |
| Anexo 22 Aval del experto .....   | 77 |
| Anexo 23 Registro SENESCYT del experto .....  | 78 |
| Anexo 24 Curriculum vitae del experto.....  | 80 |
| Anexo 25 Aval de Urkund .....   | 85 |

## 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

**1.1. Antecedentes:** El trabajo esta direccionado en la línea de investigación de “Desarrollo y seguridad alimentaria y procesos industriales” conjuntamente con la sub línea de investigación “Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales”. La investigación se desarrolla en esta línea y sub línea de investigación debido a que se utiliza un método de extracción de polifenoles y antioxidantes donde se aplicaron procesos tecnológicos agroindustriales. El proyecto se desarrolla en base a acuerdos, reglamentos, normas relacionados con la Maestría Agroindustrial mención Tecnología de Alimentos.

Según (Coronado H et al., 2015) en su estudio sobre antioxidantes para la salud humada mencionan el beneficio del consumo cotidiano de alimentos con antioxidantes, sobre todo de frutas y verduras y la protección que pueden proporcionar para prevenir los riesgos de padecimientos, aunque se reitera que se requieren más estudios.

Según (Yungán León, 2019) en su estudio formulación y control de calidad de un fotoprotector a base de cedrón (*aloesa triphylla*) menciona que las pruebas espectrofotométricas realizadas muestran la presencia de fenoles y flavonoides, por lo que es adecuado para la formulación del fotoprotector. El extracto etanólico de *Aloysia tryphilla* a 200 ppm demostró tener un FPS de 13,39, siendo de protección medio según la clasificación del COLIPA, cabe recalcar que estudios de genotoxicidad realizados no demuestran actividad toxica por lo que tiene una concentración segura. Ramírez, J et al. (2016) afirman que el tiempo y la temperatura son factores que influyen de manera importante en la extracción de los compuestos responsables de la actividad antioxidante en el cedrón, como es el caso de los polifenoles y terpenos. La actividad antioxidante detectada en los extractos acuosos de cedrón es atribuida a la presencia de compuestos fenólicos; dicha actividad es inferior a la reportada en la literatura para té verde y blanco.

Según (Cruzado et al., 2013) en su estudio sobre determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) mencionan que el contenido de fenoles totales del extracto de alcachofa de la

especie *Cynara scolymus L.* alcanzó ser de 117,3 mg de ácido gálico/g de extracto. Este valor resultó ser mayor que en otras especies de alcachofas reportadas (31 - 58 mg de ácido gálico/g de extracto). Se encontró las mayores concentraciones de fenoles en muestras que no fueron microfiltradas, concluyendo que este proceso reduce la concentración de fenoles en los extractos de alcachofa. - Se logró determinar la actividad antioxidante en el extracto liofilizado de alcachofa con mayor contenido de compuestos fenólicos, mediante el empleo del reactivo DPPH. Se obtuvo un valor de CI a una concentración de 200 mg/mL, lo cual es comparable a una 50 actividad antioxidante de 47 mg de ácido gálico.

Según (Loor Garabí & Zambrano Navarro, 2016) en su estudio del mortiño, beneficios y aplicaciones en la repostería mencionan que el mortiño debido a su gran valor nutricional lo convierte en un excelente alimento ya que posee nutrientes como la vitamina C, potasio, fosforo, magnesio, calcio, proteínas y un gran contenido de agua, los cuales resultan muy útiles para las personas, debido a sus propiedades hipocalóricas, antioxidantes, nutritivas y medicinales, las cuales previenen el colesterol y un envejecimiento prematuro, tanto mental como físico.

Según (Tupuna Yerovi, 2012) menciona en su estudio sobre la obtención de jugo clarificado concentrado de mortiño (*vaccinium floribundum kunth*) mediante el uso de tecnología de membrana que la aplicación del tratamiento y la cantidad de cóctel enzimático tienen un efecto significativo en el contenido de antocianinas de la pulpa hidrolizada de mortiño. A mayor cantidad de cóctel enzimático, mayor el contenido de antocianinas en la pulpa.

Según (Ochoa Agudelo, 2014) en su estudio Producción de vinagre a partir de Mortiño (*Vaccinium meridionale*) mediante procesos fermentativos y seguimiento de su actividad antioxidante menciona que en la producción de vinagre a partir del mortiño, la actividad antioxidante se conserva durante los procesos fermentativos (alcohólico y acético) para la producción de vinagre a partir de Mortiño (*Vaccinium meridionale*).

Según (Piedrahita & Fernanda, 2012) en su estudio del efecto de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante del mortiño (*Vaccinium floribundum*



*kunt*) mencionan que se determinó que el mortiño deshidratado a 40°C en mitades posee la mayor capacidad antioxidante 1704,23 µmol Trolox/100g muestra, en relación a los otros 3 tratamientos aplicados; 60°C en mitades (1344.97 µmol Trolox/100g muestra), 60°C en cuartos (1276.88 µmol Trolox/100g muestra), 40°C en cuartos (1504.86 µmol Trolox/100g muestra) esto debido a que el tratamiento de 40°C en mitades presenta los más altos contenidos de flavonoides, polifenoles y antocianinas; sin embargo es importante destacar que aunque el tratamiento de 40°C en mitades presenta el mayor contenido de antocianinas estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Según (Castillo & De Janon, 2018) mencionan en su estudio sobre la caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*), en la sierra norte del Ecuador que la caracterización de los compuestos bioactivos del fruto de mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*), estableció que existieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) para la cuantificación del contenido de polifenoles capacidad antioxidante. En el contenido de antocianinas se identificaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), mientras que en el contenido de flavonoides no presentó diferencias entre las cinco localidades, Mojanda, Cotacachi, El Pedregal, Los Alpes y Pueblo Viejo.

**1.2.Justificación:** En el Ecuador y en el mundo las personas han utilizado las plantas como alimentos de igual manera algunos frutos que proceden de algunas de ellas para saciar el hambre y también para curar enfermedades. La presencia de enfermedades crónicas producidas por una mala alimentación ha ido creciendo de manera increíble, las personas toman a la ligera la situación de la mala alimentación escudándose en pretextos como la falta de tiempo, la comida ya viene lista solo para calentar y servirse, estas son algunos motivos por los cuales la gente ha perdido la calidad de su salud.

Según el INEC entre el 2011-2013, que se realizó la ENSANUT encuesta nacional de salud y nutrición detalla que el 26 % de la población muere a causa de enfermedades como diabetes, enfermedades del corazón, enfermedades hipertensivas.

El trabajo tiene como finalidad extraer los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de sus polifenoles y capacidad antioxidante mediante una extracción hidroalcohólica ya que son beneficiosos para la salud del ser humano y que mejora su salud, disminuyendo la posibilidad de contraer alguna enfermedad producida por la mala alimentación o déficit de algún compuesto.

Para realizar el presente proyecto se utilizó métodos para la extracción de los compuestos bioactivos y de igual manera buscar alternativas dentro de la optimización de procesos y para sustituir aditivos químicos y de esta manera poder dar valor agregado a este producto.

El aprovechamiento de los polifenoles y antioxidantes del mortiño (*Vaccinium meridionale*), ayudará a que muchas personas dentro de la provincia se beneficien y mejoraren su salud ya que es un producto nutritivo y apto para su consumo siempre garantizando la inocuidad del mismo.

Los beneficios de los compuestos bioactivos son varios y juegan un papel importante en la prevención de tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y el Alzheimer.

**1.3.Planteamiento del problema:** En el mundo la mala alimentación ha llevado a que las personas padezcan de enfermedades terminales como por ejemplo el cáncer, enfermedades hepáticas, enfermedades de la piel, trastornos en la conducta entre otras y no solamente por la razón de contener compuestos que son nocivos a la salud sino también por no equilibrar la alimentación, es por ello que algunos alimentos ya están siendo estudiados para que sirvan como suplementos en la alimentación de las personas en el mundo, especialmente estudios relacionados con las plantas.

La descompensación de minerales, vitaminas es una de las causas para que la salud de las personas se vea deteriorada ya que no están ingiriendo lo que el cuerpo necesita, por el modo de vida que se lleva existen personas que se alimentan con comida chatarra, gaseosas, caramelos, alimentos en sí llenos de azúcar, colorantes, conservantes y estos causan muchos problemas en la salud.

El modo de vida que se ha adoptado en los últimos años ha sido una de las principales causas para que la salud de los seres humanos haya sido afectada de manera directa, por lo tanto el aprovechamiento de polifenoles y compuestos antioxidantes, aplicados en los alimentos es una de las soluciones que se pueden plantear, no solamente para evitar que les cause alguna enfermedad si no para

mantener un excelente estilo de vida y no perdiendo la costumbre de alimentarse con algo rico pero saludable.

El desconocimiento de temas como por ejemplo el de los polifenoles, antioxidantes y sus funciones que son beneficiosos en la salud son otra causa respecto a la salud deteriorada de las personas, es por eso que se debe tener en cuenta que los antioxidantes son sustancias que previenen efectos adversos sobre las funciones biológicas de los humanos, las propiedades se deben estudiar no solamente por su característica química- biológica sino también por la función que cumple en el deterioro oxidativo que afecta a la gran mayoría de alimentos.

#### **Formulación del problema:**

Cuáles son los parámetros de extracción hidroalcohólica del mortiño (*Vaccinium meridionale*) que garantice mayor rendimiento en polifenoles y capacidad antioxidante.

#### **1.4.Hipótesis**

La temperatura, tiempo y la concentración de etanol influyen en la extracción de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.Objetivo General**

Realizar una extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante.

#### **1.6.Objetivos específicos**

- Analizar la composición fitoquímica del mortiño (*Vaccinium meridionale*).
- Determinar los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) mediante extracciones hidroalcohólicas.
- Evaluar la influencia del tiempo, temperatura y concentración de etanol en la extracción de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*).

## 1.7.Tareas:

Cuadro 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos específicos

| Objetivos   | Actividad (Tarea)   | Resultados de la Actividad (Tarea)   | Descripción de la actividad (Técnicas e instrumentos )                                |
|---|---|--|---|
| <b>Analizar la composición fitoquímica del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>).</b>  | Recolección de muestras<br>Deshidratación de las muestras<br>Proceso de análisis del perfil fitoquímico   | Obtención del extracto sólido de mortiño<br>Resultados del perfil fitoquímico  | Deshidratación del mortiño<br>Métodos para la obtención del perfil fitoquímico        |
| <b>Determinar la presencia de compuestos bioactivos del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>) mediante extracciones hidroalcohólicas.</b>                          | Realizar un detalle experimental de la cantidad de polifenoles y de la capacidad antioxidante del mortiño | Comprobar la presencia de polifenoles y capacidad antioxidante en el mortiño   | Análisis de determinación de polifenoles y técnica FRAP mediante el espectrofotómetro |
| <b>Evaluar la influencia del tiempo, temperatura y concentración de etanol en la extracción de compuestos biactivos del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>).</b> | Aplicar diseños experimentales e interpretar los resultados   | Aplicar diferentes concentraciones del extracto sólido de mortiño para verificar la presencia de los compuestos bioactivos | Verificar los valores obtenidos de los métodos aplicados                              |

Elaborado por: (Zurita, 2021)

## 1.8.Etapas

Tabla 1. Etapas de elaboración del proyecto de investigación

| Etapa  | Descripción   |
|--|---|
| <b>Etapa 1. Presentación de la propuesta</b>   | Presentar la idea o propuesta del proyecto de investigación para su aprobación, modificación o rechazo  |
| <b>Etapa 2. Desarrollo de la investigación</b> | Realizar el proyecto de investigación bajo los parámetros, métodos y normas establecidas dentro de la Maestría Agroindustrial Mención Tecnología de Alimentos |
| <b>Etapa 3. Resultados de la investigación</b> | Plasmar los resultados obtenidos después de aplicar la metodología del proyecto de investigación y generar resultados   |

Elaborador por: (Zurita, 2021)

## 2. CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1.MORTIÑO

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un fruto andino de potencial agroindustrial y creciente demanda debido a sus propiedades antioxidantes y alto valor nutritivo (Coba et al., 2012). En el Ecuador, los frutos se obtienen en los parámetros de plantas en estado silvestre. La falta de material de propagación o de plantas para la siembra y producción, no ha promovido el cultivo comercial de mortiño, debido a que no posee en un sistema de propagación eficiente, dificultando la domesticación del cultivo, a diferencia de otros arándanos andinos (P et al., 2010) Una de las alternativas que puede contribuir para desarrollar posibles técnicas de multiplicación o propagación es el uso de agro tecnologías como la de cultivo de tejidos.

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un arbusto que crece hasta 3,5 m de altura y 5,0 cm de diámetro, usualmente muy ramificado, copa redondeada; hojas y ramas nuevas de color granate y luego verde pálido; corteza de color naranja que se desprende con facilidad; yemas latentes cubiertas con escamas imbricadas o sobrepuestas. Las hojas de este arbusto son simples alternas espiraladas, de forma elíptica, de 1,5 - 3, 5 cm de largo por 0,6 – 1,4 cm de ancho; base obtusa, ápice acuminado, borde finamente aserrado; haz verde lustroso y envés verde pálido. La inflorescencia consiste en racimos axilares o

terminales de 3,5 – 7,5 cm de largo. Las flores son pequeñas, de color blanco, cáliz con los sépalos unidos y con 5 dientes; corola tubular con 5 lóbulos de 5 - 7 mm. El fruto es una baya globosa y carnosas de 8 - 14 mm de diámetro, de color morado oscuro a negro al madurar; conserva rudimentos del cáliz en el ápice. Las semillas son numerosas y pequeñas. (Coba et al., 2012) (Gráfico 1)



*Gráfico 1. Planta de mortiño*

**Fuente:** (Mosquera et al., 2015)

El mortiño es una especie nativa que no ha sido sembrada extensivamente por el humano y una especie poco conocida pero con potencial económico a corto, mediano y largo plazo.

### **2.1.1. Distribución geográfica**

La distribución geográfica del mortiño comprende las zonas andinas de Suramérica, desde Ecuador hasta Venezuela. También está presente en los bosques de montaña en Jamaica. En Colombia el mortiño se encuentra en las tres cordilleras a alturas entre 1.800 – 3.100 msnm. En el departamento de Antioquia es una especie común en zonas altas de la Cordillera Central, donde crece en rastrojos bajos, bosques secundarios y en el interior de plantaciones de pino pátula y ciprés

### **2.1.2. Zonas de cultivo**

“En el Ecuador se puede encontrar mortiño en la Sierra Norte como en Carchi, Imbabura, Pichincha en la sierra Centro como en Tungurahua, Chimborazo, Cañar y en la sierra Sur: Azuay, Loja” (Loor & Zambrano, 2016)

## Variedades de mortiño en Ecuador



*Gráfico 2. Variedad Vaccinium Floribundum*

**Fuente:** (Coba et al., 2012)



*Gráfico 3. Variedad Vaccinium Crenatum*

**Fuente:** (Coba et al., 2012)



*Gráfico 4. Variedad Vaccinium Distichum Luteyn*

**Fuente:** (Coba et al., 2012)

### 2.1.3. Manejo

La forma más conocida de reproducir el mortiño es por semillas; los frutos se colectan al inicio de la madurez cuando empiezan a tornarse de color morado o granate; las semillas se siembran en semilleros directamente sobre la superficie del suelo preparado. El cual consiste en una mezcla de tierra, arena y micorriza comercial, en una proporción de 7,5:1,5:1 partes de cada uno respectivamente. Las semillas deben ser tomadas de frutos grandes preferiblemente, estos se maceran en un cedazo para liberar las semillas de la pulpa separándolas en agua. 1000 semillas pesan en promedio 0,44 gr.; es decir que un kilogramo de semilla contiene aproximadamente 2'272.000 semillas. Es aconsejable dejar secar las semillas a la sombra antes de sembrarlas. Después de sembradas se recomienda cubrirlas con una pequeña capa de acículas de pino descompuestas, las cuales contienen el inóculo de las micorrizas. Las micorrizas son la asociación de hongos con las raíces de ciertas plantas, en este caso del mortiño que ayudan en la recuperación de nutrientes, beneficiando su desarrollo posterior. El mortiño crece bien en suelos ácidos; es decir con un pH menor o igual a 5,0; húmedos pero bien drenados ya que su sistema radicular es superficial y por lo tanto no soporta encharcamientos. (Coba et al., 2012)

Las etapas de cultivo son dos el desarrollo de la plantación que es de 3 a 4 años y el inicio de la cosecha de 3 a 4 años dependiendo de la zona, clima y variedad de mortiño

### 2.1.4. Usos

- **Ornamental:** El mortiño es un arbusto ideal para fines ornamentales por las características de sus hojas (brillantes, lisas, de color granate y rosadas cuando jóvenes) y por el porte que puede adquirir si se poda a gusto. Las ramas y follaje son usadas en floristería y en la elaboración de silletas, de igual manera como tinte natural es excelente.
- **Medicinal:** El consumo crudo de los frutos del mortiño ayuda a restablecer los niveles normales de azúcar en la sangre en personas con problemas de hipoglicemia y diabetes. También sirve para problemas digestivos.
- **Alimenticio:** El fruto no solo es de consumo animal y a diferencia de lo que se cree, no es venenoso; por el contrario, es rico en antioxidantes, contiene un alto contenido de vitamina C y vitaminas del complejo B, también minerales como potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg); proteínas, fibra, un alto contenido de agua y es de buen sabor. (Coba et al., 2012) (Gráfico 2,3,4)



### 2.1.5. Beneficios del mortiño

El mortiño ayuda a controlar los niveles de azúcar en la sangre, previene el autismo, diabetes, reumatismo, ayudan a tratar afecciones nerviosas, previene la inflamación a las vías urinarias, ayuda a reducir el riesgo de enfermedades del corazón, combate los trastornos digestivos y evita la arterosclerosis. (Loor & Zambrano, 2016)

### 2.1.6. Composición nutricional

Tabla 2. Composición nutricional del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

| PARÁMETRO        | CANTIDAD      |
|------------------|---------------|
| Humedad (g)      | 80,09 ± 0,16  |
| Proteína (g)     | 0,76          |
| Calcio           | 15,54 ± 1,1   |
| Potasio          | 142,04 ± 1,88 |
| Magnesio         | 21,22 ± 1,90  |
| Cobre            | 0,11 ± 0,00   |
| Zinc             | 0,21 ± 0,00   |
| Hierro           | 0,77 ± 0,00   |
| Fructosa         | 4,55 ± 0,06   |
| Glucosa          | 2,96 ± 0,0    |
| Sacarosa         | ND            |
| Rivoflavina (mg) | 0,05          |
| Niacina (mg)     | 0,18          |

**Fuente:** (Castillo & Brito, 2018)

La composición nutricional de los diferentes tipos de mortiños depende mucho de su estado de madurez, clima, suelo, fertilizantes utilizados en si la variedad, estos parámetros son fundamentales al momento de estudiar a este fruto ya que algunos poseen más características que otros. El proceso de pos cosecha también es otro punto a considerar ya que en el proceso de recolección no se va seleccionando si no ya una vez que llegue a su destino de industrialización.

### 2.1.7. Contenido de polifenoles totales en bayas

Tabla 3. Contenido de polifenoles totales

| ESPECIE   | POLIFENOLES<br>TOTALES mg/g |
|---|-----------------------------|
| Arándano ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )               | 525,0                       |
| Mora ( <i>Rubus fruticosus</i> )                      | 417-555                     |
| Grosella negra ( <i>Ribes nigrum</i> )                | 498-1342                    |
| Arándano azul ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )         | 261-585                     |
| Arándano rojo grande ( <i>Vaccinium macrocarpon</i> ) | 113,74-177,6                |
| Frambuesa ( <i>Rubusidaeu idaeus</i> )                | 113,73-517                  |
| Frutilla ( <i>Fragaria x ananassa</i> )               | 102                         |
| Mortiño ( <i>Vaccinium floribundum Kunth</i> )        | 882 ± 38                    |

Fuente: (Castillo & Brito, 2018)

### 2.1.8. Antocianinas encontradas en bayas

Tabla 4. Contenido de antocianinas

| ESPECIE  | ANTOCIANINA DOMINANTE   |
|--|---|
| Arándano ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )        | Malvidina-3- glucósido<br>Cianidina-3-glucósido<br>Mirtalina<br>Cianidina-3-galactósido |
| Mora ( <i>Rubus fruticosus</i> )               | Cianidina-3-glucósido   |
| Grosella negra ( <i>Ribes nigrum</i> )         | Delfinidina-3-runitósido  |
| Arándano azul ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )  | Malvidina-3-arabinósido<br>Malvidina-3-glucósido<br>Malvidina-3-galactósido             |
| Frambuesa ( <i>Rubusidaeu idaeus</i> )         | Cianidina-3-soforósido  |
| Frutilla ( <i>Fragaria x ananassa</i> )        | Pelargonidina-3-glucósido   |
| Mortiño ( <i>Vaccinium floribundum Kunth</i> ) | Delfinidina hexóxido<br>Cianidina hexósido  |

Fuente: (Castillo & Brito, 2018)

### 2.1.9. Contenido de humedad

Tabla 5. Contenido de humedad

| MUESTRA       | PORCENTAJE DE HUMEDAD |
|---------------|-----------------------|
| Mortiño alto  | 82,5                  |
| Mortiño bajo  | 84,18                 |
| Mortiño medio | 83,99                 |

Fuente: (Castillo & Brito, 2018)

### 2.1.10. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades ocasionan pérdidas económicas representativas en la producción del mortiño, entre las principales el daño por hongos al fruto y la hoja y el daño por insecto como las orugas, gusanos y polillas (Loor & Zambrano, 2016)

### 2.1.11. Compuestos bioactivos

Las sustancias bioactivos o fitoquímicas no están considerados como nutrientes esenciales en la ingesta diaria recomendada para humanos ya que sus beneficios son extras a la dieta. Entre los más importantes están:

#### – Alcaloides

Son compuestos nitrogenados que se derivan biosintéticamente de los aminoácidos, son heterocíclicos, son básicos o alcalinos, sirven de transporte y almacenamiento de nitrógeno en las plantas y como sustancias protectoras de la planta contra el ataque de bacterias, hongos y animales herbívoros. (Anselmo & Flores, 2018)

### Ensayo de Dragendorff

Permiten identificar alcaloides, hasta obtener la solución ácida. Si al añadir 2 o 3 gotas de la solución reactiva de Mayer o Wagner respectivamente, se observa opalescencia, turbidez definida, precipitado coposo, entonces se considera positiva la presencia de este tipo de metabolito.

Permite reconocer en un extracto la presencia de alcaloides, para ello, la alícuota se calentó en baño de agua hasta evaporación del solvente. El residuo se disolvió nuevamente en 1ml de HCl (1%). Al extracto de la alícuota se le añadió una gota de ácido clorhídrico concentrado, se calentó suavemente y se dejó enfriar hasta acidez. Con la

solución acuosa ácida se realizó el ensayo añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff y se observó opalescencia.

Se añade una porción del residuo, se disuelve en 2 ml de ácido clorhídrico al 50 %, se agita y se filtra hasta que el filtrado sea completamente transparente. Se toma una alícuota del filtrado para cada ensayo con los reactivos para alcaloides y se consideran positivas las pruebas en las que aparece un precipitado. (Sánchez, s. f.)

#### – **Compuestos grasos**

Es una biomolécula de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo (son ácidos orgánicos de cadena larga). Cada átomo de carbono se une al siguiente y al precedente por medio de un enlace covalente sencillo o doble. Al átomo de su extremo le quedan libres tres enlaces que son ocupados por átomos de hidrógeno. Los compuestos grasos forman parte de los fosfolípidos y glucolípidos, moléculas que constituyen la bicapa lipídica de todas las membranas celulares. (Tituaña & Zurita, 2020)

#### **Ensayo de Sudán III**

Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos grasos, se considera positiva si aparecen gotas o una película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo de ensayos, respectivamente.

Hidratar la muestra, Lavar en agua destilada, Añadir Sudán III + 40 gotas de rojo escarlata, de 1 a 24 horas, Lavar con agua corriente, Añadir hematoxilina o carmín (para el contraste) de 5-10 minutos y lavar en agua corriente por 5 minutos. (Valencia, s. f.)

#### – **Agrupamiento lactónico**

Son compuestos de naturaleza química heterogénea, presentes en varias familias de plantas y que han sido descritos por varios autores como agentes antiinflamatorios en diferentes estudios farmacológicos.

(Álvarez-Reyes, s. f.) afirma que en la especie estudiada *Erythroxylum confusum*, se detectó la presencia de flavonoides, fenoles, compuestos reductores, saponinas, mucílago, carotenos y flavonoides, estos últimos en mediana abundante. No hubo detección de quinonas, alcaloides, agrupamiento lactónico, aminas y triterpenos. El régimen de secado tiene poca influencia en la generalidad de los de los metabolitos

presentes en esta especie. Solo hubo afectación en la observancia de los flavonoides y compuestos fenólicos en el extracto acuoso al variar el método de secado partiendo del material vegetal fresco. Se recomienda el secado a la sombra.

### **Ensayo de Baljet**

Permite reconocer en un extracto la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular cumarinas, aunque otros compuestos lactónicos pueden dar positivo al ensayo. Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y volver a disolverse en la menor cantidad de alcohol (1ml). En estas condiciones se adicionó 1ml de reactivo y se observó cambio de coloración. Si la fase acuosa alcalina se colorea de rosado a rojo, el ensayo se considera positivo.

#### **– Triterpenos**

Entre los Triterpenos se encuentran esteroides y esteroles derivados del escualeno, una molécula de cadena lineal de 30 C de la que derivan todos los triterpenos cíclicos. Los esteroides que contienen un grupo alcohol, y es el caso de casi todos los esteroides vegetales, se denominan esteroles. Los más abundantes en plantas son el estigmasterol y el sitosterol, que sólo difiere del estigmasterol en la ausencia del doble enlace entre C 22 y C 23. (Carril & García, 2011)

Se determinó que el follaje de ruda contiene alcaloides, cumarinas, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas, y esteroides. De ellos, los tres primeros tipos de compuestos predominaron en la partición hexano, que fue la de mayor actividad fago disuasiva.

Entre los triterpenos, que son terpenoides, algunos son tóxicos o fago disuasivos para insectos. Por ejemplo, uno de ellos es el *limonoide azadiractina*, presente en la semilla del árbol de nim, el cual puede ser tóxico o regulador del crecimiento en larvas de *H. grandella*, dependiendo de su formulación. (Barboza et al., 2010)

### **Ensayo de Liebermann – Burchard**

Debido a que ambos tipos de productos poseen un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6. La presencia de aminoácidos libres o de aminas en general se realiza a través del ensayo de Ninhidrina. Este ensayo se considera positivo cuando se desarrolla un color violáceo.

Para ello si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo volver a disolverse en 1ml de cloroformo. Se adicionó 1ml de anhídrido acético y se mezcló bien. Por la pared del tubo se dejó correr 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. (Tamayo et al., 2011)

- Rosado- azul muy rápido.
- Verde intenso, visible aunque rápido.

Verde oscuro- negro, final de la reacción.

#### – **Azúcares reductores**

Los azúcares reductores son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas que actuarán como oxidantes. Esta propiedad permite determinar la concentración de una disolución de azúcar midiendo la cantidad de agente oxidante que es reducido, como ocurre en la determinación del contenido de glucosa en muestras de sangre u orina para detectar la diabetes mellitus.(Delgado-Camacho et al., s. f.)

En el análisis fitoquímico preliminar de las hojas de la especie *columnnea picta* (capitana), planta utilizada por la comunidad Awá Cuaiquier como antiofídica, en el extracto de la especie *Columnnea Picta* (Capitana) se caracterizó la presencia de metabolitos secundarios posiblemente azúcares reductores, carotenoides y terpenos; compuestos encontrados en plantas que han demostrado tener un grado significativo de neutralización del efecto letal del veneno de la serpiente. (Tituaña & Zurita, 2020)

#### **Ensayo de Fehling**

Este se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece un precipitado rojo. Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores. Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en agua debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1-2 ml de agua. Se adicionó 2 ml del reactivo (recién preparado) y se calentó en baño de agua de 5-10 min. El ensayo se consideró positivo ya que la solución se coloreó de rojo.

#### – **Aminoácidos libres**

Los aminoácidos son de vital importancia en el metabolismo de los seres vivos, desde su condición de ser las unidades estructurales de las proteínas; intervienen en la regulación

endógena del crecimiento y desarrollo vegetal, las plantas sintetizan los aminoácidos a partir del carbono el oxígeno y el hidrógeno, puesto que sólo son absorbidos y asimilados los aminoácidos y no las proteínas completas, los productos asociados a los aminoácidos tienen como objetivo favorecer el desarrollo del cultivo mediante estimulación de las funciones fisiológicas de la planta centrándose fundamentalmente en la brotación, polinización y cuajado. (Benavides-Mendoza, 2002)

En el estudio del tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas de la *Trichilia hirta L.* se tuvo una respuesta positiva para ese metabolito en el extracto, hubo presencia de aminoácidos libres/ aminos en el extracto alcohólico. (Cabrera & Torres, s. f.)

### **Ensayo (Nihidrina)**

Rotular tubos de ensayo identificando cada una de las muestras de *Ochroma pyramidale* y *Herrania balaensis*. A cada uno de los tubos de ensayo agregue 1 ml. de las respectivas sustancias que indica el rótulo usando agua destilada para el tubo de las muestras respectivamente. Adicione a cada tubo 1 mL de reactivo de Ninhidrina, caliente en baño de agua a ebullición por 10 min, por último, observar los colores que presenta cada muestra. (Vázquez-Jorge et al., s. f.)

### **– Mucilagos**

(Tituaña & Zurita, 2020) afirman que el termino mucílagos refiere a un tipo de fibra soluble que en las plantas tiene la función de retener el agua y participar en el proceso de germinación de las semillas. En una solución acuosa tiene una textura espesa, viscosa y gelatinosa. En estudios realizados sobre métodos de extracción de mucílagos se ha encontrado que el tiempo para lograr un proceso de humectación es importante, porque permite que el material vegetal absorba agua y facilite la posterior solubilización del mucílago en esta; este tiempo oscila entre 1 y 6 h. En los ensayos realizados se humectó el material por 60 min, intentando así hacer el proceso lo más eficiente posible.

El tono oscuro del mucílago precipitado fue atribuido a la presencia de clorofila proveniente de la materia vegetal, lo cual sugiere que el uso de hexano en el proceso de desengrase no fue eficiente para remover impurezas. Partiendo de la afirmación de Kraemer,<sup>13</sup> quien dice que el mucílago se puede encontrar tanto en el interior como en el

exterior de las células vegetales, se decidió cambiar el solvente del desengrase por metanol, el cual rompe la pared celular y permite un intercambio tejido vegetal solvente de manera efectiva. El material de ese desengrase se utilizó para extraer el mucílago y se encontró que la solución obtenida, así como el precipitado, conservan la misma apariencia que lo obtenido en el proceso con hexano. Esto indica que las impurezas no se deben a la clorofila, podría ser material particular del tejido vegetal que el mucílago aglutina o como resultado de procesos de oxidación ocurridos durante la extracción. (Cabrera, s. f.)

### **Ensayo (mucílagos)**

(Alayo & Guevara, 2012) afirman que el ensayo de mucílago permitió reconocer los extractos acuosos de vegetales la presencia de una estructura tipo polisacárido, el cual formo un colide hidrófilo de alto índice de masa que aumento la densidad del agua donde se extrae. Para ello una alícuota del extracto se enfrió en agua de 0 a 5 °C y cuando la solución toma una consistencia gelatinosa el ensayo se considera positivo.

#### **– Principios amargos**

Los principios activos tienen acciones aperitivas, tónicas estimulantes y mejoran la circulación. En los tallos como en las flores y las hojas de esta planta *Salvia coccinea* se encontraron compuestos como las saponinas, los azúcares, fenoles y taninos, principios amargos, grupos aminos, flavonoides y alcaloides. En el caso de estos últimos, llama la atención el hecho de que hasta el momento existen pocos reportes de alcaloides en este género, por lo que pudiera ser interesante profundizar en el análisis de esos compuestos. (Sierra et al., 2011)

### **Ensayo (principios amargos)**

Se realizó saboreando 1 gota del extracto acuoso del vegetal y reconociendo el sabor de cada uno de estos principios, bien diferenciados al paladar.

#### **– Fenoles**

El fenol es un compuesto formado por un anillo aromático de seis carbonos y como sustituyentes un grupo funcional hidroxilo, puede tener uno varios sustituyentes. (Ochoa Pacheco et al., 2013)



### **Ensayo (Cloruro Férrico III)**

La prueba del cloruro férrico es una prueba colorimétrica tradicional para fenoles, que usa una disolución al 1% de cloruro de hierro III que ha sido neutralizada con hidróxido sódico hasta que se forme un leve precipitado de  $\text{FeO}(\text{OH})$ . La sustancia orgánica se disuelve en agua, metanol o etanol, luego se añade la disolución neutra de cloruro: se forma un complejo coloreado transitorio o permanente (normalmente púrpura, verde o azul) indica la presencia de un fenol o enol. Permite reconocer la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos, determina tanto fenoles como taninos. A 0.2 mL de extracto etanólico agregar 1 gota de solución de cloruro férrico al 0.1%. (Barrera et al., 2014)

#### **– Taninos**

Otorgan propiedades astringentes en las uvas, los cuales cuando se combinan con fracciones proteicas se precipitan, son hidrolizables y no hidrolizables. (Wall-Medrano, 2015)

#### **– Flavonoides**

Son compuestos polifenólicos que otorgan el color, rojo, azul y pigmentos púrpuras a los tejidos vegetales y tienen un gran poder antioxidante. Se encuentran en uvas, manzanas y bayas. El consumo de este componente está relacionado con la prevención de enfermedades coronarias y tumores cancerígenos. (Coronado H et al., 2015)

### **Ensayo (Shinoda)**

(Bermejo de Zaa et al., 2014) afirman que este ensayo permite reconocer la presencia de flavonoides en un extracto vegetal. Si la alícuota del extracto se encuentra en etanol, se diluye con 1ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálica. Después de la reacción se esperan 5 min., se añade 1ml de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que las mismas se separen. Si la alícuota del extracto se encuentra en agua, se procede de igual forma a partir de la adición del ácido clorhídrico concentrado. El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo, intensos en todos los casos.

### – **Glucósidos**

Es la sustancia responsable de la regulación de la actividad cardiaca. Posee acción tónica y fortalecedora del corazón es decir regula su ritmo, pero se deben consumir bajo estricto control médico. (Fernández, s. f.)

#### **Ensayo (kedde)**

(Alayo Rodríguez & Guevara Enriquez, 2012) afirman que el ensayo de kedde permite reconocer en un extracto alcohólico la presencia de glucósidos cardiotónicos. Una alícuota del extracto en etanol se mezcló con 1 ml del reactivo y se dejó reposar durante 5 a 10 minutos. En un ensayo positivo se desarrolla una coloración violácea, persistente de 1 a 2 h.

### – **Saponinas**

Es la sustancia que refleja la disposición de formar espumas parecido al jabón en soluciones acuosas, son consideradas como el sistema de defensa de las plantas contra patógenos y herbívoros debido a sus sabor amargo. (Mena Valdés et al., 2015)

#### **Ensayo de espuma**

Permite reconocer la presencia de saponinas, tanto del tipo esterooidal como triterpénicas. Se añade una porción del residuo de aproximadamente 10mg se coloca en un tubo de ensayo, disolverlo y se agrega agua caliente (40 °C), se deja reposar durante 15 a 30 minutos y luego se agita manualmente de 1 a 2 minutos. La formación de espuma con apariencia de panal de abeja se considera positiva. (Olivas-Aguirre et al., 2015)

### – **Resinas**

Es una secreción orgánica que producen muchas plantas, sirven como recubrimiento natural de defensa contra insectos u organismos patógenos. (Ringuelet, 2013)

#### **Ensayo de resina**

Permite identificarse tipo de compuestos y se considera positivo cuando aparece un precipitado. Se colocó 2ml del extracto en un tubo de ensayo, después se adicionó 10ml de agua destilada y se observó si hay la aparición de un precipitado. (Moncayo & Santos, 2012)

### – **Catequinas**

Es el componente que se encuentra en las frutas, verduras, té bloquea el crecimiento de líneas celulares humanas procedentes del cáncer de próstata y de mama inhibe hasta un 75%. (R. Sánchez, s. f.)

#### **Ensayo de catequina**

El medio de reacción estuvo constituido por concentraciones finales de DPPH, disueltas en etanol grado HIPLC, mientras que las concentraciones de los estándares de catequina se utilizaron en concentraciones comprendidas entre  $6,67 \times 10^{-3}$  y  $2 \times 10^{-2}$  mM. Disueltas en metanol grado HPLC. La reacción se desarrolló a temperatura ambiente (22 °C) durante 30 minutos en la oscuridad, cuyo término se debe a la densidad óptica en un espectrofotómetro. Paralelamente se incubó un tubo que solo contenía metanol. (Tituaña & Zurita, 2020)

### – **Antocianinas**

(Aguilera-Otíz et al., 2011) plantea que las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Son glucósidos de las antocianidinas, pertenece al grupo de los flavonoides.

#### **Ensayo (antocianidinas)**

(Alayo Rodríguez & Guevara Enriquez, 2012) afirman que el ensayo de antocianidinas permitió reconocer en los extractos vegetales alcohólicos la presencia de estructuras de secuencia del grupo de los flavonoides. Se calentó 2 mL del extracto etanólico por 10 minutos con 1 mL de HCl q. p. se dejó enfriar y se añadió 1 mL de agua y 2 mL de alcohol amílico. Se agitó y se dejó separar las dos fases. La aparición de color rojo a marrón en la fase amílica indica un ensayo positivo.

### – **Pigmentos**

Los pigmentos son sustancias que cuando se les aplica un sustrato, imparten su color, son retenidos por absorción, retención mecánica. (Nataren, 2006)

## – **Vitamina C**

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble. Es necesaria para el crecimiento y desarrollo normales. Las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua. Las cantidades sobrantes de la vitamina salen del cuerpo a través de la orina. Aunque el cuerpo guarde una pequeña reserva de estas vitaminas, se tienen que tomar regularmente para evitar una escasez en el cuerpo. (Tuero, s. f.)

### **2.1.12. Polifenoles**

Los polifenoles son compuestos antioxidantes, que destacan por luchar contra los radicales libres en nuestro organismo. Estos son agentes oxidantes que causan el desgaste de nuestras células y se producen a consecuencia de nuestro metabolismo. Así, son los responsables de provocarnos envejecimiento e incluso enfermedades graves en algunos casos. (Barrios Silva et al., 2020)

### **2.1.13. Capacidad Antioxidante**

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena. (Bueno Chulluncuy, 2020)

## **2.2.Extracción hidroalcohólica**

Es el resultado del proceso de maceración del extracto sólido de una planta o fruto deshidratado con solventes como el agua y el etanol.

Se realiza mediante el método de Percolación que se fundamenta en la obtención de líquidos concentrados, obtenidos al hacer pasar lentamente el disolvente por un material poroso en contacto directo y permanente con la droga vegetal, hasta lograr una extracción completa de metabolitos biológicamente activos; previamente se requiere humedecimiento de la droga vegetal, que aumente la porosidad de la pared celular y facilite la difusión de sustancias extraíbles hacia el exterior de las células. (Gavilanez, 2020). El rendimiento de extracción depende de factores como el tiempo, temperatura, maduración de la planta o fruto y la pureza del disolvente.

## **Tipos de extractos**

- **Extracto etéreo:** Es la grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (ésteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soxhlet) utilizando como extractante éter etílico. (Hernandez et al., 2018)
- **Extracto etanólico:** Extracto con olor característico, obtenido a partir de materia prima desecada de origen vegetal, por maceración o percolación en contacto con etanol, seguida de la eliminación de dicho solvente por un procedimiento físico. Estos procesos pueden ser sometidos a determinadas operaciones para eliminar algunos de sus componentes y así mejorar notablemente la calidad del producto deseado. (Gonzales, 2011)
- **Extracto acuoso:** Es la preparación en agua de la sustancia de una planta o un animal que contiene la porción biológicamente activa sin el residuo celular. (Tituaña & Zurita, 2020)

### **2.3. Objetivo de la extracción de compuestos bioactivos en la industria de alimentos**

Las plantas, frutos son fuente de productos naturales biológicamente activos, muchos beneficios de las plantas son conocidos como poder antimicrobiano, insecticida y antioxidante. Esto es debido a los compuestos sintetizados por las células de las plantas y frutos.

Las plantas y frutos pueden contribuir a los procesos oxidativos, los antioxidantes son utilizados como aditivos para ayudar a preservar los alimentos, previene la pérdida de color, deterioro del aroma, sabor y la rancidez.

### **2.4. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc. Los antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento combatiendo la degeneración y muerte de las células que provocan los radicales libres. La incapacidad del cuerpo humano para neutralizar a los radicales libres

a los que está expuesto diariamente, obliga al hombre a recurrir a alimentos con las propiedades antioxidantes con capacidad de neutralizarlos. (Gutiérrez et al., s. f.)

La piel de las frutas tiene mayor capacidad antioxidante que la pulpa, además la cocción reduce esta actividad y baja la concentración de polifenoles. (Coronado et al., 2015)

### **3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Tipos de investigación**

##### **– Bibliográfica**

Esta técnica permite seleccionar y recopilar información por medio de la lectura, crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas y centros de documentación e información para conocer sus características, beneficios, propiedades y taxonomía del mortiño (*Vaccinium meridionale*). La importancia de la revisión bibliográfica reside en que permite saber si otras investigaciones ya han resuelto el problema que se plantea en la presente investigación y poder agrupar información para mejores resultados.

##### **– Experimental**

Realiza un enfoque científico, donde ayuda a determinar las variables como es el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante que se mantienen constantes, mientras que el otro conjunto de variables que son los métodos de extracción hidroalcohólica tomando en cuenta la temperatura, tiempo y concentración de etanol y consiste en manipular la variable de estudio para controlar el aumento o disminución del efecto sobre el objeto a estudiar. Primero se identifica y se define el problema, deducir sus consecuencias en términos que sean observables y se puedan definir términos básicos, diseñar la investigación, elaborar una lista de instrumentos a utilizar, proceso de obtención de datos, prueba de confiabilidad, realización del experimento y por último selección de instrumentos de medición. (Marcano, 2018)

#### **3.2. Métodos de investigación**

##### **– Cuantitativo**

Mediante el método cualitativo se probará si la hipótesis que se plantea es correcta en base a la medición numérica y análisis estadísticos que se utilizan para que el enfoque sea exacto y preciso. Se basa en la utilización de números para analizar, investigar y comprobar la información como datos. Este método permite cuantificar los resultados en

los análisis de la extracción hidroalcohólica de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*).

### **3.3.Técnicas**

#### **– Entrevista**

Este método permitió interactuar con las personas del Cantón Sigchos parroquia Quinticusig que se dedican al cultivo del mortiño (*Vaccinium meridionale*) de esta manera se recolectó información para su próxima recolección además obtener información de qué valor agregado le están dando a este producto ya que al ser un fruto silvestre no tiene mucha acogida.

#### **– Observación**

Esta técnica permitió que se recolecte de manera aleatoria al mortiño (*Vaccinium meridionale*) para su posterior análisis, donde es indispensable ya que es un proceso investigativo en el que se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos para poder evidenciar el trabajo desarrollado.

### **3.4.Instrumentos de investigación**

- **Fichas:** Ayudó a la selección del fruto para poder ir detallando la parte aleatoria de la recolección.
- **Cámara:** Permitted capturar partes fundamentales del proceso de la extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*).

### **3.5.Materiales y equipos**

- Matraz Erlenmeyer 100 ml
- Matraz Erlenmeyer 250 ml
- Matraces aforado de 100 ml
- Micropipeta 100 µl
- Micropipeta 1000 µl
- Caja de puntas para micropipeta de 100 µl
- Caja de puntas para micropipeta de 1000 µl
- Vasos de precipitación de 500 ml
- Tubos de ensayo
- Gradillas

- Gotero
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Pipetas de vidrio de 10 ml
- Piceta de 500 ml

### **3.6.Equipos**

- Estufas de deshidratación
- Balanza analítica
- Espectrofotómetro

### **3.7.Reactivos**

#### **3.7.1. Técnica de determinación de polifenoles**

- 50 g de Carbonato de sodio
- 100 ml de Folling
- 10 g de ácido gálico
- 10 L de etanol
- Agua destilada

#### **3.7.2. Técnica FRAP**

- 50 g de FeCl
- 20 g de acetato de sodio
- 200 ml de ácido acético
- 2 g de TPTZ
- 2 g de sal de Mohr
- 100 ml de ácido clorhídrico

### **3.8.Descripción del método de elaboración**

- **Recolección de Materia Prima**

El mortiño fue recolectado en la provincia de Cotopaxi, Cantón Sigchos, Comuna Quinticusig. Geográficamente está localizado en las siguientes coordenadas: (-0, 7117679,- 78,8651781). (Gráfico 5)





Gráfico 5. Cantón Sigchos

*Fuente:* (Google map, 2021)

Conjuntamente con la colaboración del Señor Flavio Sigcha administrador de la fábrica de vinos "EL ÚLTIMO INCA", recorrimos el sector para la recolección de mortiño.

### **3.9.Desarrollo del proyecto**

#### **– Recolección de materia prima**

Se recolectó el mortiño de una manera aleatoria es decir se seleccionó materia prima de varias parcelas de un mismo terreno seleccionamos 1 libra de mortiño (*Vaccinium meridionale*) por cada parcela en recipientes con agujeros para evitar la maduración rápida, golpes y contaminación.

#### **– Selección, limpieza y lavado de la materia prima**

Una vez que se realizó la recepción de materia prima se procede a retirar residuos como piedras, hojas, insectos entre otros. Seguido de este paso se selecciona los mortiños dependiendo del tamaño y color y se procede al lavado para retirar todos los residuos que pueden alterar la calidad y por ende los resultados.

#### **– Deshidratación**

Posterior se lleva al proceso de deshidratación en las estufas con circulación forzada a 50°C por 4 días, en bandejas de aluminio con la finalidad de eliminar el agua del mortiño y alcanzar una humedad de 8% aproximadamente.

#### **– Molido**

Después del proceso de deshidratación se procede a moler los mortiños deshidratados en un molino manual (Corona) para obtener el extracto sólido del mortiño.

### – Preparación de muestras

Colocamos las muestras en el desecador para evitar el contacto con la humedad del ambiente u otros aspectos para su próximo uso.

### Determinación de humedad

Cuando se obtuvo el extracto seco de mortiño (*Vaccinium meridionale*), se procedió a medir la humedad este proceso tiene como finalidad garantizar que este producto cumpla este parámetro y que en los próximos análisis que se realizaron no haya variaciones en sus resultados ya que la humedad hace que cambien las propiedades del extracto seco.

### 3.10. Determinación del perfil fitoquímico

Una vez que la muestra pasó por el proceso de deshidratación se procede a realizar el análisis para determinar sus compuestos fitoquímicos. Los análisis se realizaron en base a técnicas especificadas a la AOAC y se describen a continuación:

Tabla 6. Perfil fitoquímico

| COMPUESTO                     | ENSAYO                | TÉCNICA |
|-------------------------------|-----------------------|---------|
| Compuestos grasos             | Sudan                 | AOAC    |
| Alcaloides                    | Dragendorff           | AOAC    |
| Agrupamiento lactónico        | Baljet                | AOAC    |
| Triterpenos/ esteroides       | Lieberman. B          | AOAC    |
| Catequinas                    | Catequinas            | AOAC    |
| Resinas                       | Resinas               | AOAC    |
| Azúcares reductores           | Fehling               | AOAC    |
| Saponinas                     | Espuma                | AOAC    |
| Compuestos fenólicos          | Cloruro férrico (III) | AOAC    |
| Aminoácidos libres/<br>aminas | Nihidrina             | AOAC    |
| Quinonas/benzoquinonas        | Bortranger            | AOAC    |
| Flavonoides                   | Shinoda               | AOAC    |
| Glucósidos cardiotónicos      | Kedde                 | AOAC    |
| Mucilagos                     | Mucílagos             | AOAC    |
| Principios amargos            | Principips amargos    | AOAC    |

Elaborador por: (Zurita, 2021)

### 3.11. Determinación de polifenoles

Para la determinación de polifenoles se trabajó con el extracto seco de mortiño (*Vaccinium meridionale*) de la manera que se describe a continuación:

La preparación de la muestra consistió en tomar 2 g del extracto homogenizado (mortiño-agua destilada) en diferentes relaciones (1-3-5 ml) y se centrifugaron durante 10 min a  $3500 \text{ min}^{-1}$ . Del sobrenadante obtenido se tomó 1 mL y se diluyó convenientemente para la determinación. Se mezclaron 50  $\mu\text{L}$  de la muestra con 2,5 mL de disolución acuosa de Folin- Ciocalteu diluida 1:10. La mezcla se agitó y se dejó en reposo durante 5 min. Se adicionaron 2 mL de una disolución al 7,5 % (m/v) de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Se agitó nuevamente, se dejó reposar durante 2 h y se leyó la absorbancia a 765 nm. Se utilizó ácido gálico como patrón entre 100 y 900 mg/L. El contenido de fenoles totales se expresó como ácido gálico en mg/100 g de fruto. Seguido se preparó una solución de carbonato de sodio 7,5%: Se pesó 75 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhidro y se disolvió en 1L de agua destilada y una Solución diluida de Folin – Ciocalteu: Se tomó 10 mL del reactivo Folin – Ciocalteu y se diluyó a 100 mL con agua destilada. Posterior a este proceso se realizó la curva de calibración del F.C primero con una solución madre donde se Pesó 500 mg de ácido gálico (en balanza analítica) y se disolvió con metanol a temperatura ambiente. Se transfirió cuantitativamente a un volumétrico de 50 mL y se enraso con agua destilada a una concentración de 10mg/mL. De esta solución concentrada de ácido gálico se tomó alícuotas de 1 hasta 5 mL y se adicionó en volumétrico de 100mL, se enrasó con agua destilada. Estas diluciones corresponden a las concentraciones de 100, 200,... y 500 mg/L de ácido gálico (solución de trabajo).

Y finalmente se utilizó el método de Folin – Ciocalteu que consistía colocar en un tubo de ensayo de aproximadamente 15 mL de capacidad de 50 uL de extracto de la muestra o de la solución de trabajo, 2500 uL (2,5mL) de solución diluida de Folin-Ciocalteu (1+9H<sub>2</sub>O) se agitó y esperar cinco minutos, adicionar 2000 uL (2mL) de solución 7,5% de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  se agitó nuevamente y se dejó en reposo durante 2h por último se leyó la Abs a 765 nm.

#### **Determinación de la capacidad antioxidante**

El ensayo FRAP se realizó siguiendo el procedimiento propuesto por Benzie y Strain (1996) y teniendo en consideración la modificación de tiempo. Este método consiste en medir la capacidad de la muestra para reducir el hierro férrico a ferroso. A un pH bajo se

coloca en el medio de reacción el complejo  $\text{Fe}^{3+}$ -TPTZ, este complejo en presencia de agentes reductores se reduce a  $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ que desarrolla un color azul intenso con un máximo de absorción a 593 nm. El reactivo FRAP estuvo compuesto por 0,0078 g de TPTZ [2, 4, 6-tri (2-piridil)-1,3,5-triazina], al cual se le añadió una gota de HCl (1:1), más 2,5 mL de HCl 40 mM y se disolvió totalmente. Luego se adicionó 25 mL de buffer acetato (pH= 3,6) y 2,5 mL de una disolución 20 mM de  $\text{FeCl}_3$ , dejándose incubar 37 °C durante 15 min. Para la determinación se tomaron 50  $\mu\text{L}$  del extracto de la muestra y se añadieron en un tubo de ensayo de 10 mL de capacidad. Posteriormente, se adicionaron 1,5 mL del reactivo FRAP. Se atemperó a 37 °C durante 30 minutos y se leyó la absorbancia a 593 nm. El cálculo de la actividad antioxidante se realizó por medio de una curva de calibración de  $\text{Fe}^{2+}$  empleando la sal de Mohr [ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ] como patrón.

En la técnica FRAP se realizaron soluciones de HCl 40 mM y se Añadió 3,3 mL de HCl a 1 L de agua destilada, solución de  $\text{FeCl}_3$  20 mM donde se pesó 0,81 g de  $\text{FeCl}_3$  anhidro y posterior se disolvió en 250 mL de agua destilada, se añadió 3 gotas de HCl concentrado, se realizó una solución buffer de acetato 300 mM (pH 3,6) en la misma se pesó 3,1 g de acetato de sodio trihidratado ( $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) y se disolvió en agua seguido se adiciono 16 mL de ácido acético glacial completando el volumen hasta 1L con agua destilada, se comprobó el pH final y por último se justó pH si es necesario con NaOH o HAc y por último la una solución TPTZ 10 mM donde se pesó 0,0312 g del reactivo TPTZ y se disolvió en un matraz de 10 mL con HCl 40 mM y el reactivo FRAP donde se preparó la solución de trabajo a diario FRAP, mezclando 900  $\mu\text{L}$  de solución TPTZ con 2,5 mL de solución  $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  20mM y 25 mL de tampón acetato (mantener en baño a 37°C) y también mezclando 1020  $\mu\text{L}$  de solución tampón pH 3,6, 100  $\mu\text{L}$  de TPTZ 10 mM y 100  $\mu\text{L}$  de  $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  20 mM. Para realizar la curva de calibración FRAP se pesó en balanza analítica 0,3922 g de sal Mohr [ $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\cdot \text{H}_2\text{O}$ ]. Trasvasar cuantitativamente hacia volumétrico (matraz aforado) de 100mL con agua destilada. Antes de enrasar adicionar 1 mL de HCl (1:1) y se tomaron alícuotas de 1, 2, 3, 5, 7, 10 mL y diluir a 100 mL con agua destilada. Estas diluciones corresponden a las concentraciones de 100, 200, 300 y 1000  $\mu\text{M}$  de  $\text{Fe}^{2+}$  (catión ferroso). Y para determinar la reacción de capacidad antioxidante ensayo FRAP (ferric reducing antioxidant power) se realizó en tubos de ensayo de 10 mL de capacidad se adicionó 50  $\mu\text{L}$  de extracto de la muestra (o soluciones patrones  $\text{Fe}^{2+}$ ), 1,5 mL del Reactivo FRAP y se incubó a 37°C durante 30 minutos y leer absorbancia a 593nm.

### 3.12. Diseño Experimental

Para el diseño experimental y el proceso del optimizado del mortiño (*Vaccinium meridionale*) se utilizó el sistema (Desing Expert 8.0.6- Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU) con el objetivo de que el extracto sólido de mortiño tenga un mejor rendimiento en relación a su cantidad de polifenoles totales y actividad antioxidante.

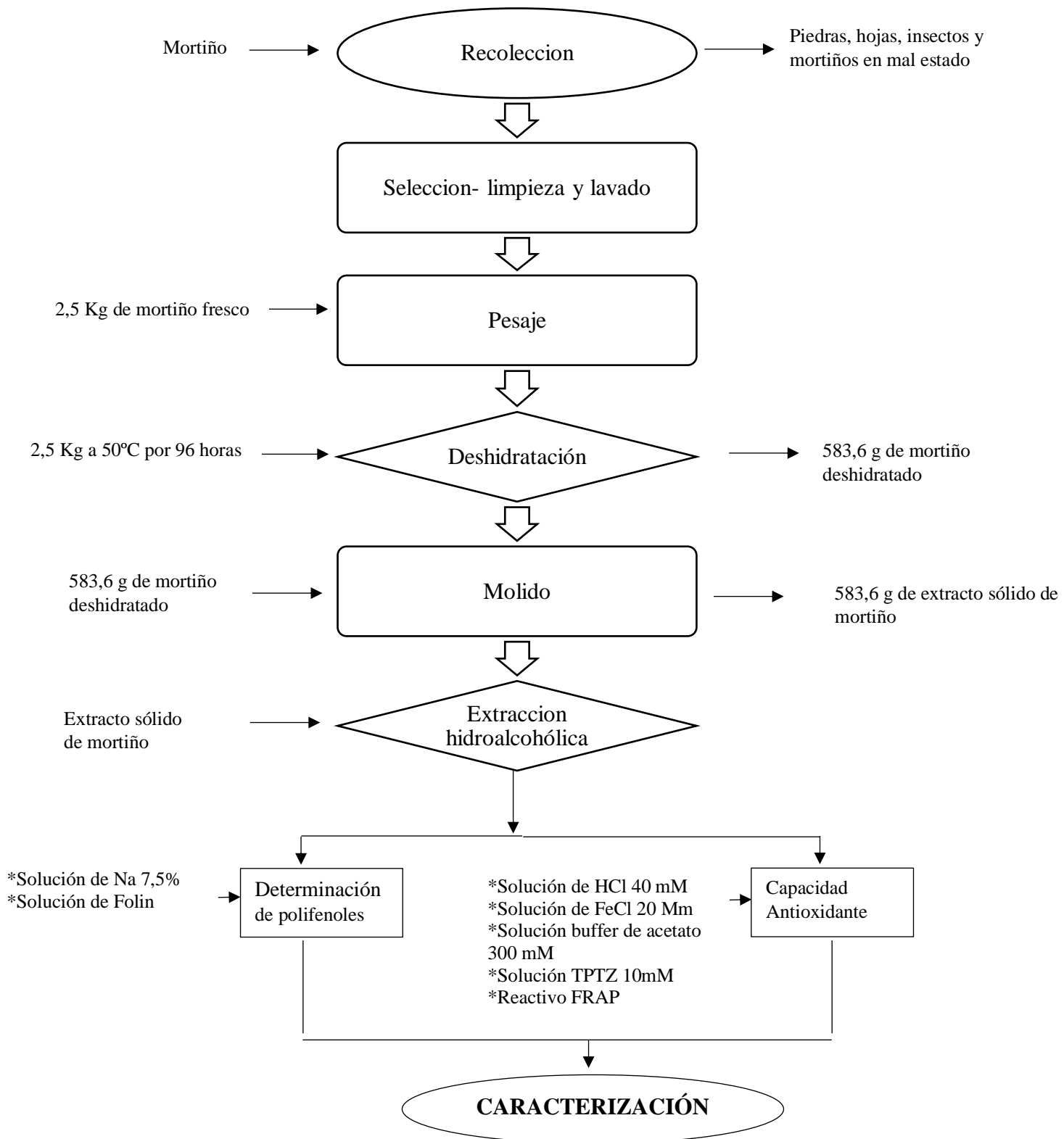
Los factores que se evaluaron fueron los siguientes: concentración de etanol a 60-75 y 90% de etanol, tiempo a 6-15 y 24 horas y temperatura de extracción a 30-45 y 60°C, tomando en cuenta que las variables respuestas fueron el rendimiento de extracción de polifenoles totales y actividad antioxidante. Se trabajó con 17 corridas.

Tabla 7. Corridas experimentales

| <b>Temperatura<br/>(°C)</b> | <b>Tiempo<br/>(h)</b> | <b>Concentración<br/>etanol (%)</b> |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 45                          | 24                    | 90                                  |
| 60                          | 24                    | 75                                  |
| 45                          | 15                    | 75                                  |
| 60                          | 15                    | 60                                  |
| 45                          | 15                    | 75                                  |
| 45                          | 6                     | 60                                  |
| 45                          | 15                    | 75                                  |
| 45                          | 6                     | 90                                  |
| 60                          | 15                    | 90                                  |
| 45                          | 15                    | 75                                  |
| 30                          | 6                     | 75                                  |
| 30                          | 15                    | 60                                  |
| 45                          | 24                    | 60                                  |
| 45                          | 15                    | 75                                  |
| 30                          | 15                    | 90                                  |
| 60                          | 6                     | 75                                  |
| 30                          | 24                    | 75                                  |

**Elaborado por:** (Zurita, 2021)

### 3.13. Diagrama de flujo



Elaborado por: (Zurita, 2021)

## **4. CAPÍTULO IV. APLICACIÓN Y/O VALIDACION DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Balance de materia y rendimiento**

En el proceso de recepción de materia prima del mortiño *Vaccinium meridionale* se obtuvo un peso de ingreso que fue de 3.0 kg, se obtuvo desperdicios de 0,5 kg por lo tanto tiene un peso final de 2,5 kg de peso total de materia prima. Por lo cual el rendimiento es del 83.33% y existió pérdidas significativas en el proceso de selección, limpieza y lavado con un 16,67% de diferencia.

En el proceso de deshidratación del mortiño *Vaccinium meridionale* se obtiene un peso de ingreso que es de 2,5 kg, se obtuvo una pérdida en agua de 1,9164 kg por lo tanto tiene un peso final de 0,5836 kg de peso total de materia prima deshidratada. Por lo cual el rendimiento es del 23.34% ya que hubo pérdidas significativas del peso por el proceso de deshidratación, tomando en cuenta que esta materia prima tiene un 80% de agua.

### **4.2. Determinación de la humedad de los extractos secos del mortiño**

Una vez que la muestra de mortiño (*Vaccinium meridionale*) paso por un proceso de deshidratación obtenemos la muestra seca, a esta muestra se procedió a analizar su humedad teniendo como resultado en la muestra 1 una humedad de 3,5% y en la muestra 2 una humedad de 2,5% el promedio de la humedad fue de 3% los datos obtenidos se encuentran dentro de los límites en relación a la humedad de un producto seco

Según (Puerta, 2013) menciona que en la caracterización físico química de la fruta deshidratada mortiño obtuvo una humedad de 5,66%, tomando en cuenta que los extractos sólidos secos deben tener una humedad máxima de 13%, por lo tanto el promedio de la humedad de las muestras están dentro de los límites permitidos.

### 4.3. Perfil fitoquímico

Cuadro 2. Perfil fitoquímico

| Metabolito                             | Ensayo                   | Extracto<br>Etéreo | Extracto<br>Etanólico | Extracto<br>Acuoso |
|--|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Compuestos grasos</b>               | Sudan                    | ++                 |                       |                    |
| <b>Alcaloides</b>                      | Dragendorff              | -                  | +                     | -                  |
| <b>Agrupamiento<br/>lactónico</b>      | Baljet                   | ++                 | -                     |                    |
| <b>Triterpenos /<br/>esteroides</b>    | Lieberman. B             | ++                 | -                     |                    |
| <b>Catequinas</b>                      | Catequinas               |                    | +/-                   |                    |
| <b>Resinas</b>                         | Resinas                  |                    | -                     |                    |
| <b>Azúcares<br/>reductores</b>         | Fehling                  |                    | +                     | -                  |
| <b>Saponinas</b>                       | Espuma                   |                    | ++                    | -                  |
| <b>Compuestos<br/>fenólicos</b>        | Cloruro férrico<br>(III) |                    | +++                   | +++                |
| <b>Aminoácidos libres<br/>/ aminas</b> | Nihidrina                |                    | -                     |                    |
| <b>Quinonas /<br/>benzoquinonas</b>    | Bortranger               |                    | +                     |                    |
| <b>Flavonoides</b>                     | Shinoda                  |                    | ++                    | +++                |
| <b>Glucósidos<br/>cardiotónicos</b>    | Kedde                    |                    | -                     |                    |
| <b>Mucílagos</b>                       | Mucílagos                |                    |                       | ++                 |
| <b>Principios amargos</b>              | Principios amargos       |                    |                       | ++                 |

+: Presencia    +/-: Regular    -: Ausencia

Elaborado por: (Zurita, 2021)



## **Discusión**

El estudio del perfil fitoquímico del mortiño (*Vaccinium meridionale*) indicó que la muestra en extracto etanólico presenta diversidad de metabolitos secundarios como alcaloides, catequinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, quinonas, flavonoides; el metabolito que está en mayor cantidad fueron los compuestos fenólicos mediante los diferentes ensayos que se detallan en la TABLA.

La muestra al fusionarse con extractos etéreos hubo presencia de metabolitos secundarios como compuestos grasos, agrupamiento lactónico, triterpenos y mediante extractos acuosos hubo presencia de compuestos fenólicos en mayor cantidad, flavonoides, mucilagos y principios amargos.

Opalescencia (+) en el extracto etanólico para el ensayo de Dragendorff.

Los compuestos fenólicos en el ensayo del Cloruro Férrico son derivados del Pirocatecol (la coloración fue verde intensa y oscura) tanto en el extracto hidroalcohólico como en el acuoso.

Mediante el estudio del perfil fitoquímico se determinó que el mortiño (*Vaccinium meridionale*), posee varios metabolitos secundarios los cuales son beneficiosos para la salud en relación a polifenoles y capacidad antioxidante.

### **4.4.DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental aplicado en el proyecto se adaptó a un modelo lineal ya que sus propiedades ayudan a tener datos más confiables y poder determinar que factor influye significativamente en el proceso de determinación de polifenoles y capacidad antioxidante a diferencia de un modelo cuadrático o cubico.

Para realizar los análisis se midió presencia de polifenoles y capacidad antioxidante, tomando en cuenta tres variables de estudio temperatura, tiempo y concentración de etanol.

El paquete estadístico Expert desing sugirió que se realice 17 corridas para determinar cuál fue el mejor tratamiento y en cuáles de ellos hubo mayor presencia de estos compuestos y de esta manera poder optimizar el proceso de extracción hidroalcohólica.

#### 4.4.1. Corridas experimentales

Tabla 8. Corridas experimentales

| Temperatura (°C) | Tiempo (h) | Concentración etanol (%) | ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL uM Fe 2+/g muestra | Contenido Polifenoles totales (mg/g) |
|------------------|------------|--------------------------|---|--------------------------------------|
| 45               | 24         | 90                       | 1416,17   | 32,45                                |
| 60               | 24         | 75                       | 1632,83   | 36,28                                |
| 45               | 15         | 75                       | 1549,5  | 30,01                                |
| 60               | 15         | 60                       | 1549,5  | 27,89                                |
| 45               | 15         | 75                       | 1149,5  | 29,25                                |
| 45               | 6          | 60                       | 1099,5  | 17,12                                |
| 45               | 15         | 75                       | 1199,5  | 31,85                                |
| 45               | 6          | 90                       | 1432,83   | 32,8                                 |
| 60               | 15         | 90                       | 1632,83   | 39,12                                |
| 45               | 15         | 75                       | 1516,17   | 30,12                                |
| 30               | 6          | 75                       | 1099,5  | 23,56                                |
| 30               | 15         | 60                       | 1132,83   | 19,89                                |
| 45               | 24         | 60                       | 1116,17   | 25,32                                |
| 45               | 15         | 75                       | 1132,83   | 22,11                                |
| 30               | 15         | 90                       | 1499,5  | 28,12                                |
| 60               | 6          | 75                       | 1466,17   | 36,86                                |
| 30               | 24         | 75                       | 1449,5  | 22,12                                |

Elaborado por: (Zurita, 2021)

En la tabla 8 se detallan las concentraciones de polifenoles y capacidad antioxidante del mortiño (*Vaccinium meridionale*), las corridas se sometieron a diferentes temperaturas, tiempos y concentración de etanol con el objetivo de ver los resultados de interacción de estos factores donde se visualiza que a menor concentración, tiempo y temperatura existe menor cantidad de polifenoles y actividad antioxidante y que a mayor concentración, tiempo y temperatura existe mayor cantidad de polifenoles y actividad antioxidante. Siendo así que los resultados son directamente proporcional a los factores de estudio.

#### 4.4.2. Modelo codificado de la cantidad de polifenoles totales

Tabla 9. Parámetros del modelo codificado de la cantidad de polifenoles totales

| Indicador               | Polifenoles<br>totales<br>(mg/g) |
|-------------------------|----------------------------------|
| Intercepto              | 28,52                            |
| X <sub>CPF</sub>        | 5,28*                            |
| X <sub>TIE</sub>        | 0,73                             |
| X <sub>TEE</sub>        | 5,81*                            |
| R <sup>2</sup>          | 0,809                            |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0,729                            |
| R <sup>2</sup> predicho | 0,766                            |
| F modelo                | 18,46                            |
| F falta de ajuste       | 0,46                             |
| Precisión adecuada      | 15,26                            |

CPF: concentración de etanol

TIE: tiempo de extracción

TEE: temperatura de extracción

\*Valor significativo para  $p \leq 0,01$ .

**Elaborado por:** (Zurita, 2021)

#### Discusión

La tabla 9 indica la importancia del análisis de varianza de la regresión y del coeficiente para el contenido de polifenoles totales, también indica que la relación temperatura, tiempo y concentración de etanol es determinante para el análisis. De acuerdo a la tabla 9 y al modelo lineal en relación a la cantidad de polifenoles totales en el mortuño (*Vaccinium meridionale*), se obtuvo un intercepto de 28,52mg/g en relación al eje de las y, una concentración de etanol de 5,28mg/g con un valor significativo para  $p \leq 0,01$ , en relación al tiempo de extracción fue de 0,73mg/g, la temperatura de extracción obtuvo un valor de 5,81mg/g de igual manera con un valor significativo para  $p \leq 0,01$ . El valor del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) fue de 0,809mg/g, el R<sup>2</sup> ajustado fue de 0,729mg/g, el R<sup>2</sup> predicho fue de 0,766mg/g ya que el programa arroja datos de cual sería el mejor tratamiento, está acorde al valor de R<sup>2</sup> ajustado con una diferencia de 0,1. F modelo alcanzó un valor de 18,46 mg/g, F falta de ajuste un valor de 0,46mg/g. La precisión adecuada que mide la relación de la señal/ruido fue de 15,26mg/g, valor que se lo denomina bajo. Lo que determinó que la temperatura, tiempo y concentración de etanol tiene mayor influencia sobre las variables por lo tanto su relación será directa al momento de analizar el contenido de polifenoles totales.

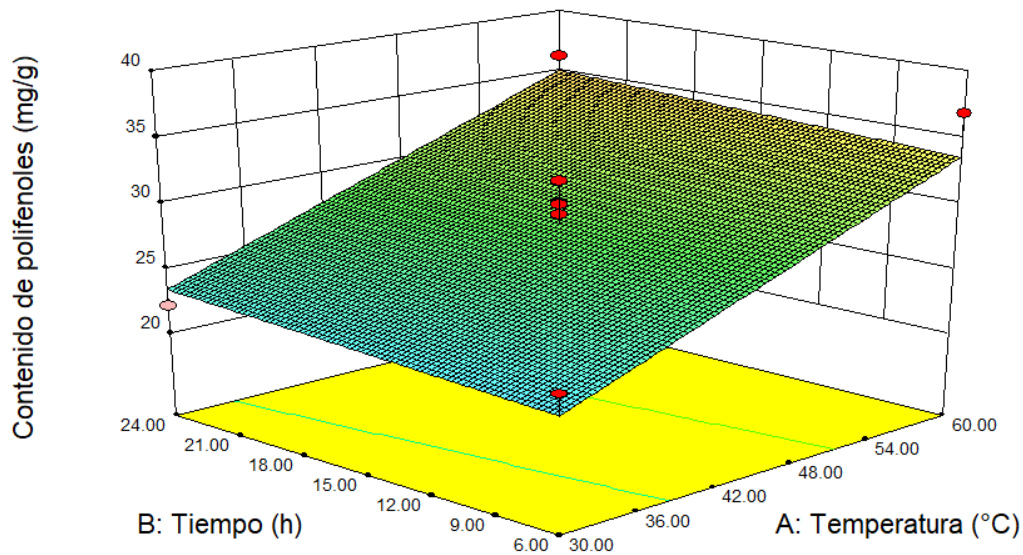


Gráfico 6. Contenido de polifenoles

**Elaborado por:** (Zurita, 2021)

### Discusión

En el gráfico 6 se observa que a mayor tiempo y temperatura existe mayor concentración de polifenoles totales en el extracto seco de mortiño (*Vaccinium meridionale*). Existe una desviación estándar tanto en la variable temperatura como el tiempo, esto se debe a los instrumentos de medición ya que varían en las corridas realizadas.

#### 4.4.3. Modelo codificado del poder antioxidante reductor de hierro

Tabla 10. Parámetros del modelo codificado del poder antioxidante reductor del hierro

| Indicador               | Poder antioxidante reductor del hierro |
|-------------------------|--|
| Intercepto              | 1364,21                                |
| X <sub>CPF</sub>        | 135,42*                                |
| X <sub>TIE</sub>        | 50,00                                  |
| X <sub>TEE</sub>        | 152,08*                                |
| R <sup>2</sup>          | 0,788                                  |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0,0555                                 |
| R <sup>2</sup> predicho | 0,455                                  |
| F modelo                | 4,39**                                 |
| F falta de ajuste       | 0,47                                   |
| Precisión adecuada      | 7,26                                   |

CPF: concentración de etanol  
TIE: tiempo de extracción  
TEE: temperatura de extracción

**Elaborado por:** (Zurita, 2021)

## Discusión

La tabla 10 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la actividad antioxidante. Se puede observar que el modelo lineal es del 78,8%. De acuerdo a la tabla 10 y al modelo lineal en relación a la capacidad antioxidante del mortiño (*Vaccinium meridionale*), se obtuvo un intercepto de 1364,21 mg/g, una concentración de etanol de 135,42 mg/g con un valor significativo para  $p \leq 0,01$ , en relación al tiempo de extracción fue de 50 mg/g, la temperatura de extracción obtuvo un valor de 152,08 mg/g de igual manera con un valor significativo para  $p \leq 0,01$ . El valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de 0,788 mg/g, el  $R^2$  ajustado fue de 0,0555 mg/g, el  $R^2$  predicho fue de 0,455 mg/g.  $F$  modelo alcanzo un valor de 4,39 mg/g con una diferencia significativa,  $F$  falta de ajuste un valor de 0,47 mg/g. La precisión adecuada que mide la relación de la señal/ruido fue de 7,26mg/g, valor que se lo denomina bajo.

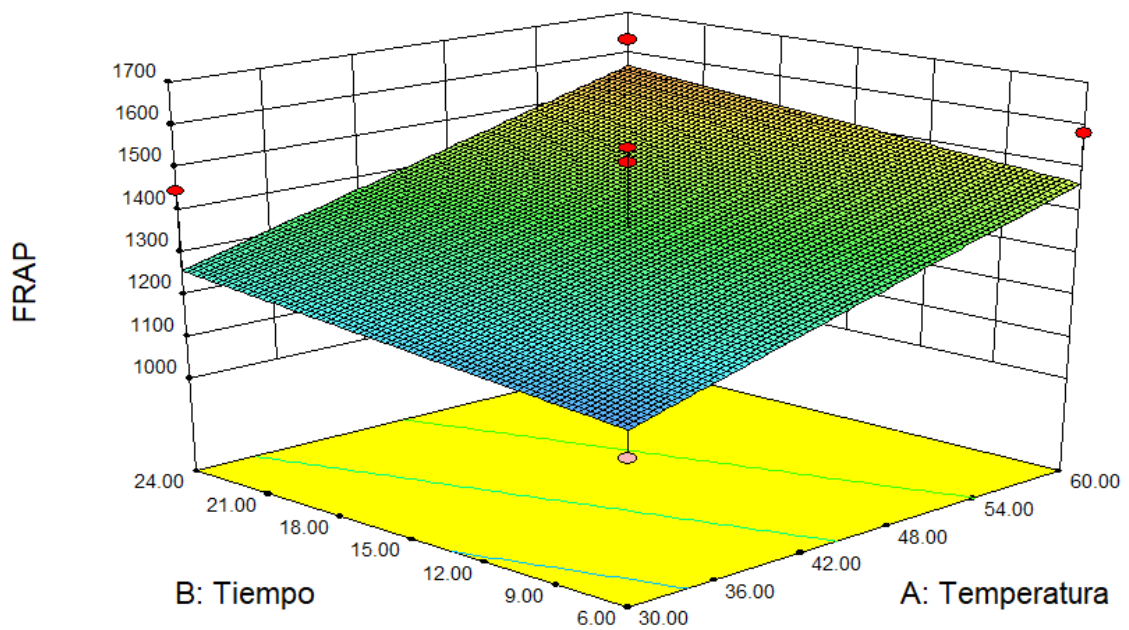


Gráfico 7. Técnica FRAP

Elaborado por: (Zurita, 2021)

## Discusión

En el gráfico 7 mientras menor es el tiempo que se aplica en el proceso de extracción hidroalcohólica hay menor capacidad antioxidante, mientras que a mayor temperatura de extracción del mortiño (*Vaccinium meridionale*), mayor es la concentración de la actividad antioxidante. Se observa que existe desviación estándar en la determinación de la capacidad antioxidante, este fenómeno se debe a los instrumentos de medición ya que varían en la lectura de resultados.

### 4.4.4. Optimización del proceso del extracto hidroalcohólico del extracto seco de mortiño (*Vaccinium meridionale*)

Tabla 11. Optimización del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

| Numero | Temperatura | Tiempo | Concentración de etanol | Polifenoles | FRAP    |       |
|--------|-------------|--------|-------------------------|-------------|---------|-------|
| 1      | 59,97       | 14,57  | 89,39                   | 1643,51     | 39,3524 | 1,000 |
| 2      | 59,65       | 12,99  | 89,70                   | 1634,35     | 39,2116 | 1,000 |
| 3      | 59,84       | 23,40  | 88,14                   | 1679,91     | 39,5748 | 1,000 |

Elaborado por: (Zurita, 2021)

## Discusion

De acuerdo a la tabla 11 una vez realizado los analisis experimentales con sus respectivas corridas, se replicó a condiciones iguales a las que el programa arrojó dando así valores similares obtenidos anteriormente para la determinación de cantidad de polifenoles y capacidad antioxidante en el proceso de extracción hidroalcohólica del extracto seco de mortiño (*Vaccinium meridionale*).

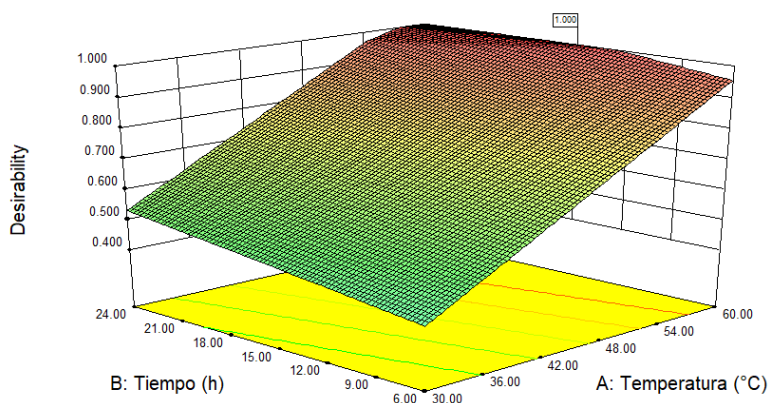


Gráfico 8. Optimización

Elaborado por: (Zurita, 2021)

## Discusión

En el gráfico 8 se demuestra que después del ajuste y adecuación de los modelos, se optimizaron 3 variables las que se ubican en la tabla 11 por lo tanto mientras mayor es la concentración de etanol, tiempo y temperatura de extracción del mortiño (*Vaccinium meridionale*), mayor es la concentración de la actividad antioxidante del extracto del mortiño (*Vaccinium meridionale*).

Varios estudios han señalado que en plantas, frutas, vegetales existen compuestos bioactivos relacionados con la capacidad antioxidante y polifenoles, muchos de estos alimentos son de suma importancia dentro de la industria de los alimentos como también en el área de salud debido a las propiedades que presentan cada uno de ellos.

### 4.5. Caracterización del extracto optimizado

Cuadro 3. Características del extracto optimizado

| Parámetros                     |                          | Unidad                               | Característica del extracto          |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                | Color                    | -                                    | Morado oscuro                        |
| Características sensoriales    | Olor                     | -                                    | Característico a la mora de castilla |
|                                | Aspecto                  | -                                    | Opaco                                |
|                                | Homogeneidad             | -                                    | Si                                   |
| Características fisicoquímicas | Actividad antioxidante   | $\mu\text{molFe}^{2+}/\text{gramos}$ | Si presenta                          |
|                                | Contenido de polifenoles | mg/g                                 | Si presenta                          |

Elaborado por: (Zurita, 2021)

## 4.6. Aval del experto

### 4.6. Evaluación del experto

#### AVAL DEL EXPERTO

En calidad de Experto del Trabajo de Titulación “Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante”, propuesto por Zurita Morales Karla Fernanda, como autora para optar por el título magíster en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos.

#### CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación cumple con los objetivos, metodologías y resultados relacionados al tema propuesto, siendo una investigación interesante ya que se obtiene información acerca de polifenoles y capacidad antioxidante del mortiño, siendo un producto que en base a estudios es beneficioso para la salud humana.

Latacunga, Octubre, 28 del 2021

Atentamente,



.....

**Gustavo Sandoval Mg**

**CC: 1713697538**



## 4.7. Aval del usuario

Sigchos, 4 de Noviembre de 2021

# AVAL DEL USUARIO

Yo, Flavio Sigcha en calidad de **USUARIO** y representante de Vino De Mortiño "El Ultimo Inca" certifico que el proyecto de titulación con el Tema: "Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante" de la Ing. Zurita Morales Karla Fernanda, estudiante del Programa de **Maestría en Agroindustrias: Mención Tecnología en Alimentos**, paralelo "Único", Corte 2020, de la Universidad Técnica de Cotopaxi cumple con los parámetros requeridos tanto bibliográfico como experimental que serán aplicados y será de gran aporte para nuestra empresa, es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Para cuyo efecto conozco y acepto las disposiciones establecidas en las reglamentaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Cordialmente,



Flavio Sigcha

**REPRESENTANTE VINO DE MORTIÑO "EL ÚLTIMO INCA"**  
Celular: 0968992502

## 5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El mortiño posee compuestos fitoquímicos en toda la planta es decir, raíz, tallo, hojas, flores y frutos. En la investigación se estudió al fruto el mismo que si presenta compuestos los cuales son compuestos grasos, agrupamiento lactónico, triterpenos en extracto etéreo; alcaloides, catequinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, quinonas, flavonoides en extracto etanólico y en extracto acuoso compuestos fenólicos, flavonoides, mucílagos, principios amargos.
- En el extracto de mortiño (*Vaccinium meridionale*) se detectó que hubo la presencia de polifenoles y de igual manera se analizó la capacidad antioxidante, tomando en cuenta el tiempo, temperatura y cantidad de etanol en las muestras también se determinó cuantitativamente la presencia de estos compuestos bioactivos.
- El proceso de optimización numérica de la extracción hidroalcohólica del mortiño, en una comparación de valores experimentales de polifenoles totales y actividad antioxidante demuestra que después del ajuste y adecuación de los modelos, se optimizaron 3 variables las que se ubican en la tabla 14 por lo tanto mientras mayor es la concentración de etanol, tiempo y temperatura de extracción del mortiño (*Vaccinium meridionale*), mayor es la concentración de la actividad antioxidante del extracto del mortiño (*Vaccinium meridionale*).
- Una vez realizados los ensayos mediante el sistema estadísticos Expert desing, arrojó los mejores tratamientos para la optimización de polifenoles y capacidad antioxidante del mortiño siendo así que la temperatura tiene variación significativa al igual que la concentración de etanol, pero el tiempo no es relevante en relación al proceso de la extracción hidroalcohólica por los datos detallados en las gráficas.

## 5.2.RECOMENDACIONES

- Al seleccionar la materia prima en el cantón de Sigchos parroquia de Quinticusig se debe observar todas las variedades que existan ya que no todas tienen la misma característica respecto a la calidad organoléptica.
- El transporte del mortiño desde su origen hasta los laboratorios donde se realizaron los análisis debe garantizar que el producto no se golpee y tampoco transpire ya que esto causa daños en sus cualidades como sabor, olor y presencia de compuestos fitoquímicos.
- Al momento de realizar la deshidratación del mortiño (*Vaccinium meridionale*) se debe controlar el tiempo y la temperatura para que no se desintegren algunos compuestos fitoquímicos.
- Para el proceso de molienda se debe controlar la humedad relativa ya que es un producto que rápidamente adquiere humedad del ambiente lo que produce una pérdida significativa en sus propiedades y compuestos.
- Al realizar los análisis tener cuidado con los reactivos que se trabaja ya que pueden ocasionar quemaduras a la persona que los está manipulando.
- Cuando se estén pesando los reactivos sólidos evitar que se derramen ya que el costo de los mismos son altos.
- Para los análisis en el espectrofotómetro garantizar que la celda de lectura no este rota ni con rayas generadas por el lavado de las mismas.
- Una vez que se hayan acabado de realizar los análisis los reactivos que se utilizaron desechar en recipientes plásticos por separado para evitar alguna reacción exotérmica que ponga en peligro la integridad del personal que lo manipula e inmediatamente colocar en los recipientes de desechos peligrosos para su próximo tratamiento.
- Evitar que los reactivos sólidos adquieran humedad, para que de esta manera se puedan conservar en su estado puro y que sus próximos resultados sean confiables.
- Con los resultados obtenidos se puede aplicar el mortiño en alimentos ya que contiene polifenoles, capacidad antioxidante y ayudan a extender la vida útil de otros productos y a mejorar su valor nutricional.

## 6. CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Otíz, M., Reza-Vargas, M. del C., Chew-Madinaveita, R. G., & Meza-Velázquez, J. A. (2011). PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS. *Biotecnia*, 13(2), 16-22. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Alayo Rodríguez, N. M., & Guevara Enriquez, L. K. (2012). Identificación preliminar de fitoconstituyentes en las inflorescencias de bejaria aestuans l. (Purum—Rosa). *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4063>
- Álvarez-Reyes, A. (s. f.). *Evaluación fitoquímica de Erythroxylum confusum Britt. (Erythorxylacea) al variar el método de secado de las hojas*. 39(3), 4.
- Anselmo Ramos, R., & Flores Huertas, R. E. (2018). Actividad antimicótica del extracto etanólico de las hojas de Iomanthus truxillensis Cabrera en cepas de Candida albicans atcc 10231 y Aspergillus brasiliensis atcc 16404, in vitro. *Universidad Inca Garcilaso de la Vega*. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2628>
- Barboza, J., Hilje, L., Durón, J., Cartín, V., & Calvo, M. (2010). Fagodisuasión de un extracto de ruda (Ruta chalepensis, Rutaceae) y sus particiones sobre larvas de Hypsipyla grandella (Lepidoptera: Pyralidae). *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 01-14.
- Barrera, C. A. C., Parra, J., & Suarez, L. E. C. (2014). Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie Raputia heptaphylla (Rutaceae). *Elementos*, 4(4), 31-39.
- Barrios Silva, I. C., Bravo Muñoz, J. I., & Orrego Castillo, R. I. (Profesora guía). (2020). *Biodisponibilidad y bioaccesibilidad de polifenoles y flavonoides* [Thesis, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Tecnología Médica.]. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/12420>
- Benavides-Mendoza, A. (2002). *Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas*.
- Bermejo de Zaa, A. de los Á., Pereira Cabrera, S., Cintra Jorge, M. L., & Morales Torres, G. (2014). Determinación de parámetros químico- físico de las tinturas al

20% obtenidas de las hojas, tallos y frutos de *Melia azedarach* L (Pursiana). *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(5), 670-680.

- Bueno Chulluncuy, G. M. (2020). Evaluación de la capacidad antioxidante en bebidas funcionales para un mercado de consumo: Una revisión sistemática entre 2009 y 2019. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25817>
- Cabrera, D. C. G. (s. f.). *Extracción y caracterización reológica del mucílago de *Malvaviscus penduliflorus* (San Joaquín)*. 8.
- Cabrera, L. S. P., & Torres, I. D. V. (s. f.). *Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas de la *Trichilia hirta* L*. 9.
- Carril, E., & García, A. (2011). *Metabolismo secundario de plantas*.
- Castillo Páez, M. A., & De Janon Brito, M. J. (2018). *Caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), en la sierra norte del Ecuador*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2795373>
- Coba Santamaría, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 16(2), 5. <https://doi.org/10.17163/lgr.n16.2012.01>
- Coronado H, M., Vega y León, S., Gutiérrez T, R., Vázquez F, M., & Radilla V, C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N., & Cedrón, J. C. (2013). Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 57-63.
- Delgado-Camacho, G., Castillo-González, A. M., Avitia-García, E., & Rubí-Arriaga, M. (s. f.). CONTENIDO DE AZÚCARES SOLUBLES EN HOJAS E INFLORESCENCIAS DE. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5.

- Fernández, K. A. V. (s. f.). *CARACTERÍSTICAS FARMACOBOTÁNICAS Y DE PROPAGACIÓN DE*. 94.
- Gavilanez, A. (2020). *Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica y caracterización preliminar de un extracto de valeriana (Valeriana pilosa R&P)*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/648>
- Gonzales, C. (2011). *La turbidez* [Presentación]. <https://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- Gutierrez, A. G., Acevedo, J. A., Ballarte, L. N., Teixeira, B. J., Llajaruna, H. P., Aquise, I. S., Espinoza, E. T., & Jacobo, F. Q. (s. f.). *Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (Zea mays L.): Método de extracción*. 11.
- Hernandez, J., Inocencio, A., & Martinez, J. (2018). Practica no. 2 Extracto etéreo. *DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO*. <http://practica2extractoprimeraclinicos.blogspot.com/2008/11/facultad-de-quimico-farmacobiologa.html>
- Loor Garabí, J. S., & Zambrano Navarro, A. J. (2016). *Estudio del Mortiño, Beneficios, y Aplicación en la Repostería*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14886>
- Marcano, M. (2018). *La investigacion experimental pdf by Maria Marcano—Issuu*. LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL. [https://issuu.com/mariamarcana1996/docs/la\\_investigacion\\_experimental\\_pdf](https://issuu.com/mariamarcana1996/docs/la_investigacion_experimental_pdf)
- Mena Valdés, L., Tamargo Santos, B., Salas Olivet, E., Plaza Paredes, L. E., Blanco Hernández, Y., Otero González, A., & Sierra González, G. (2015). Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 20(1), 106-116.
- Mosquera, A., Gaviria, C., Ochoa, C., Sánchez, N., Medina, C., Lobo, M., Galeano García, P., Tamayo-Tenorio, A., Lopera, Y., & Rojano, B. (2015). *Propiedades antioxidantes de los frutos de agraz o mortiño (Vaccinium meridionale Swartz)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3509.8084>

- Nataren, V. Y. M. (2006, mayo 15). *Molienda de pigmentos hasta tamaño de partícula submicron con medición de potencial Z*. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lpro/mondragon\\_n\\_vy/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/mondragon_n_vy/)
- Ochoa Agudelo, S. (2014). *Producción de vinagre a partir de Mortiño (Vaccinium meridionale) mediante procesos fermentativos y seguimiento de su actividad antioxidante*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52087>
- Ochoa Pacheco, A., Marin Moran, J., Rivero Breff, D., & Aguilera Saborít, E. M. (2013). Caracterización física, físico-química y química de extractos totales de hojas frescas de *Petiveria alliacea* L. con acción antimicrobiana. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(1), 52-59.
- Olivas-Aguirre, F. J., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G. A., López-Díaz, J. A., Álvarez-Parrilla, E., Rosa, L. A. de la, & Ramos-Jimenez, A. (2015). Taninos hidrolizables: Bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 55-66. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7699>
- P, M. de L. T., P, D. T., & B, V. S. A. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.18272/aci.v2i2.27>
- Piedrahita, M., & Fernanda, M. (2012). *Estudio del efecto de la deshidratación por aire sobre la capacidad antioxidante del mortiño (vaccinium floribundum kunt)*. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4988>
- Puerta Q., G. I. (2013). *La humedad controlada del grano preserva la calidad del café* [Technical Report]. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/418>
- Ringuelet, J. A. (2013). *Productos naturales vegetales*. D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4499379>
- Sánchez, R. (s. f.). *Flavonoides con actividad antitumoral: Identificación y estudio del mecanismo de acción*. 246.

- Sierra Pérez, R. de la C., González Canavaciolo, V. L., Marrero Delange, D., & Rodríguez Leyes, E. A. (2011). Análisis fitoquímico de la *Salvia coccinea* que crece en Cuba. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(1), 54-59.
- Tamayo, R., Alba, E., & Mojeno, I. (2011, junio 14). *MULTIMED | Revista Médica*. Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólico, etéreo y acuoso de las hojas y tallo de la *Isocarpha cubana* B. Phytochemical screening of alcoholic, ethereal and aqueous extract from leaves and stalks of *Isocarpha cubana* Bake. <http://www.multimedgrm.sld.cu/articulos/2011/v15-3/2.html>
- Tituaña Toapanta, W. F., & Zurita Morales, K. F. (2020). *Estudio del perfil fitoquímico y reológico de dos Variedades de plantas mucilaginosas del cantón LA MANÁ: *Herrania balaensis* y *Ochroma pyramidale**. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6688>
- Tuero, B. B. (s. f.). *FUNCIONES DE LA VITAMINA C EN EL METABOLISMO DEL COLÁGENO*. 9.
- Tupuna Yerovi, D. S. (2012). *Obtención de jugo clarificado concentrado de mortiño (*vaccinium floribundum kunth*) mediante el uso de tecnología de membrana*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4947>
- Valencia, D. (s. f.). *Sudán III*. Preparación de reactivos. Recuperado 7 de octubre de 2021, de [https://www.mclibre.org/otros/daniel\\_tomas/laboratorio/sudanIII/sudan3.html](https://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/laboratorio/sudanIII/sudan3.html)
- Vázquez-Jorge, I. Y. G., Guerra-Molina, D. L., Quintana-Tamayo, I. J. F., Ramírez, J., Fernando-Ballester, L. R., & Vázquez-Jorge, D. Y. (s. f.). *Caracterización físicoquímica y contenido de proteínas de extractos fluidos del ostión de mangle (*Crassostrea rizophorae*)*. 10.
- Wall-Medrano, A. (2015). TANINOS HIDROLIZABLES; BIOQUÍMICA, ASPECTOS NUTRICIONALES Y ANALÍTICOS Y. *NUTRICION HOSPITALARIA*, 1, 55-66. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7699>
- Yungán León, D. R. (2019). *Formulación y control de calidad de un fotoprotector a base de Cedrón (*Aloysia triphylla*)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10642>



## 7. CAPÍTULO VII. ANEXOS



*Anexo 1. Materia prima (Vaccinium meridionale)*



*Anexo 2. Selección y limpieza de la materia prima (Vaccinium meridionale)*



Anexo 3. Pesaje de la materia prima (*Vaccinium meridionale*)



Anexo 4. Proceso de deshidratación de la materia prima (*Vaccinium meridionale*)



*Anexo 5. Materia prima (Vaccinium meridionale) en deshidratación*



*Anexo 6. Materia prima (Vaccinium meridionale) deshidratada*





Anexo 7. Peso de materia prima (*Vaccinium meridionale*) deshidratada



Anexo 8. Proceso de molienda de la materia prima (*Vaccinium meridionale*)



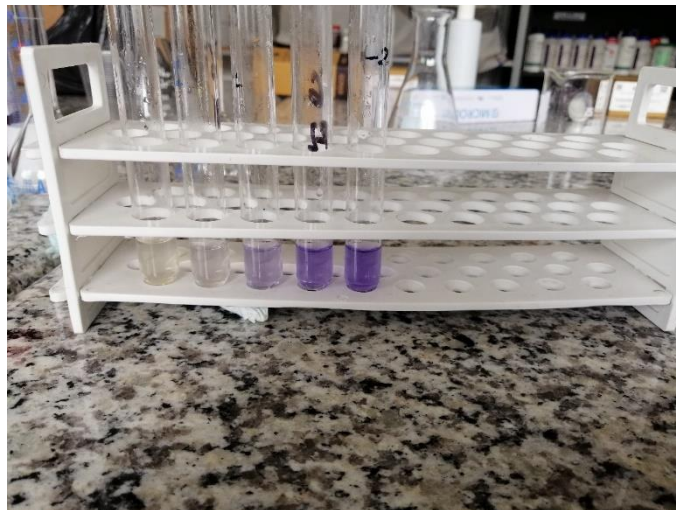
*Anexo 9. Extracto seco de mortiño (Vaccinium meridionale)*



*Anexo 10. Determinación de humedad del mortiño (Vaccinium meridionale)*



*Anexo 11. Preparación de reactivos*



*Anexo 12. Primeros resultados*





*Anexo 13. Análisis en el espectrofotómetro*



*Anexo 14. Muestras en celdas*



*Anexo 15. Resultados de polifenoles*



*Anexo 16. Resultado de polifenoles según las corridas realizadas*





*Anexo 17. Análisis de capacidad antioxidante*



*Anexo 18. Capacidad antioxidante*



*Anexo 19. Balanza analítica*



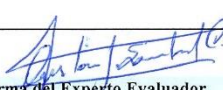
*Anexo 20. Determinación de polifenoles y capacidad antioxidante*

Anexo 21. Costos

| RECURSOS                               | CANTIDAD | UNIDAD   | VALOR<br>UNITARIO | VALOR<br>TOTAL |
|--|----------|----------|-------------------|----------------|
| <b>HUMANOS</b>                         |          |          |                   |                |
| <b>Tutor</b>                           | 1        | -        | -                 | -              |
| <b>Lectores</b>                        | 3        | -        | -                 | -              |
| <b>Postulante</b>                      | 1        | -        | -                 | -              |
| <b>Mano de Obra</b>                    | 1        | 12 días  | \$13,33           | \$159,96       |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$159,96       |
| <b>VIÁTICOS Y SUBSISTENCIA</b>         |          |          |                   |                |
| <b>Transporte</b>                      |          | 1 día    | Combustible       | \$20,00        |
| <b>Alimentación</b>                    |          |          | Desayuno/Almuerzo | \$10,00        |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$30,00        |
| <b>EQUIPOS</b>                         |          |          |                   |                |
| <b>1 Estufa</b>                        | 4        | Días     | \$1,56            | \$6,24         |
| <b>Molino</b>                          | 1        | Unidad   | \$35,00           | \$35,00        |
| <b>1Espectrofotómetro</b>              | 6        | Horas    | \$0,18            | \$1,08         |
| <b>1 Balanza analítica</b>             | 10       | Horas    | \$0,25            | \$2,50         |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$44,82        |
| <b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>        |          |          |                   |                |
| <b>Fundas ziploc</b>                   | 5        | Unidades | \$0,15            | \$0,75         |
| <b>Bandejas de aluminio</b>            | 4        | Unidades | \$0,75            | \$3,00         |
| <b>Papel absorbente</b>                | 1        | Paquete  | \$1,17            | \$1,17         |
| <b>Desinfectante COVID</b>             | 1        | Unidad   | \$2,09            | \$2,09         |
| <b>Papel Aluminio</b>                  | 1        | Unidad   | \$1,25            | \$1,25         |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$8,26         |
| <b>MATERIA PRIMA</b>                   |          |          |                   |                |
| <b>Mortiño (Vaccinium meridionale)</b> | 3        | Kg       | \$2,00            | \$6,00         |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$6,00         |
| <b>MATERIALES DE OFICINA</b>           |          |          |                   |                |
| <b>Cuaderno</b>                        | 1        | Unidad   | \$0,50            | \$0,50         |
| <b>Esfero</b>                          | 2        | Unidades | \$0,90            | \$1,80         |
| <b>Cd's</b>                            | 4        | Unidades | \$0,75            | \$3,00         |
| <b>Impresiones</b>                     | 400      | Unidades | \$0,10            | \$40,00        |
| <b>Copias</b>                          | 20       | Unidades | \$0,05            | \$1,00         |
| <b>Anillados</b>                       | 4        | Unidades | \$1,20            | \$4,80         |
| <b>Empastados</b>                      | 2        | Unidades | \$13,50           | \$27,00        |
| <b>SUBTOTAL</b>                        |          |          |                   | \$78,10        |

| <b>REACTIVOS</b>          |     |            |          |           |
|---------------------------|-----|------------|----------|-----------|
| <b>Carbonato de Sodio</b> | 50  | Gramos     | \$50,00  | \$50,00   |
| <b>Foling</b>             | 100 | Mililitros | \$150,00 | \$150,00  |
| <b>Ácido Gálico</b>       | 10  | Gramos     | \$100,00 | \$100,00  |
| <b>Etanol</b>             | 100 | Litros     | \$100,00 | \$100,00  |
| <b>FeCl</b>               | 50  | Gramos     | \$50,00  | \$50,00   |
| <b>Acetato de Sodio</b>   | 20  | Gramos     | \$50,00  | \$50,00   |
| <b>Ácido acético</b>      | 200 | Mililitros | \$50,00  | \$50,00   |
| <b>TPTZ</b>               | 2   | Gramos     | \$100    | \$200     |
| <b>Sal de Mohr</b>        | 2   | Gramos     | \$100    | \$100     |
| <b>Ácido clorhídrico</b>  | 100 | mililitros | \$50,00  | \$50,00   |
| <b>SUBTOTAL</b>           |     |            |          | \$900     |
| <b>SUBTOTAL</b>           |     |            |          | \$1227,14 |
| <b>Gastos Varios</b>      |     |            |          | \$100,00  |
| <b>TOTAL</b>              |     |            |          | \$1327,14 |
| <b>Imprevistos 15%</b>    |     |            |          | \$199,07  |
| <b>VALOR TOTAL</b>        |     |            |          | \$1526,21 |

**Elaborado por:** (Zurita, 2021)

| GUÍA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN POR EXPERTOS   |  |   |   |   |   |   |               |
|---|--|---|---|---|---|---|---------------|
| <b>Tema de Investigación:</b> Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) en función de polifenoles y capacidad antioxidante |  |   |   |   |   |   |               |
| <b>Nombre del Autor / Investigador:</b> Karla Fernanda Zurita Morales   |  |   |   |   |   |   |               |
| <b>Experto Evaluador 1:</b> Quím. Gustavo Sandoval Mg.  |  |   |   |   |   |   |               |
| <b>Perfil Profesional :</b> Químico en Alimentos  |  |   |   |   |   |   |               |
| <b>Área de Desempeño :</b> Docente en la Universidad Técnica de Cotopaxi  |  |   |   |   |   |   |               |
| <i>El trabajo de investigación será evaluado bajo la escala de Likert determinando los siguientes valores</i>   |  |   |   |   |   |   |               |
| Nivel de Likert   | Significado                                    | Rango de porcentaje de satisfacción del experto |   |   |   |   |               |
| 1   | Totalmente en Desacuerdo                       | 0-20  |   |   |   |   |               |
| 2   | En desacuerdo                                  | 20-40   |   |   |   |   |               |
| 3   | Ni en acuerdo , Ni en desacuerdo               | 40-60   |   |   |   |   |               |
| 4   | De acuerdo                                     | 60-80   |   |   |   |   |               |
| 5   | Totalmente de Acuerdo                          | 80-100  |   |   |   |   |               |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN   |  | Puntuación                                      |   |   |   |   | Observaciones |
|   |  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |               |
| CUALIDADES DEL TEMA   | Importancia del problema                       |   |   |   |   | x |               |
|   | Originalidad                                   |   |   |   |   | x |               |
|   | Interés al público                             |   |   |   |   | x |               |
|   | Factibilidad                                   |   |   |   |   | x |               |
|   | Delimitación                                   |   |   |   |   | x |               |
| CUALIDADES TEORICAS-FUNDAMENTOS   | Formulación del problema                       |   |   |   |   | x |               |
|   | Objetivos de la Investigación                  |   |   |   |   | x |               |
|   | Limitaciones del tema de investigación         |   |   |   | x |   |               |
|   | Revisión literaria                             |   |   |   |   | x |               |
|   | Definición de términos                         |   |   |   |   |   | No aplica     |
|   | Sistema de variables                           |   |   |   |   |   | No aplica     |
| CUALIDADES METODOLÓGICAS  | Sistema de Hipótesis                           |   |   |   |   | x |               |
|   | Calculo de población y muestra                 |   |   |   |   |   | No aplica     |
|   | Diseño de la Observación / experimentación     |   |   |   |   | x |               |
|   | Instrumentos aplicados                         |   |   |   |   | x |               |
|   | Aplicación de técnicas de recolección de datos |   |   |   |   | x |               |
|   | Recursos utilizados                            |   |   |   |   | x |               |
| CUALIDADES FORMALES   | Presentación y discusión de resultados         |   |   |   |   | x |               |
|   | Lenguaje escrito                               |   |   |   |   | x |               |
|   | Presentación y estilo del documento            |   |   |   |   | x |               |
|   | Bibliografía                                   |   |   |   |   | x |               |
|   | Anexos   |   |   |   |   | x |               |
| <b>Sugerencias del Experto Evaluador :</b> Ninguna  |  |   |   |   |   |   |               |
| <br><b>Firma del Experto Evaluador</b><br>Quím. Gustavo Sandoval Mg.<br>C.C. 1713697538            |  |   |   |   |   |   |               |





Quito, 10/11/2021

CERTIFICADO DE REGISTRO DE TÍTULO

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, SENESCYT, certifica que SANDOVAL CAÑAS GUSTAVO JOSE, con documento de identificación número 1713697538, registra en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador (SNIESE), la siguiente información:

Nombre: SANDOVAL CAÑAS GUSTAVO JOSE  
Número de documento de identificación: 1713697538  
Nacionalidad: Ecuador  
Género: MASCULINO

Título(s) de tercer nivel de grado

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| Número de registro       | 1005-13-1254412                 |
| Institución de origen    | UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR |
| Institución que reconoce |                                 |
| Título                   | QUIMICO DE ALIMENTOS            |
| Tipo                     | Nacional                        |
| Fecha de registro        | 2013-12-13                      |
| Observaciones            |                                 |

Título(s) de cuarto nivel o posgrado

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Número de registro       | 0761143265  |
| Institución de origen    | UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA RIO GRANDE DEL SUR  |
| Institución que reconoce |   |
| Título                   | MASTER EN EDUCACION EN CIENCIAS: QUIMICA DE LA VIDA Y SALUD<br>AREA DE CONCENTRACION: EDUCACION EN CIENCIAS |
| Tipo                     | Extranjero  |
| Fecha de registro        | 2019-04-08  |
| Observaciones            |   |

**OBSERVACIÓN:**

- Los títulos de tercer nivel de grado ecuatorianos están habilitados para el ingreso a un posgrado.
- Los títulos registrados tanto nacionales como extranjero han sido otorgados por instituciones de educación superior vigentes al momento de la emisión de la titulación.
- El cambio de nivel de formación de educación superior de los títulos técnicos y tecnológicos emitidos por instituciones de educación superior nacionales se ejecutó en cumplimiento a la Disposición Transitoria Octava de la Ley Orgánica Reformatoria a la LOES, expedida el 2 de agosto de 2018.

**IMPORTANTE:** La información proporcionada en este documento es la que consta en el SNIESE, que se alimenta de la información suministrada por las instituciones del sistema de educación superior, conforme lo disponen los artículos 126 y 129 de la Ley Orgánica de Educación Superior y 56 de su Reglamento. El reconocimiento/registro del título no habilita al ejercicio de las profesiones reguladas por leyes específicas, y de manera especial al ejercicio de las profesiones que pongan en riesgo de modo directo la vida, salud y seguridad ciudadana conforme el artículo 104 de la Ley Orgánica de Educación Superior. Según la Resolución RPC-SO-16-No.256-2016.

En caso de detectar inconsistencias en la información proporcionada de titulaciones nacionales, se recomienda solicitar a la institución de educación superior nacional que emitió el título, la rectificación correspondiente y de ser una titulación extranjera solicitar la rectificación a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Para comprobar la veracidad de la información proporcionada, usted debe acceder a la siguiente dirección:  
[www.educacionsuperior.gob.ec](http://www.educacionsuperior.gob.ec)



Alexandra Navarrete Fuertes  
Directora de Registro de Títulos  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



1713697538

Dirección: Alcallana E7-183 entre Av. Diego de Almagro y Whympar.  
Código postal: 1701518 / Quito Ecuador  
Teléfono: 593-2 3934-300 / [www.educacionsuperior.gob.ec](http://www.educacionsuperior.gob.ec)

GENERADO: 10/11/2021 2.02 PM



### GUSTAVO JOSÉ SANDOVAL CAÑAS

Químico de Alimentos, con intereses en la docencia e investigación, comprometido con su trabajo y su familia. Soy una persona proactiva, bastante perceptivo y tolerante. Mi aspiración es desarrollarme en el ámbito profesional como personal. Tengo deseos de aprender y adaptarme a demandas laborales de diversas índoles. Me gusta perfeccionarme cada vez más. Tengo experiencia profesional en el área alimenticia, farmacéutica, docencia e investigación. Me gusta el fútbol y andar en bicicleta; leer y escuchar música.

#### **DATOS PERSONALES**

Domicilio: CA Oe1N SN C 5, Conjunto Residencial ATMEC. Quitumbe, Quito-Ecuador  
 Teléfono: | 0998030813 (Celular) | 024515953 (Convencional) |  
 E-mail: [tavitosc@gmail.com](mailto:tavitosc@gmail.com)

#### **IDIOMAS**

ESPAÑOL: Idioma materno  
 PORTUGUÉS: INTERMEDIO SUPERIOR (CELPE-BRAS: Certificado de suficiencia en lengua portuguesa para extranjeros)  
 INGLÉS: INTERMEDIO (cursando el programa de enseñanza de inglés de la comisión Fulbright, nivel 3).

#### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
**Maestría en Educación en Ciencias: Química de la Vida y Salud** **2019**  
 TESIS: ALIMENTOS FUNCIONALES Y SU POTENCIAL ANTIOXIDANTE: CONTEXTUALIZANDO LA QUÍMICA EN LA ACADEMIA.  
 (Registro Senescyt No.: 0761143265)

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
**Químico de Alimentos** **2013**  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS TOTALES EN MATRIZ DE CEREALES: MAÍZ Y CEBADA  
 (Registro Senescyt No. 1005-13-125441)

COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL "JUAN PÍO MONTÚFAR"  
**Bachiller en Ciencias Químico Biológicas** **2005**

#### **EXPERIENCIA DOCENTE**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI (CARRERA DE AGROINDUSTRIA)  
**DOCENTE OCASIONAL (TIEMPO COMPLETO)** **08/04/2019 - Actualidad**

- Profesor de Química Inorgánica, Química Orgánica, Análisis e Interpretación Instrumental, Bioquímica, Microbiología y Física.
- Coordinador de la Cátedra Integradora de primer y tercer semestre, prácticas preprofesionales de vinculación.
- Participación en Proyecto de Investigación de Bebidas Ancestrales.
- Diseño de nuevas carreras.
- Educación continua.
- Docente de apoyo de investigación.



**GUSTAVO JOSÉ SANDOVAL CAÑAS**

PÁGINA 2

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR (CARRERA DE AGRONOMÍA)  
**DOCENTE DE QUÍMICA**

01/03/2015 – 01/07/2015

- Profesor de Química General (teórica y práctica) en el curso de nivelación.

COLEGIO PARTICULAR DE LAS AMÉRCAS QUITUMBE  
**DOCENTE DE QUÍMICA (BACHILLERATO)**

06/09/2010 – 02/02/2012

- Profesor de Química General (teórica y práctica) en los cursos de bachillerato.

**EXPERIENCIA PROFESIONAL**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DEL ECUADOR (CIBE)  
**ANALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN 2**

01/08/2016 – 02/02/2017

- Encargado del manejo de HPLC. Área de Bioproductos.

AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO (AGROCALIDAD)  
**ANALISTA DE CALIDAD DE FERTILIZANTES**

01/07/2015 – 31/07/2016

- Análisis de calidad de fertilizantes, determinación de macro y micronutrientes, materia orgánica, cloruros, realización de informes técnicos, seguimiento y mejora del sistema de gestión de calidad

FARMACID S. A.  
**ANALISTA QUÍMICO**

19/01/2015 – 27/02/2015

- Análisis químico de materias primas, producto proceso, producto terminado, elaboración de informes técnicos, valoración de principios activos por HPLC.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)  
**INVESTIGADOR AGROPECUARIO 1**

27/03/2014 – 31/12/2014

- Revisar bibliografía sobre caracterización de biomoléculas de interés funcional en café y cacao.
- Adaptar la metodología de avances para la determinación de cafeína y ácidos cafeicos en café, utilizando cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) acoplado a detector de arreglo de díodos.
- Tomar muestras y análisis de ocratoxina A, cafeína y ácidos cafeicos en muestras de café verde de las provincias de Manabí y Sucumbios.
- Adaptar la metodología de análisis para la determinación de aflatoxinas B y G en muestras de maíz de endospermo duro utilizando Cromatografía Líquida de Alta Resolución acoplado al detector de fluorescencia y derivatización electroquímica.
- Realizar la puesta a punto del método de análisis de ácidos grasos en cacao, utilizando cromatografía de gases acoplado al detector FID y análisis de muestras de cacao nacional y CCN51.
- Elaborar informes técnicos relacionados con las actividades desarrolladas en los laboratorios.
- Desarrollo de una técnica para el análisis de Cromo en mora utilizando espectrofotometría de absorción atómica.

FARBIOVET S. A.

**ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD Y VALIDACIONES**

02/05/2013 – 21/02/2014

- Elaboración de procedimientos operativos estándar.
- Muestreo de materia prima, material de envase y empaque, producto semielaborado y producto terminado.
- Análisis físico químico y microbiológico de materia prima, material de envase, empaque, producto semielaborado y producto terminado y otros.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del sistema de aguas y áreas de producción.
- Liberación de producto terminado.
- Valoración de principios activos por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

**GUSTAVO JOSÉ SANDOVAL CAÑAS****PÁGINA 3**

- Calificación y verificación de métodos, procesos y equipos.
- Elaboración y seguimiento de la documentación que respalda a la validación de cada método, proceso y equipo.
- Reporte de resultados de validación, así como las variaciones que se determinen en las diferentes etapas.
- Coordinar junto con aseguramiento de la calidad el seguimiento a las validaciones realizadas y la planificación de la revalidación.
- Establecer el cronograma para la realización de cada validación en las diferentes etapas.

REYBANPAC S. A.

**ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD****04/02/2012 – 30/06/2012**

- Tomar muestras de materias primas, productos en proceso y productos terminados para los respectivos análisis y posterior liberación.
- Reportar inconformidades y hallazgos encontrados durante la ejecución de sus funciones de manera inmediata y directamente a sus superiores.
- Manejar adecuadamente los materiales, equipos y demás suministros de laboratorio y seguridad requeridos para sus actividades.
- Realizar reportes para superiores a fin de proporcionar información para una ágil toma de decisiones y mejora continua.
- Generar registros que fortalezcan el mantenimiento del sistema HACCP/ BPM y esquema de calidad.
- Cumplir con las buenas prácticas de laboratorio y plan de autocontrol.
- Manejo de HPLC para la detección de GMP en leche cruda.

MULTIANALYTICA S. A.

**ANALISTA DE LABORATORIO****02/08/2010 – 28/02/2011***Área instrumental HPLC:*

- Preparación de muestras y reactivos
- Análisis de vitaminas
- Análisis de conservantes y colorantes
- Análisis de aflatoxinas

*Área Físicoquímica:*

- Preparación de muestras y reactivos
- Análisis proximales
- Análisis de proteína
- Análisis de aguas
- Análisis de productos ambientales, desinfectantes, etc.

**REFERENCIAS LABORALES**

- Dr. Iván Samaniego  
INIAP "Estación Santa Catalina" (Machachi - Ecuador)  
Director – Departamento de Nutrición y Calidad  
Teléfono: 0984606202 / E-mail: [ivanrsm78@hotmail.com](mailto:ivanrsm78@hotmail.com)
- Profa. Dra. Mara E.F. Braibante  
Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria, RS - Brasil)  
Depto de Química-UFSM  
Teléfono: (55)3220-8762-32208759-32208871 / E-mail: [maraeffb@gmail.com](mailto:maraeffb@gmail.com)
- Ing. Alexandra Alemán  
Farbiopharma (Quito - Ecuador)  
Jefa de Marketing y Ventas  
Teléfono: 0995540997 / E-mail: [alexaleman07@gmail.com](mailto:alexaleman07@gmail.com)

**REFERENCIAS PERSONALES**

- Q. A. Eder Ocaña  
Amigo (Quito - Ecuador), ADITMAQ, Teléfono: 0998337723  
E-mail: [edersin\\_er7@hotmail.com](mailto:edersin_er7@hotmail.com)
- Sr. David Pérez  
Amigo (Quito - Ecuador), Gerente General, LAVATEK, Teléfono: 0987224839  
E-mail: [davidpj2209@gmail.com](mailto:davidpj2209@gmail.com)

- Sra. Martha Jones  
Amiga (Quito - Ecuador), Jubilada, CENACE, Teléfono: 022321064

### **ARTÍCULOS PUBLICADOS**

2020. ANCESTRAL FERMENTED INDIGENOUS BEVERAGES FROM SOUTH AMERICA MADE FROM CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA).  
DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/FST.15220](http://dx.doi.org/10.1590/FST.15220)  
[HTTPS://WWW.SCIELO.BR/PDF/CTA/2020NAHEAD/0101-2061-CTA-FST15220.PDF](https://www.scielo.br/pdf/cta/2020nahead/0101-2061-cta-fst15220.pdf)  
REVISTA FOOD SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY – CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, CAMPINAS, SP – BRASIL. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.  
QUARTIL: Q2 (FOOD SCIENCE, SCIMAGO).

2019. A QUÍMICA DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS (LA QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES).  
DOI: [HTTP://DX.DOI.ORG/10.21577/0104-8899.20160168](http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160168)  
[HTTP://QNESEC.SBO.ORG.BR/ONLINE/QNESEC41\\_3/03-QS-87-18.PDF](http://qnesc.sbo.org.br/online/qnesc41_3/03-QS-87-18.pdf)  
REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. BRASIL  
QUALIS: ENSINO B1, CIÊNCIAS AMBIENTAIS B4, INTERDISCIPLINAR B3, EDUCAÇÃO B1, QUÍMICA B5

### **LIBROS PUBLICADOS**

2021. ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE: CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA\*  
ESTADO: EN FORMATAÇÃO. EL TRABAJO ESTÁ EN EL CAPÍTULO 36 EN LA PÁGINA 461. LINK DE ACCESO:  
[HTTPS://BIT.LY/309MUFN](https://bit.ly/309MUFN). CAPÍTULO DE LIBRO.

2020. EL PODER ANTIOXIDANTE DE LOS COMPUESTOS FUNCIONALES: METODOLOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA EN LA ACADEMIA.VPRIMERA EDICIÓN, MARZO DE 2020, 150 EJEMPLARES. AUTORES: MG. GUSTAVO SANDOVAL CAÑAS Y MG. ROBERTO ORDOÑEZ ARAQUE. PUBLICADO POR: UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA DEL ECUADOR.  
SANDOVAL, G., & ORDOÑEZ, R. (2020). EL PODER ANTIOXIDANTE DE LOS COMPUESTOS FUNCIONALES: METODOLOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA EN LA ACADEMIA. QUITO: UNIB.E. 147 PP. ISBN: 978-9942-8831-0-0

### **PONENCIAS**

2021. "ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE: CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA". XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN.  
2021. "ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LECHE Y PASTOS EN LA PARROQUIA MULALÓ, PROVINCIA DE COTOPAXI". I CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL. PONENCIA  
2021. "CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LOS COMPUESTOS FUNCIONALES". II JORNADAS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA AGROINDUSTRIA.  
2020. FUNDAMENTOS DE QUÍMICA Y EL PROCESO DE DESTILACIÓN AL VACÍO. UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS CARRERA DE GASTRONOMÍA.

### **CURSOS Y CAPACITACIONES**

2021. 2021. XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN.  
2021. I CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL.  
2021. II JORNADAS DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA AGROINDUSTRIAL  
2020- 10 PASOS PARA LA PURIFICACIÓN DE CBD.  
2020. CAPACITACIÓN TIC'S PARA DOCENTES. OCEANO EDUCACIÓN (EN CURSO).  
2020. CAPACITACIÓN DOCENTE EN LA ESCRITURA DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.  
2020. CAPACITACIÓN SOBRE EXTRACCIÓN DE CBD DE CANNABIS.  
2020. II CONGRESO NACIONAL ONLINE DE QUÍMICA. BRASIL  
2020. INTERNATIONAL ONLINE CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY – FOOD SECURITY: STRATEGIES IN THE PANDEMIC PERIOD.  
2019. JORNADAS DE DIFUSIÓN DE INVESTIGACIÓN AGROINDUSTRIAL.  
2019. II SEMINARIO INTERNACIONAL AGROINDUSTRIAL: DESAFÍOS EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS, DESARROLLO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.  
2018. CAPACITACIÓN SOBRE EL SERVICIO DESCOBERTA. BIBLIOTECA UFSM. SANTA MARIA-RS-BRASIL  
2018. OFICINA INFOGRÁFICOS NA EDUCAÇÃO. UFSM. NÚCLEO DE TECNOLOGÍA E EDUCAÇÃO. SANTA MARIA-RS-BRASIL.  
2017. CRIAÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. SANTA MARIA-RS-BRASIL  
2017. ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS. SANTA MARIA-RS. PERSONAL DE APOYO (ORGANIZADOR). SANTA MARIA-RS-BRASIL  
2017. ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS. SANTA MARIA-RS.  
2017. CONQUISTANDO AL CLIENTE CON UN SERVICIO INTEGRAL. GUAYAQUIL-ECUADOR  
2017. ACADEMIC WRITTING WORKSHOP. GUAYAQUIL-ECUADOR

2016. III CONGRESO INTERNACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD. GUAYAQUIL-ECUADOR
2016. CURSO DE LA NORMA TÉCNICA NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 Y CRITERIOS GENERALES DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.
2015. CURSO ARTÍCULOS CIENTÍFICOS: ASPECTOS DE SU PREPARACIÓN Y MANEJO.
2014. SEMINARIO "APROVECHAMIENTO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA, AGROECOLÓGICA Y LAS OPORTUNIDADES DEL MERCADO, EN LA GENERACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN I&D DE TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA LA AGROINDUSTRIA"
2013. CURSO - TALLER. SISTEMA DE CALIDAD UN ENFOQUE MODERNO BMP. GMP TRAINING & CONSULTING.
2013. CURSO - TALLER. C - C - V: CALIFICAR - CALIBRAR - VALIDAD. GMP TRAINING & CONSULTING.
2013. CURSO - TALLER. VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS. CHEM CONSULTORES.
2011. III FORO DEL SECTOR LECHERO ECUATORIANO.
2011. SEMINARIO - TALLER. ACTUALIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO CURRICULAR.
2011. SEMINARIO - TALLER. PLANIFICACIÓN CURRICULAR POR COMPETENCIAS.
2010. PRIMER CONGRESO DE INOCUIDAD ALIMENTARIA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. OAE. HOTEL PLAZA.
2010. SIMPOSIO DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA Y DE ALIMENTOS. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
2010. II FORO DEL SECTOR LECHERO ECUATORIANO



Firmado digitalmente por:  
**GUSTAVO JOSE  
SANDOVAL CANAS**










**Document Information**

**Analyzed document** extracto hidroalcoholico del mortiño.pdf (D117788113)  
**Submitted** 2021-11-08 02:37:00  
**Submitted by**  
**Submitter email** karla.zurita8231@utc.edu.ec  
**Similarity** 4%  
**Analysis address** gustavo.sandoval7538.utc@analysis.urkund.com

**Sources included in the report**

- W** URL: <https://docplayer.es/73303180-Estudio-de-factibilidad-para-la-creacion-de-una-empresa-productora-y-comercializadora-de-mermelada-a-base-de-mortino-en-pereira.html>  **1**  
Fetched: 2021-11-08 04:27:00
- W** URL: <https://docplayer.es/127744373-Biocomercio-sostenible-en-antioquia-judith-londono-gomez.html>  **1**  
Fetched: 2021-11-08 04:27:00
- W** URL: [https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/cartilla\\_mortino.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/cartilla_mortino.pdf)  **2**  
Fetched: 2021-11-08 04:27:00
- W** URL: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6688/1/PC-000867.pdf>  **4**  
Fetched: 2020-12-12 06:00:32
- W** URL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49284/1/BCIEQ-T-0512%20Maldonado%20Coello%20Giuliana%20Carolina%3B%20Naula%20Orrala%20Joselyn%20Katherine.pdf>  **2**  
Fetched: 2021-05-23 06:02:13