



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**EVALUACIÓN DEL EXTRACTO Y MICROENCAPSULADO DE
LAS HOJAS Y EL FRUTO DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum
kunth*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIEROS QUÍMICOS

AUTORES:

LISETH DAYANA LANDETA MARTÍNEZ

CRISTIAN ARMANDO MACAS TIERRA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**EVALUACIÓN DEL EXTRACTO Y MICROENCAPSULADO DE
LAS HOJAS Y EL FRUTO DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum
kunth*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIEROS QUÍMICOS

AUTORES: LISETH DAYANA LANDETA MARTÍNEZ

CRISTIAN ARMANDO MACAS TIERRA

DIRECTOR: BQF. JOHN MARCOS QUISPILLO MOYOTA

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Liseth Dayana Landeta Martínez y Cristian Armando Macas Tierra

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Liseth Dayana Landeta Martínez y Cristian Armando Macas Tierra, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de enero de 2024



Liseth Dayana Landeta Martínez
055006702-9



Cristian Armando Macas Tierra
060406638-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL EXTRACTO Y MICROENCAPSULADO DE LAS HOJAS Y EL FRUTO DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum kunth*)**, realizado por los señores: **LISETH DAYANA LANDETA MARTÍNEZ Y CRISTIAN ARMANDO MACAS TIERRA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Cesar Arturo Puente Guijarro, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2024-01-03

Bqf. John Marcos Quispillo Moyota, Mgs.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-03

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, Mgs.
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-01-03

DEDICATORIA

A mis padres, Emilio Landeta y Soledad Martínez, por ser mi fuente de inspiración y sostén inquebrantable a lo largo de este camino. Su amor, sacrificio y constante apoyo han sido el faro que ha iluminado cada paso de esta travesía académica.

Liseth

Esta tesis está dedicada a mis padres, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido la base de mi educación y éxito académico. A mi familia y amigos, por su constante aliento y comprensión. A mis profesores y mentores, cuya guía y sabiduría han sido fundamentales en mi formación. Y a todas las personas que, de una manera u otra, han contribuido a la realización de este proyecto.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores, por su guía experta, paciencia y dedicación incansable a lo largo de este proyecto. Sus valiosos aportes, correcciones y dirección fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y enriquecerlo con su conocimiento. A mi familia y amigos, quienes me brindaron su apoyo incondicional, comprensión y aliento durante todo el proceso de esta tesis. Vuestra confianza en mí fue mi mayor motivación para llegar a esta culminación académica. Sin su constante respaldo, este logro no habría sido posible.

Liseth

Agradezco a mi familia, por su inquebrantable apoyo, comprensión y amor incondicional a lo largo de este viaje académico. A mis profesores y mentores, por su guía, sabiduría y dedicación que han sido fundamentales en mi formación. A mis amigos, por su ánimo, paciencia y momentos compartidos que han sido un refugio en los momentos desafiantes y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con sus conocimientos, tiempo y apoyo en la realización de esta tesis.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.2.1. <i>Limitaciones</i>	3
1.2.2. <i>Delimitaciones</i>	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Hipótesis de la investigación	5
1.5.1. <i>Hipótesis nula</i>	5
1.5.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Referencias teóricas	9
2.2.1. <i>El mortiño</i>	9
2.2.2. <i>Taxonomía</i>	10
2.2.3. <i>Origen</i>	10
2.2.4. <i>Extracción</i>	11
2.2.4.1. <i>Tipos de extracción</i>	11
2.2.5. <i>Composición físico químicas del mortiño (Vaccinium floribundum kunth)</i>	12

2.2.6.	<i>Fenoles</i>	12
2.2.7.	<i>Flavonoides</i>	13
2.2.8.	<i>Capacidad antioxidante</i>	13
2.2.9.	<i>Microencapsulación</i>	13
2.2.9.1.	<i>Clasificación del proceso de microencapsulación</i>	14
2.2.9.2.	<i>Microencapsulación por spray drying</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Enfoque de investigación	17
3.2.	Alcance de Investigación	17
3.3.	Diseño de la investigación	17
3.3.1.	<i>Diseño del tratamiento experimental</i>	18
3.4.	Tipo de estudio	19
3.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	19
3.5.1.	<i>Equipos y materiales</i>	19
3.5.1.1.	<i>Materia prima</i>	19
3.5.1.2.	<i>Material de laboratorio</i>	20
3.5.1.3.	<i>Reactivos</i>	20
3.5.1.4.	<i>Equipos de laboratorio</i>	20
3.5.2.	Técnicas	20
3.5.2.1.	<i>Recolección de la materia prima</i>	20
3.5.2.2.	<i>Preparación de la materia prima</i>	21
3.5.2.3.	<i>Obtención de los extractos de hojas y frutos del mortiño</i>	22
3.5.2.4.	<i>Tamizaje fitoquímico</i>	24
3.5.2.5.	<i>Determinación de flavonoides totales</i>	26
3.5.2.6.	<i>Determinación del contenido fenólico total (TPC)</i>	27
3.5.2.7.	<i>Determinación de la actividad antioxidante</i>	27
3.5.2.8.	<i>Microencapsulación</i>	28
3.5.3.	Análisis estadístico de varianza ANOVA	28

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	29
4.1.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	29
4.1.1.	<i>Rendimiento en porcentaje de los extractos</i>	29

4.1.2. Determinación de metabolitos secundarios	30
4.1.2.1. Tamizaje fitoquímico.....	30
4.1.2.2. Flavonoides totales.....	33
4.1.2.3. Fenoles totales.....	35
4.1.3. Determinación de la capacidad antioxidante	37
4.1.4. Microencapsulación por el método de spray drying	39
4.1.4.1. Fenoles totales del fruto	39
4.1.4.2. Fenoles totales de las hojas.....	40
4.1.4.3. Capacidad antioxidante.....	41
4.1.4.4. Capacidad antioxidante en el fruto del mortiño.....	42
4.1.4.5. Capacidad antioxidante en la hoja del mortiño	43
4.1.5. Análisis estadístico	44
4.1.5.1. Fenoles.....	44
4.1.5.2. Capacidad antioxidante frutos	45
4.1.5.3. Capacidad antioxidante hojas	45
4.1.5.4. Microencapsulación del fruto	46
4.2. Comprobación de la hipótesis	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Antecedentes relacionados con la investigación.....	8
Tabla 2-2:	Taxonomía del mortiño (<i>Vaccinium floribundum kunth</i>)	10
Tabla 3-2:	Composición físico químicas del mortiño (<i>Vaccinium floribundum kunth</i>).....	12
Tabla 1-3:	Leyenda para observar la concentración de metabolitos secundarios de hojas y frutos del mortiño.....	26
Tabla 1-4:	Resultados en porcentaje del rendimiento de los extractos del fruto del mortiño..	29
Tabla 2-4:	Resultados en porcentaje del rendimiento de los extractos de la hoja del mortiño	29
Tabla 3-4:	Resultados de tamizaje fitoquímico frutos del mortiño	30
Tabla 4-4:	Resultados de tamizaje fitoquímico de hojas de mortiño	31
Tabla 5-4:	Datos de cuantificación de flavonoides totales por espectrometría	33
Tabla 6-4:	Resultados de la concentración de la cuantificación de flavonoides totales de hojas y frutos de mortiño	34
Tabla 7-4:	Extractos de mayor concentración de fenoles en fruto del mortiño.....	36
Tabla 8-4:	Cuantificación del contenido de fenoles totales de los frutos del mortiño	36
Tabla 9-4:	Extractos con mayor concentración de capacidad antioxidante de frutos de mortiño.....	37
Tabla 10-4:	Extractos con mayor % inhibición DPPH en las hojas del mortiño.....	37
Tabla 11-4:	Capacidad antioxidante de las matrices vegetales.....	38
Tabla 12-4:	Extractos con mayor concentración de fenoles en el fruto del mortiño	39
Tabla 13-4:	Análisis de varianzas ANOVA de concentración de fenoles totales	40
Tabla 14-4:	Extractos con mayor concentración de fenoles en el fruto del mortiño	40
Tabla 15-4:	Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de fenoles totales de las hojas	41
Tabla 16-4:	Extractos con mayor % de inhibición de DPPH en el fruto del mortiño	42
Tabla 17-4:	Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante del fruto del mortiño	42
Tabla 18-4:	Extractos con mayor % de inhibición de DPPH en hojas del mortiño.....	43
Tabla 19-4:	Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante de las hojas del mortiño	43
Tabla 20-4:	ANOVA – Fenoles frutos	44
Tabla 21-4:	ANOVA – Capacidad antioxidante frutos	45
Tabla 22-4:	ANOVA – Capacidad antioxidante hojas	45
Tabla 23-4:	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas – Frutos	46

Tabla 24-4:	Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas – Hojas.....	46
Tabla 25-4:	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.....	47
Tabla 26-4:	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.....	48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Mortiño (<i>Vaccinium floribundum kunth</i>)	10
Ilustración 1-3: Representación esquemática del diseño de investigación.....	18
Ilustración 2-3: Representación esquemática del diseño experimental de la investigación	19
Ilustración 3-3: Mortiño (<i>Vaccinium floribundum kunth</i>)	21
Ilustración 4-3: Representación esquemática de la preparación de la materia prima.....	21
Ilustración 5-3: Representación esquemática de la maceración	22
Ilustración 6-3: Representación esquemática de la obtención del extracto	23

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1-4: Curva de calibración utilizando como estándar catequina	33
Gráfico 2-4: Curva de calibración de fenoles	35
Gráfico 3-4: Curva de calibración de Trolox en % de inhibición de DPPH	38
Gráfico 4-4: Curva de calibración promedio de fenoles totales.....	39
Gráfico 5-4: Curva de calibración del trolox en % de inhibición de DPPH	42

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TEST ESTADISTICO ANOVA
- ANEXO B:** TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO
- ANEXO C:** CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS DEL MORTIÑO
- ANEXO D:** TEST ESTSDISTICO ANOVA FENOLES TOTALES MICROENCAPSULADO
- ANEXO E:** TEST ESTADISTICO ANOVA FENOLES TOTALES HOJAS
- ANEXO F:** TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE FRUTO DEL MORIÑO
- ANEXO G:** TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE HOJAS DEL MORTIÑO
- ANEXO H:** TEST ESTADISTICO T- STUDENT DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS MICROENCAPSULADO Y SIN MICROENCAPSULAR

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar el extracto y microencapsulado de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*). Con el propósito de abordar este desafío, se comenzó con la recolección de la materia prima en el cantón Sigchos en la provincia de Cotopaxi, en el cual se realizó una recolección manera rápida y eficiente. Posteriormente se sometió a las hojas y al fruto del mortiño a un secador de bandejas; el extracto obtenido en ambas componentes se sometió a una primera maceración en cuatro distintos medios las cuales son: muestra 1 (20% etanol – 80% agua), muestra 2 (50% etanol – 50% agua), muestra 3 (80% etanol – 20% agua) y muestra 4 (100% etanol). Terminada la maceración pasó a un filtrado simple, luego a una segunda maceración, a un rotavapor y finalmente al microencapsulado. Mediante la metodología se realizó un análisis de flavonoides totales donde reportó resultado de $57,90625 \pm 10\text{mg}$ y un coeficiente de correlación de 0,9252. En el análisis de fenólico total se realizó una regresión lineal donde presento un coeficiente de correlación de 0,9989 y un ANOVA con mejor concentración tanto en frutos y hojas en el extracto con 50% etanol – 50% agua. Por último, en el análisis de actividad antioxidante nos dieron resultados en ANOVA con mejor concentración tanto en frutos y hojas en el extracto con 100% etanol y un coeficiente de correlación de 0,9958. En este contexto se concluye que el extracto con mayor rendimiento en hojas fue el extracto 3 en la muestra 2 con 29,89% y en fruto el extracto 3 en la muestra 1 con 49,1%. Además, el extracto 3 exhibe características prometedoras en metabolitos secundarios, cuantificación de flavonoides y capacidad antioxidante. Para el microencapsulado se utilizó el método spray drying técnica empleada para preservar la integridad del extracto.

Palabras claves: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <HOJAS DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum kunth*)>, <FRUTO DEL MORTIÑO (*Vaccinium floribundum kunth*)>, <EXTRACTO>, <MICROENCAPSULADO>.

0029-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the extract and microencapsulation of the leaves and fruit of the mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). In order to address this challenge, a quick and efficient collection of raw material in the Sigchos canton in the province of Cotopaxi was carried out. Subsequently, the leaves and fruit of the mortiño were subjected to a tray dryer; the extract obtained in both components was subjected to an initial maceration in four different media: sample 1 (20% ethanol - 80% water), sample 2 (50% ethanol - 50% water), sample 3 (80% ethanol - 20% water) and sample 4 (100% ethanol). Once the maceration was finished, it was passed to a simple filtration, then to a second maceration, to a rotary evaporator and finally to microencapsulation. By means of the methodology, an analysis of total flavonoids was carried out, reporting a result of 57.90625 ± 10 mg and a correlation coefficient of 0.9252. In the analysis of total phenolics, a linear regression was performed with a correlation coefficient of 0.9989 and an ANOVA with a better concentration in both fruits and leaves in the extract with 50% ethanol - 50% water. Finally, the analysis of antioxidant activity yielded results in ANOVA with better concentration in both fruits and leaves in the extract with 100% ethanol and a correlation coefficient of 0.9958. In this context it is concluded that the extract with the highest yield in leaves was extract 3 in sample 2 with 29.89% and in fruit extract 3 in sample 1 with 49.1%. In addition, extract 3 exhibited promising characteristics in secondary metabolites, flavonoid quantification, and antioxidant capacity. For microencapsulation, the spray drying method was used to preserve the integrity of the extract.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <FLAVORY LEAVES (*Vaccinium Floribundum Kunth*)>, <FLAVORY FRUIT (*Vaccinium Floribundum Kunth*), EXTRACT>, <MICROENCAPSULATE>



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

Ced: 1103696132

INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*) es una especie de arbusto que se encuentra en los Andes de Sudamérica. Se ha demostrado que tanto las hojas como los frutos del mortiño contienen compuestos bioactivos que podrían tener beneficios para la salud. En este sentido, se han realizado estudios sobre la evaluación del extracto y microencapsulado de las hojas y el fruto del mortiño, con el fin de determinar sus propiedades y aplicaciones (Bijttebier et al., 2016; Prior et al., 1998).

En cuanto al extracto de hojas y frutos de mortiño, se ha demostrado que tienen una alta capacidad antioxidante y antiinflamatoria, lo que los convierte en una fuente potencial de compuestos bioactivos para la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo y la inflamación (Bijttebier et al., 2016).

Por otro lado, la microencapsulación de los compuestos bioactivos de las hojas y frutos del mortiño puede mejorar su estabilidad y biodisponibilidad, lo que aumenta su potencial para su uso en la industria alimentaria y farmacéutica. Además, la microencapsulación puede proteger los compuestos bioactivos de las hojas y frutos del mortiño de la oxidación y degradación, lo que puede mejorar su vida útil y calidad (Zorzi et al., 2020).

Se debe evaluar el proceso de extracción para determinar las condiciones óptimas que permitan obtener un extracto con una concentración deseada de compuestos bioactivos. Esto implica la selección de solventes adecuados, la optimización de parámetros como la temperatura y el tiempo de extracción, así como el uso de técnicas de separación y purificación para obtener un extracto de alta calidad (Bijttebier et al., 2016).

Posteriormente, se debe llevar a cabo el proceso de microencapsulación, donde los compuestos bioactivos del mortiño se protegen y se encapsulan en una matriz, proporcionando estabilidad y control en la liberación de los mismos. La elección de los materiales de encapsulación y las técnicas de encapsulación son aspectos clave a considerar, ya que influyen en la eficiencia de encapsulación, la retención de los compuestos activos y la liberación controlada (Zorzi et al., 2020).

Además, la caracterización de los extractos y microencapsulados del mortiño implica la determinación de parámetros físicos y químicos, como la composición química, tamaño de partícula, estabilidad y capacidad de liberación de los compuestos bioactivos. Estos análisis se llevan a cabo utilizando técnicas y equipos propios de la ingeniería química, como cromatografía, espectroscopía y técnicas de microscopía.

Este enfoque busca garantizar la eficiencia, calidad y viabilidad técnica de los productos, con el objetivo de aprovechar al máximo los compuestos bioactivos del mortiño y su potencial aplicación en diversas industrias.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Este estudio parte del proyecto de investigación “Análisis de la actividad antiinflamatoria de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*) in vitro en células endoteliales primarias de aorta porcina (pAECs) e in vivo en ratones (*Mus musculus*) cepa BALB/c.”. Al ser el mortiño una baya silvestre andina con un alto contenido de compuestos bioactivos, especialmente antocianinas, con efecto preventivo contra diferentes enfermedades por su capacidad antioxidante (Pérez et al., 2021).

En tal sentido se planteó hacer una microencapsulación por spray drying a los extractos de las hojas y el fruto del mortiño a partir del cual se realiza la cuantificación de la capacidad antioxidante, concentración de fenoles y flavonoides, con el fin de analizar su potencial antiinflamatorio.

El spray drying es un proceso para fabricación en sólidos por lo que es ampliamente usado en el algún sector principalmente en el sector de la química industrial, la biotecnología y la farmacéutica, en el sector de la industria alimentaria. Este es un método de secado a partir el cual se secan sustancias orgánicas, líquidas, o suspensiones para convertirlas en sustancias sólidas (BUCHI, 2020). Lo cual ayudara a que el extracto de mortiño conserve sus propiedades particularmente de fenoles, flavonoides y su capacidad antioxidante.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Limitaciones

- Recolección de hojas y frutos puede ser estacional, limitando la disponibilidad de material vegetal para estudiar en determinadas épocas del año.
- Falta de reactivos.
- Falta de equipos para realizar el micro encapsulado por el método de spray drying.

1.2.2. Delimitaciones

- Evaluación del extracto de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*).
- Métodos y análisis específicos.
- Microencapsulado de las hojas y frutos del mortiño.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el extracto y microencapsulado de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer el mayor rendimiento en la obtención de los extractos de las hojas y los frutos de mortiño con diferentes solventes orgánicos.
- Determinar el extracto con mejores características, mediante el análisis de los metabolitos secundarios, cuantificación flavonoides y capacidad antioxidante.
- Aplicar el método de spray drying para obtener el microencapsulado de los extractos de *vaccinium floribundum kunth*.
- Aplicar análisis estadísticos para la discriminación de los datos obtenidos.

1.4. Justificación

El Mortiño es un arbusto silvestre endémico de Ecuador y Colombia. Tiene un sabor afable, frutos de especies afines. Su importante propiedad es un alto porcentaje de polifenoles, respaldado por el contenido de azúcares, fibra, lípidos, minerales y vitaminas, proantocianidinas, antocianidinas, flavonoides utilizados como colorante alimentario; así como los flavonoides, los taninos, los ácidos poli fenólicos tienen efectos antioxidantes, apoyan la microcirculación retiniana y la

agregación plaquetaria, la microcirculación en general, reducen la insuficiencia venosa crónica y se consideran un adyuvante nutricional (Coba et al., 2012).

Con el propósito de obtener información respaldada por evidencia sólida y explorar nuevas vías en el ámbito de los tratamientos antiinflamatorios, se llevará a cabo la evaluación de la actividad antiinflamatoria presente en las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*). Esta evaluación se llevará a cabo tanto in vitro, empleando células endoteliales primarias de aorta porcina (pAECs), como in vivo en ratones de la cepa BALB/c (*Mus musculus*). Este enfoque multidisciplinario tiene como objetivo recopilar datos sólidos y fiables que contribuyan a la identificación de nuevos enfoques antiinflamatorios.

Para llevar a cabo esta investigación, se hará uso de los recursos disponibles en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la Universidad Técnica de Ambato. Así mismo, se contará con la colaboración y apoyo de un equipo de expertos y docentes investigadores. En cuanto a los ensayos con animales de experimentación, se aprovechará la infraestructura del bioterio de la ESPOCH, garantizando la ética y el cuidado adecuado de los sujetos involucrados en el estudio. Además, se contará con la valiosa contribución de una docente investigadora de la Universidad de Bolonia en Italia.

El objetivo principal de esta investigación es proporcionar una base científica sólida que contribuya al desarrollo de nuevos tratamientos antiinflamatorios, aprovechando los compuestos presentes en el mortiño, y estableciendo así un enlace entre la investigación científica y la búsqueda de soluciones terapéuticas innovadoras.

Por ende, en la investigación se desea hacer un análisis de los extractos de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*), realizando un tamizaje fitoquímico que nos ayuda a identificar la presencia de metabolitos secundarios presentes en el extracto. Seguido de una microencapsulación por spray drying a los extractos del mortiño a partir del cual se evaluará la capacidad antioxidante y realizará la cuantificación de fenoles y flavonoides.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis nula

- El extracto de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales en referente a la concentración de flavonoides.

- El extracto sin microencapsular de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales en referente a la contracción de fenoles.
- El extracto sin microencapsular de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales en referente a la de inhibición de DPPH.
- El extracto microencapsulado de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales en referente a la contracción de fenoles.
- El extracto microencapsulado de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales en referente a la de inhibición de DPPH.

1.5.2. Hipótesis alternativa

- El extracto de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son diferentes en referente a la concentración de flavonoides.
- El extracto sin microencapsular de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son diferentes en referente a la contracción de fenoles.
- El extracto sin microencapsular de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son diferentes en referente a la inhibición de DPPH.
- El extracto microencapsulado de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son diferentes en referente a la contracción de fenoles.
- El extracto microencapsulado de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son diferentes en referente a la inhibición de DPPH.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Hoy en día millones de personas desarrollan enfermedades degenerativas como el cáncer, la diabetes y otras como consecuencia de factores como una dieta inadecuada y la contaminación del medio ambiente, entre otros; por este motivo, la investigación de compuestos que prevengan estas enfermedades es muy importante (Ortiz, 2018).

Por lo general la mayoría de los frutos poseen compuestos antioxidantes, que ayudan a disminuir el riesgo de contraer enfermedades. Una de estas frutas es el *Vaccinium floribundum* Kunth conocido comúnmente como mortiño, este fruto se utiliza para preparar la tradicional colada morada y crece en la sierra ecuatoriana, por lo que se considera endémica. Debido al desconocimiento de las ventajas de esta fruta, su cultivo llevaba años en declive.

Sin embargo, hoy en día, muchos agricultores de la zona fría de Ecuador han hecho un gran esfuerzo por plantar esta fruta, ya que muchas industrias alimentarias están elaborando productos útiles que contribuyen a una dieta más segura para las personas (Coba et al., 2012).

El mortiño es un fruto que tiene una elevada cantidad de antocianinas, las cuales se encuentran en la piel del mortiño, es por ello que para la extracción es necesario utilizar el fruto con toda la cascara, esto se debe a que, en la cascara se encuentra su gran capacidad antioxidante. El color característico del mortiño se da gracias a las antocianinas, ya que, estas son las encargadas de dar el color oscuro al fruto cuando este está maduro (Gaviria et al., 2012).

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) es una planta rica en nutrientes que se cultiva en el norte de los Andes (Ortiz, 2018). Esta fruta se utiliza para hacer pasteles, tartas, helados, pulpa, mermeladas y vinos, además de consumirse cruda. Tiene la ventaja de que se puede congelar sin alterar sus características nutricionales y organolépticas; además, no se alteran sus propiedades físicas, como el volumen o el peso, lo que facilita su almacenamiento para un uso a largo plazo, incluso fuera de la temporada de cosecha (Arteaga et al., 2014). La vida útil de los alimentos puede prolongarse mediante procedimientos de procesamiento como la concentración (Limpe, 2017).

Por lo general el mortiño se cultiva en la sierra de Ecuador entre los meses de septiembre y noviembre, es una fruta tropical. Estos frutos son abundantes en compuestos antioxidantes como

los polifenoles, que son metabolitos secundarios de las plantas (Ortiz, 2018). Los compuestos fenólicos son sustancias de bajo peso molecular con dos o más grupos fenólicos en cada una de sus moléculas. Los polifenoles son un grupo heterogéneo de compuestos que tienen la propiedad de poseer muchos grupos bencénicos sustituidos por funcionalidades hidroxilo en su estructura. Se encuentran en muchas plantas y se investigan más a fondo por sus cualidades antioxidantes (Roldán, 2012).

Las antocianinas pertenecen al grupo de los polifenoles flavonoides, que pueden dividirse en dos grupos en función de su composición química: no flavonoides y flavonoides (formados por dos grupos bencénicos unidos por un puente de tricarbonato). Los pigmentos hidrosolubles más significativos que pueden encontrarse en una zona visible para el ojo humano son las antocianinas (Maureen y Prieto, 1998).

Los pigmentos antociánicos han ganado popularidad recientemente, ya que no sólo ofrecen color a los productos, sino que también ayudan a reducir el riesgo de enfermedades como la diabetes y el cáncer. También tienen propiedades antiinflamatorias y mejoran la agudeza visual. Las antocianinas presentan un número excesivo de ventajas como posibles sustitutos de varios colorantes artificiales, pero su limitada viabilidad comercial y su escasa estabilidad impiden que se utilicen ampliamente (Pérez et al., 2021).

Tabla 1-2: Antecedentes relacionados con la investigación

Autor	Título	Año	Tipo	Link
Ortiz Moncayo	Extraction of anthocyanins from Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) and determination of their antioxidant capacity	2018	Tesis	http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472021000109453&script=sci_arttext
Coba et al.	Estudio etnobotánico del mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) como alimento ancestral y potencial alimento funcional	2012	Revista de la Ciencia de la vida	ISSN 1390-3799
Gaviria Montoya et al.	Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (<i>Vaccinium meridionale Sw.</i>) durante su Desarrollo y Maduración. <i>Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín</i> , vol. 65, no. 1	2012	Artículo SciELO Analytics	ISSN 0304-2847
Arteaga Dalgo, Andrade Cuvi y Moreno Guerrero	Relación del desarrollo del color con el contenido de antocianinas y clorofila en diferentes grados de madurez de mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>). <i>Enfoque UTE</i> , vol. 5, no. 2	2014	SciELO	ISSN 1390-9363. DOI: 10.29019/ENFOQUEUTE.V5N2.37

Llimpe Pérez	Estudio del contenido de antocianinas y capacidad antioxidante del fruto de macha macha (<i>Vaccinium floribundum kunth</i>) durante la maduración	2017	Tesis	https://1library.co/document/z1d14jpz-estudio-contenido-antocianinas-capacidad-antioxidante-vaccinium-floribundum-maduracion.html
Roldán Rodríguez	Caracterización molecular, funcional y estudio del comportamiento post cosecha del mortiño (<i>Vaccinium floribundum Kunth</i>) de la comunidad de Quinticusing del cantón Sigchos de la Provincia de Cotopaxi	2012	Tesis	https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5738/1/CD-4672.pdf
Maureen Hernández y Prieto González	Plantas que contienen polifenoles: Antioxidantes dentro del estilo de vida	1998	SCIELO	http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001999000100004
Pérez et al.	Extraction of anthocyanins from Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i>) and determination of their antioxidant capacity.	2021	Facultad Nacional de Agronomía Medellín	DOI: 10.15446/rfnam.v74n1.89089

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. El mortiño

El mortiño es un arbusto ramificado con una altura de 2.5 m perteneciendo al género *vaccinium*, familia *ericaceae*, el fruto mide de 5 a 8 mm de diámetro presentado un color azul lóbrego, posee numerosas semillas las cuales son pequeñas con una pulpa de color verde, su cubierta es lisa la cual está envuelta de un polvo blanquecino (Coba et al., 2012).

En la medicina tradicional es usada para grandes beneficios por ejemplo en restablecer los niveles de azúcar de la sangre, trastornos digestivos, arterosclerosis, enfermedades cardiacas, prevención y propagación del cáncer, diabetes, inflamaciones, reumatismos entre otras que están relacionadas con el estrés oxidativo (Coba et al., 2012).

Las hojas y frutos del mortiño son conocidos por su alta capacidad antioxidante debido a la presencia de compuestos como flavonoides y polifenoles (Baenas et al., 2020). Los compuestos bioactivos presentes en las hojas y frutos han demostrado tener propiedades antiinflamatorias siendo ricos en nutrientes esenciales como vitamina C, vitamina A, calcio y hierro (Bazalar et al., 2019).



Ilustración 1-2: Mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

2.2.2. Taxonomía

Tabla 2-2: Taxonomía del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

Nombre científico	Vaccinium floribundum kunth
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Género	Vaccinium
Epíteto específico	Floribundum
Autor epíteto específico	Kunth

Fuente: (Bedón et al., 2020)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

2.2.3. Origen

Se origina en Europa y Asia perteneciendo al género *Vaccinium*, después de ser colonizado en el Este de USA se desarrolló en Sudamérica y Centroamérica.

En el Ecuador esta especie *Vaccinium floribundum* Kunth es de mayor distribución la cual se cultiva entre 1000-4500 msnm; localizada en la sierra ecuatoriana en las provincias de Azuay, Imbabura, Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Tungurahua, Loja, Cañar, Carchi y Pichincha (Gaviria et al., 2012). En el Ecuador el consumo es básicamente en fresco como en la elaboración de

ensaladas, tortas, vinos, mermeladas, jugos y la tradicional colada morada, el fruto es aprovechado para la obtención de colorantes y tintes naturales, para comercializarlo se basa en el aprovechamiento de la cosecha de las plantas silvestres (Coba et al., 2012).

2.2.4. Extracción

Extracción es el proceso mediante el cual se separan los componentes solubles de una sustancia sólida o líquida utilizando un solvente para obtener una solución que contiene los compuestos de interés. Este método se basa en las diferencias en la solubilidad de los componentes en el solvente y puede ser aplicado a diversos campos, como la química, la farmacología y la industria de alimentos (Chemat et al., 2020).

2.2.4.1. Tipos de extracción

En la evaluación del extracto y microencapsulado de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*), se pueden emplear diversos tipos de extracción para obtener los compuestos bioactivos. A continuación, se presentan algunos métodos de extracción junto con referencias bibliográficas que respaldan su utilización:

- **Extracción con solventes orgánicos.** – Este método implica el uso de solventes orgánicos para extraer compuestos de las hojas y el fruto del mortiño. Es ampliamente utilizado para obtener una variedad de compuestos bioactivos (Amaral et al., 2009).
- **Extracción con agua.** – Es un método suave para extraer compuestos hidrosolubles, como polifenoles y flavonoides, de las hojas y el fruto del mortiño (Zulueta et al., 2009).
- **Extracción por maceración.** - Es un proceso de inmersión de la muestra en un solvente durante un período prolongado para permitir la extracción de compuestos bioactivos (Corrales et al., 2008).
- **Extracción con CO₂ supercrítico.** - Utiliza dióxido de carbono en estado supercrítico como solvente para obtener compuestos de las hojas y el fruto del mortiño (Pimentel et al., 2019).

Estos métodos de extracción ofrecen enfoques diferentes para obtener los compuestos bioactivos de las hojas y el fruto del mortiño, permitiendo una caracterización más completa y precisa de sus propiedades.

2.2.5. Composición físico químicas del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

Tabla 3-2: Composición físico químicas del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

Componentes	Cantidad
Humedad (%)	80,0
Grasa (%)	1,0
Proteína (%)	0,7
Ceniza (%)	0,4
Carbohidratos totales (%)	18,1
Calorías (kcal/100g)	84,0
Vitaminas (mg/100g)	106,1
Contenidos fenólicos (mgAG/100g)	882,0

Fuente: (Contreras, 2019)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

2.2.6. Fenoles

Los compuestos fenólicos son sustancias de naturaleza sintética fluctuante, presentes en plantas y diferentes productos orgánicos como metabolitos secundarios. Dentro del reino vegetal son muy importantes, con alrededor de 10.000 composiciones fenólicas reconocidas en las plantas (Gaviria et al., 2012). Por lo general presentan una extraordinaria capacidad para captar radicales tóxicos, son solubles en disolventes polares, esto se debe a que su grupo hidroxilo está unido a un anillo aromático (Castillo y Janon, 2018).

Debido a que se biosintetizan como subproductos del metabolismo, los fenoles, también conocidos como compuestos fenólicos, desempeñan importantes funciones en el metabolismo de las plantas (Castillo y Janon, 2018). Estas sustancias intervienen en el desarrollo y la reproducción, confieren a los frutos en flor cualidades sensoriales como el aroma y el color, y también defienden contra la deshidratación, el estrés por radiación UV y los patógenos (Arias y Ruales, 2013).

Dado que los compuestos fenólicos son los encargados de aportar propiedades sensoriales, tienen un impacto directo en la calidad de los artículos que los incluyen (Arias y Ruales, 2013). Se clasifican según su composición fundamental, pero están representados sobre todo por los ácidos fenólicos, los flavonoides y los taninos, que confieren a las frutas ricas en estas sustancias propiedades variadas, entre ellas la astringencia (Castillo y Janon, 2018).

2.2.7. Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales muy dispersos en plantas, frutas y verduras. Sirven de barrera contra agentes antioxidantes como la radiación UV, la contaminación del medio ambiente y los compuestos químicos presentes en los alimentos, entre otros. Como estos compuestos son componentes importantes de la parte no energética de la dieta y no pueden ser creados por el cuerpo humano de forma natural, deben recibirse a través de alimentos o suplementos (Martínez et al., 2002).

Una de las principales clases de especies químicas altamente reactivas de los flavonoides, conocidas como antiocianinas o antocianidinas, son las responsables de la coloración roja o rojo azulado de algunas frutas, en particular las bayas y los frutos rojos. Dentro de la categoría de sustancias químicas hidrosolubles, constituyen uno de los grupos más significativos de pigmentos vegetales (Martínez et al., 2002).

2.2.8. Capacidad antioxidante

Se denomina capacidad antioxidante a los compuestos que son capaces de inhibir o retrasar las reacciones de sustratos frente a otra sustancia reactiva de oxígeno, para destruir los llamados radicales libres. En los compuestos conocidos como polifenoles se presenta la sustancia antioxidante, sus biomoléculas se encuentran distribuidas alrededor del fruto, evitando así su oxidación y radicales libres (Litescu et al., 2010).

Se dice que varias sustancias que intervienen en diversos procesos de oxidación-reducción y tienen diversas propiedades fisicoquímicas tienen capacidad antioxidante (Martínez et al., 2008). El estudio de la capacidad antioxidante de flavonoides ha sido la que más interés ha generado para el estudio sus propiedades biológicas, tanto en el ámbito nutricional como en el ámbito clínico (Guzmán, 2017). Los flavonoides presentan propiedades quelantes de hierro y atraen radicales libres, gracias a su capacidad antioxidante, la cual es la causante de inhibir enzimas que con procesos oxidativos. Hoy en día se conoce más de 5000 compuestos diferentes de flavonoides existentes en la naturaleza (Quiñones, 2010).

2.2.9. Microencapsulación

Es un proceso en el cual el núcleo (ingrediente funcional o activo) que puede ser sólido, gas o líquido es revestido con un material secundario para así formar una microcápsula. El material que recubre lleva el nombre de encapsulante, matriz, fase externa o membrana, el cual realiza un

recubrimiento uniforme por adsorción u oclusión que sirve de protección al núcleo, ya que lo mantiene aislado del entorno hasta ser liberado por cambios en su ambiente. Este método evita interacciones indeseables con otros componentes al ingrediente activo del medio o reacciones químicas que pueden iniciar la degradación de éste (sabores y olores indeseables). Adicionalmente, facilitando la manipulación de los almacenamientos y en otros casos (suplementos alimenticios o medicamentos) se pueden encubrir malos sabores, olores o colores (Viktor, 2010).

La microencapsulación se puede usar en diferentes campos de la industria como en perfumería, agroquímicos, alimentos, pesticidas, fertilizantes, cigarrillos y en industrias farmacéuticas, etc. La microencapsulación ayuda a los componentes activos a ajustar sus propiedades (color, estructura, solubilidad y el tamaño de las partículas), también controla su liberación. Estos beneficios también deben superar dificultades tales como el costo adicional y la complejidad de la cadena de suministro o del proceso de producción cambios en la estabilidad del encapsulante durante el almacenamiento y el proceso del producto alimenticio.

Por esta razón es esencial tener en cuenta los siguientes parámetros para seleccionar el material encapsulante:

- El núcleo, ingrediente activo a encapsular o material.
- El ambiente la interacciones entre el núcleo y la matriz.
- En el almacenamiento mantener la estabilidad del ingrediente microencapsulante.
- Mecanismo de liberación del núcleo.

La membrana debe ser continua al recubrir el núcleo con propiedades que faciliten la aplicación (flexibilidad, resistencia, permeabilidad). Por lo general esta superficie es delgada adhiriéndose firmemente al material del núcleo. Las capsulas suelen tener una forma irregular, esférica u ovalada, también pueden formar una matriz o pueden ser multi nuclear de un solo núcleo o de multicapas (Smith y Charter, 2010).

2.2.9.1. Clasificación del proceso de microencapsulación

Para obtener microencapsulados existen varios procesos, algunos están basados en fenómenos físicos o usan reacciones químicas de polimerización para formar las paredes en las capsulas también existen los métodos físicos y químicos.

- **Procesos químicos:** Proceso de inyección sumergida, coacervación compleja y polímero-polímero incompatible.
- **Procesos físicos:** Recubrimiento en lecho fluidizado, enfriamiento tras atomización (spray chilling), disco giratorio con orificios múltiples secado por atomización (spray drying).
- **Procesos fisicoquímicos de microencapsulación:** Cocrystalización, Coacervación simple y coacervación compleja (Chong et al., 2014).

2.2.9.2. *Microencapsulación por spray drying*

Es un proceso antiguo usado para encapsular agentes activos; este proceso transforma una emulsión, una suspensión, una disolución o una dispersión líquida en un producto estable y seco. Consta de tres etapas:

Etapas 1: Por medio de una bomba se introduce el líquido (vehículo, ingrediente activo y encapsulante) en el equipo y se atomiza.

Etapas 2: Por medio de una corriente de aire caliente se elimina el disolvente lo que ocasiona que las partículas atomizadas se deshidraten rápidamente y dentro de las gotas se atrapan las moléculas del principio.

Etapas 3: Al final serán recogidos en vasos o recipientes serados de los compartimientos de depósitos de partículas del equipo.

Si se trabaja con las condiciones apropiadas (peso molecular de las moléculas a encapsular, matriz de encapsulación, temperatura de secado, entre otras) se logrará un secado eficaz y la detención del principio activo; también, los inferiores tiempos que emplea y el resultado del refrigerador debido a la evaporación, posibilitan trabajar efectivamente con productos impresionables a la temperatura (compuestos volátiles).

Variables del proceso de spray drying

- En el caso de una boquilla de dos fluidos es regulado por medio de una bomba peristáltica al caudal de líquido que entra.

- El caudal de aire de atomización entregado por un compresor. El caudal de aire usa una boquilla de entrambas de flujos y afecta a la atomización.
- Temperatura y humedad del aire de ingreso al rulo de atomización. Esta temperatura se puede vigilar mediante la resistencia eléctrica del equipo.
- La atribución de cada acople de estas variables en el secado por atomización perturbará la humedad final del producto, el provecho de producción, la temperatura de subterfugio y el volumen de partícula.

Ventajas de la microencapsulación por spray drying

- Los productos farmacéuticos, biológicos y alimentos sensibles al calor se pueden secar a presiones atmosféricas y a bajas temperaturas en algunos casos se emplea la atmósfera inerte.
- Con equipos relativamente simples en una operación continua se puede producir grandes cantidades de sólidos deshidratados esto permite el secado por atomización.
- Produce partículas esféricas y uniformes de la misma proporción de compuestos que la alimentación líquida (Mujumdar, 2002).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

La investigación es cuantitativa, ya que tiene una secuencia y se realiza por fases, sabiendo que cada una precede a la siguiente (Salamanca, 2013). Entonces para la evaluación del extracto y microencapsulado de hojas y frutos del mortiño se compone de una sucesión de etapas ordenadas lógicamente, la cual se constituye en la caracterización de la materia prima, usando métodos como la determinación de humedad, pH, acidez, sólidos totales, capacidad antioxidante, así como la cuantificación de fenoles y flavonoides (Burneo, 2018).

3.2. Alcance de Investigación

Esta investigación es de carácter explicativo y experimental ya que establece las técnicas o los métodos más viables para la extracción de los frutos y las hojas del mortiño, con ello se evaluó cual es el extracto de mejor concentración, la capacidad antioxidante y la concentración de fenoles y flavonoides. Dejando como base para investigaciones posteriores o ver si el fenómeno observado puede explicarse mediante una teoría ya existente (Bastis, 2020).

3.3. Diseño de la investigación

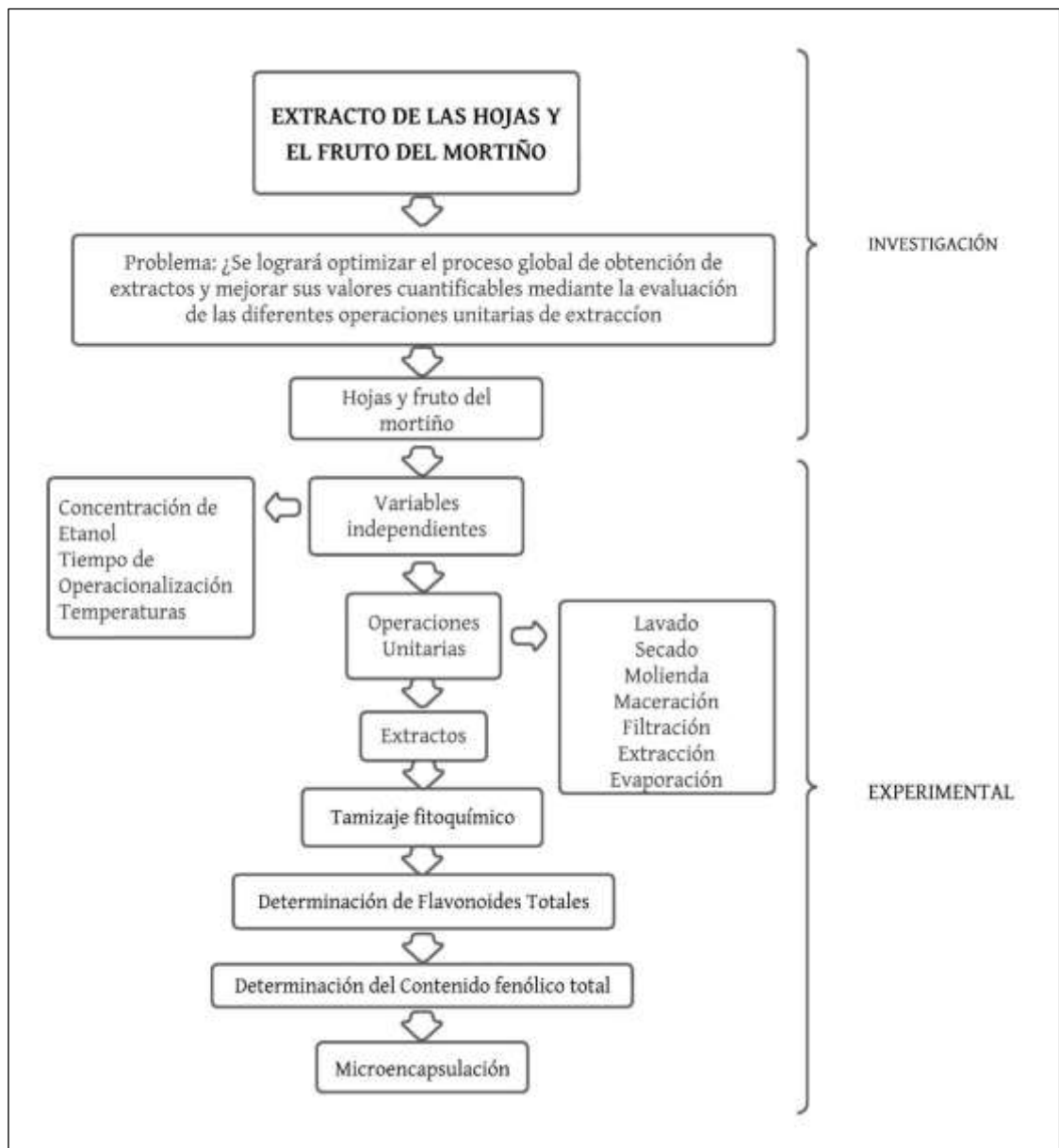


Ilustración 1-3: Representación esquemática del diseño de investigación

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

3.3.1. *Diseño del tratamiento experimental*

En la ilustración 2-3 se representa el diagrama de bloques del proceso de obtención del extracto de frutas y hojas del mortiño con el fin de reducir la variabilidad experimental y aumentar la precisión en la estimación de los efectos de los tratamientos o variables independientes.

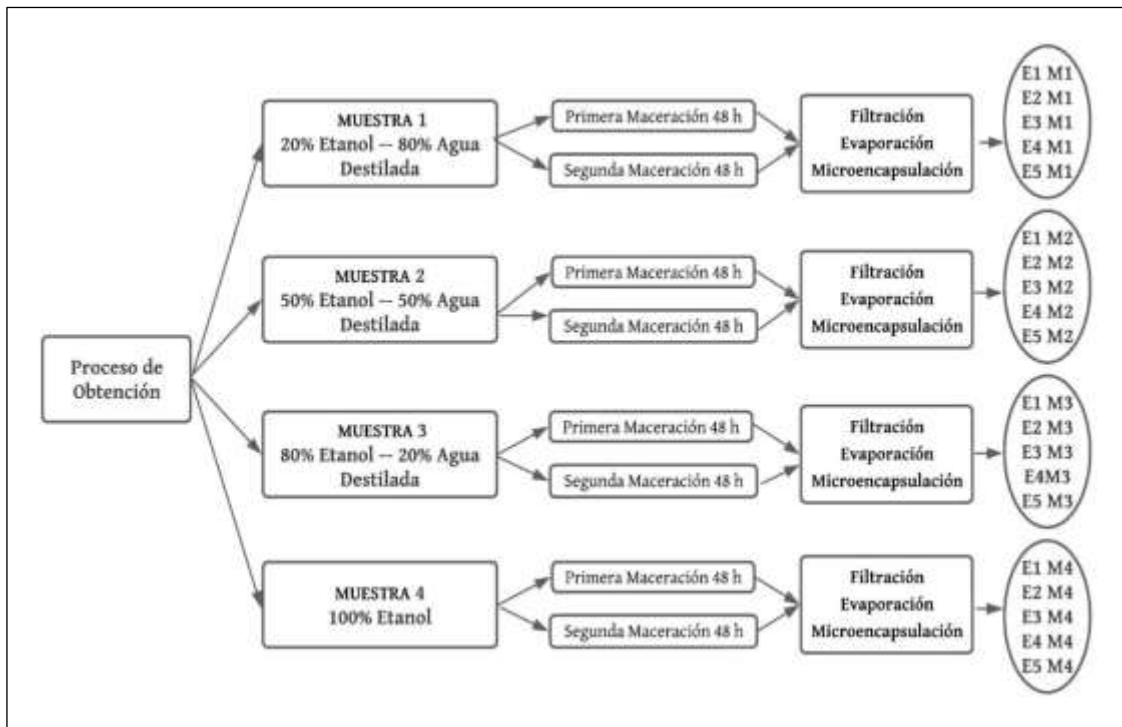


Ilustración 2-3: Representación esquemática del diseño experimental de la investigación

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

3.4. Tipo de estudio

Esta investigación es de campo y transversal ya que se recolectaron datos durante el desarrollo del estudio para comprender e identificar correctamente los cambios asociados a la investigación. Es necesario aplicar el procedimiento científico para obtener nuevos datos para determinar el mejor extracto de las hojas y fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*), la capacidad antioxidante y la concentración de fenoles y flavonoides, mediante la microencapsulación por spray drying.

3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1. Equipos y materiales

3.5.1.1. Materia prima

- Hojas de mortiño
- Frutos de mortiño

3.5.1.2. Material de laboratorio

- Botellas ambar (1000 y 8 ml)
- Probetas (1000 y 100 ml)
- Embudos de vidrio
- Vasos de precipitación (1000, 250, 100 y 20ml)
- Kitasatos
- Balón de aforo de 1000 ml
- Gotero
- Papel filtro
- Papel aluminio

3.5.1.3. Reactivos

- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio al 5%
- Etanol al 96%

3.5.1.4. Equipos de laboratorio

- Rotavapor
- Balanza analítica
- Baño maría ultrasónico sonificador (SONICA ULTRASONIC CLEANER Sweep System)
- Refrigerador
- Molino (Thomas)
- Estufa
- Trituradora
- Estufa con circulación de aire forzada

3.5.2. Técnicas

3.5.2.1. Recolección de la materia prima

Las hojas y frutos del mortiño fueron recolectadas de 5 arbustos diferentes, en el cantón Sigchos provincia de Cotopaxi en la Comunidad de Hierba Buena, coordenadas 0°44'14.9"S 78°51'04.0"W. La materia prima fue recolectada de manera cuidadosa, antes de su

almacenamiento se realizó un control de calidad, en donde se descartaron las hojas y frutos que tenían daños y no eran aptas para su almacenaje, después del control de calidad, las hojas y frutos de mejor calidad fueron almacenadas en bolsas ziploc para ser trasladada y guardadas en el laboratorio de físico-química de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Ilustración 3-3: Mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

3.5.2.2. Preparación de la materia prima

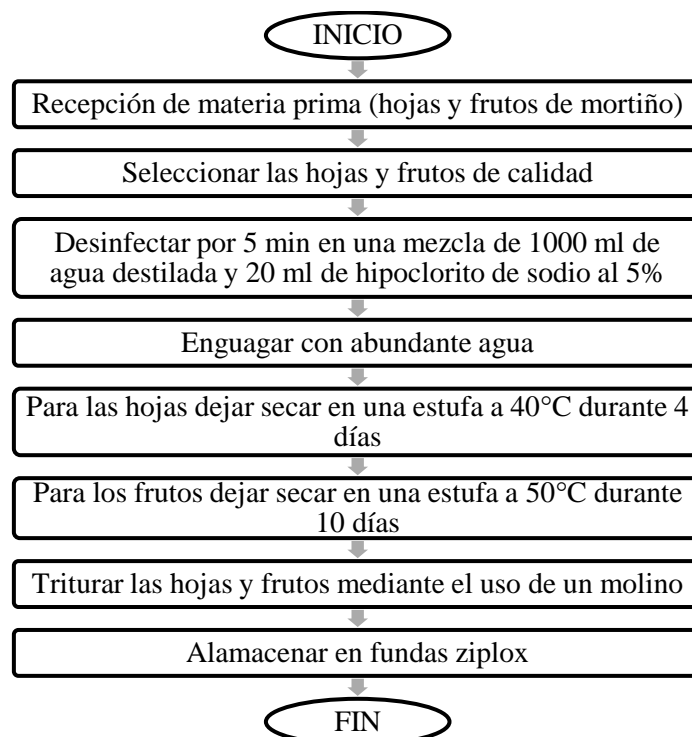


Ilustración 4-3: Representación esquemática de la preparación de la materia prima

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

3.5.2.3. Obtención de los extractos de hojas y frutos del mortiño

• **Maceración**

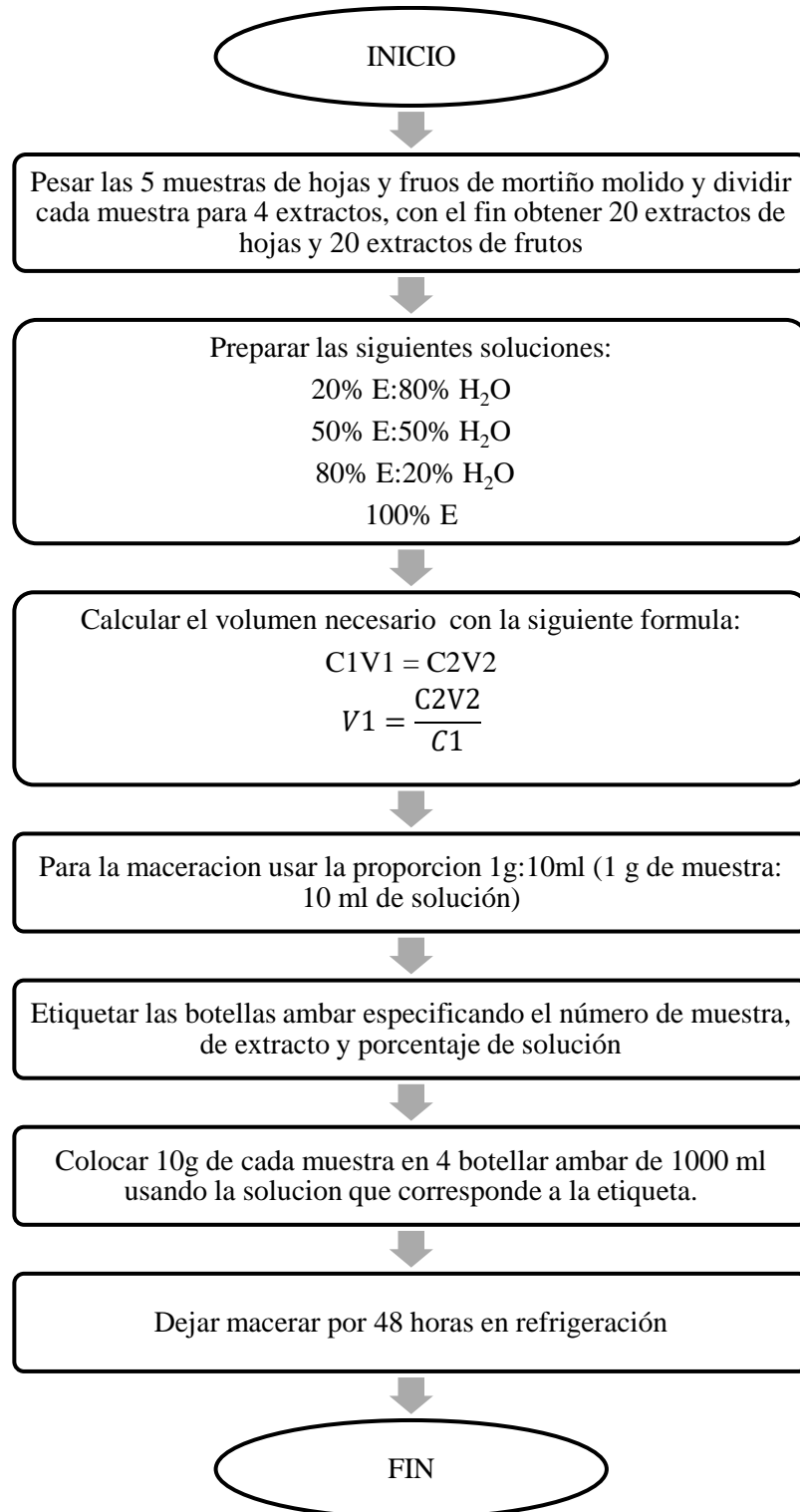


Ilustración 5-3: Representación esquemática de la maceración

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

- **Obtención del extracto**

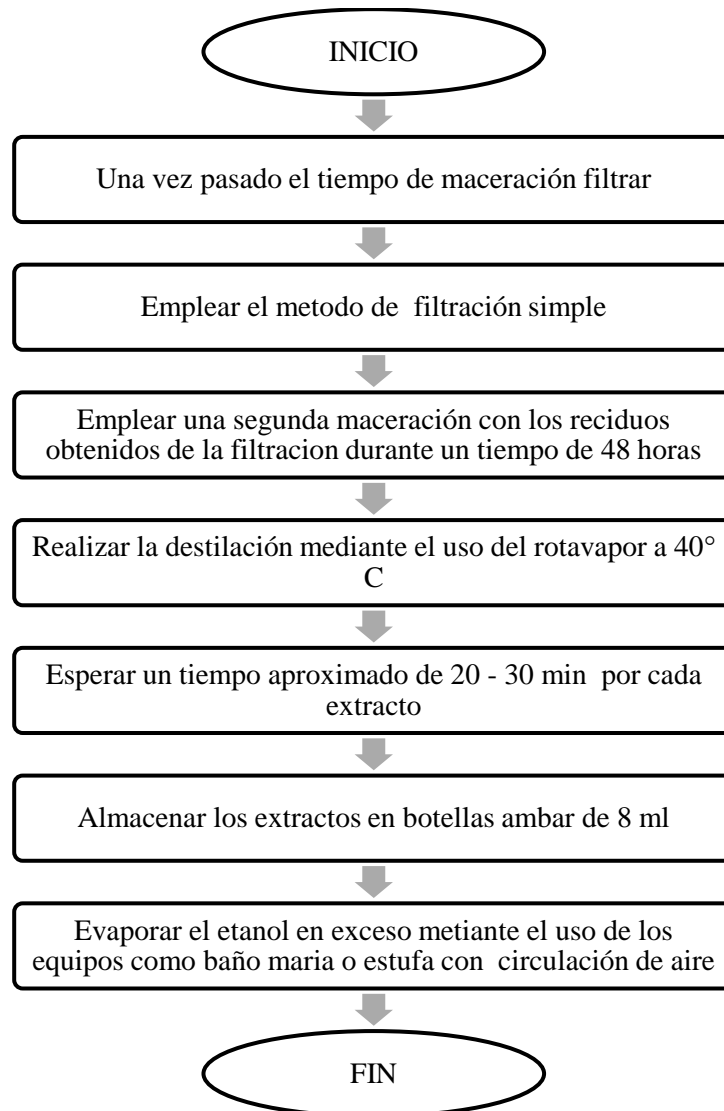


Ilustración 6-3: Representación esquemática de la obtención del extracto

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

- **Cálculo de rendimiento**

Promedio de los envases vacíos

$$\bar{x} = \frac{59,23 + 59,49 + 59,12}{3}$$

$$\bar{x} = 59.3$$

El rendimiento de los extractos de hojas y frutos de mortiño se determinó mediante la ecuación 1, citada por Gonelimali et al., (2018).

$$\%Rendimiento = \frac{x_1}{x_0} * 100$$

En donde:

x_1 = Peso del extracto después de la evaporación del solvente

x_0 = Peso seco del polvo vegetal antes de la extracción

3.5.2.4. Tamizaje fitoquímico

- **Prueba de Sudan:** Permite la detección de compuestos grasos. Para esto, se mezclan 5 mL del extracto con 1 mL del reactivo Sudan III o Sudan IV. La combinación se calienta hasta que el solvente se evapore completamente. Se considera que hay compuestos grasos presentes si se observan gotas o una capa roja en el líquido o en las paredes del tubo de ensayo (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de resina:** Este tipo de prueba nos ayuda a identificar la presencia de resinas en los extractos. Para realizar esta prueba se debe agregar 2ml de la solución alcohólica más 10ml de agua destilada. Para determinar si el ensayo es positivo se deberá observar la aparición de precipitados (Bedón et al., 2020).
- **Prueba de saponinas:** Para esta prueba es necesario agitar fuertemente la solución acuosa en un tubo de ensayo, que ha sido obtenida del extracto etanólico total, observando si al momento de agitar se forma una espuma. Para que el resultado sea positivo o establecer que existe presencia de saponinas, la espuma debe permanecer estable por al menos media hora (Carvajal et al., 2008).
- **Prueba de Cloruro Férrico (FeCl₃):** Permite identificar la existencia de compuestos fenólicos y/o taninos en una muestra. Tomar un pequeño volumen del extracto alcohólico y añadir entre 2 y 3 gotas del reactivo de cloruro férrico. Un resultado positivo puede indicar lo siguiente de manera general: Se produce una coloración rojo-vino, lo que sugiere la presencia de compuestos fenólicos en general. Se genera una coloración verde intensa, lo que apunta a la existencia de taninos del tipo pirocatecol. Y se observa una coloración azul, lo que señala la presencia de taninos del tipo pirogalotanino (Bedón et al., 2020).
- **Prueba de Dragendorff:** Esta prueba determina la existencia de alcaloides en la muestra. Se toma una porción del extracto y se calienta a baño maría, luego se agrega ácido clorhídrico al 1% al residuo. A esta mezcla ácida se añaden 3 gotas del reactivo Dragendorff. La aparición de opacidad, turbidez o precipitado se considera un resultado positivo (Jiménez et al., 2019).

- **Prueba de Shinoda:** Esta prueba nos permite reconocer la presencia de flavonoides presentes en un extracto y para que este sea positivo el alcohol amílico debe tornarse de color amarillo, naranja, carmelina o rojo (Bedón et al., 2020).
- **Prueba de Mayer:** El proceso es similar al ensayo de Dragendorff hasta que se obtenga una solución ácida. Se agrega una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agita y filtra. Finalmente, se añaden de 2 a 3 gotas del reactivo de Mayer. La aparición de opacidad, turbidez o precipitado se considera positiva (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de Wagner:** Esta prueba nos permite reconocer la presencia de alcaloides en un extracto. Siguiendo un proceso similar al ensayo de Dragendorff hasta la formación de la solución ácida, se agregan 3 gotas del reactivo Wagner. La presencia de opacidad, turbidez o precipitado se considera un resultado positivo (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de Liebermann-Burchard:** Esta prueba evalúa la existencia de triterpenos y/o esteroides. Se evapora el solvente en un baño de maría y se añade 1 mL de anhídrido acético. Luego, se agregan de 2 a 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Se considera positiva si se produce un cambio de color (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de Borntrager:** Sirve para detectar quinonas. Se evapora el solvente del extracto en un baño de maría. Se añade 1 ml de NaOH o KOH, se agita y se permite que las fases se separen. Se considera positivo si se observa una coloración rosa o rojiza (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de Fehling:** Identifica azúcares reductores. Se agrega 1-2 mL de agua a la muestra, seguido por 2 mL del reactivo, y se calienta en un baño de maría durante 5 a 10 minutos. Luego se agregan 3 gotas de la solución A y 3 gotas de la solución B. Se considera positivo si la coloración se vuelve roja (Jiménez et al., 2019).
- **Prueba de Baljet:** Esta prueba nos ayuda a identificar la presencia de lactonas y cumarinas en los extractos, para ello se debe tomar un tubo de ensayo en el cual el solvente ya debe estar evaporado previamente. Después se deberá hacer una disolución del residuo con 1ml de etanol al 96%, seguidamente se le agrega 1ml de reactivo de Baljet A y B, para considerar si la prueba es positiva se obtendrá una aparición de precipitados o se tornará de color rojo, con una leyenda de (++ y +++), de acuerdo con la presencia de lactonas y cumarinas respectivamente (Bedón et al., 2020).

- **Prueba de Antocianidina:** Esta prueba nos ayuda a reconocer la cantidad de antocianos presentes en un extracto, para realizar esta prueba se debe colocar 1ml de HCl concentrado para luego calentarlo durante 10min, y esperar a que se enfríe. Una vez enfriada la muestra se procede a colocar 1ml de agua destilada y 1ml de alcohol amílico. Para determinar si el ensayo es positivo se deberá notar una presencia de color rojo a marrón en la fase amílica (Bedón et al., 2020).

- **Prueba de Ninhidrina:** Posibilita la detección de aminoácidos en un fragmento. Se toma una pequeña porción del extracto alcohólico y se combina con 2 ml de una solución al 2% de ninhidrina, luego se procede a aplicar calor. La combinación se calienta durante 5-10 minutos mediante un baño maría. El resultado se considera positivo si se genera una tonalidad violácea de color azul (Bedón et al., 2020).

- **Prueba de mucilagos:** Facilita la identificación de mucílagos en un extracto. Se obtiene una porción medida del extracto en base acuosa y se introduce en un tubo de ensayo. La temperatura del extracto se registra utilizando un termómetro digital. Luego, se permite que la temperatura del extracto disminuya hasta alcanzar los 5 o 0°C. Para confirmar la presencia de mucílagos en la muestra, se debe observar la aparición de una textura gelatinosa (Bedón et al., 2020).

Tabla 1-3: Leyenda para observar la concentración de metabolitos secundarios de hojas y frutos del mortiño

Valoración	Concentración (Coloración y precipitado)
Presencia abundante	Abundante (+++)
Presencia moderada	Moderado (++)
Presencia leve	Leve (+)
No existe presencia	Nulo (-)
No se realizaron pruebas	NP

Fuente: (Carcelén, 2022)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

3.5.2.5. Determinación de flavonoides totales

Los flavonoides totales en los extractos serán cuantificados empleando un método de tipo colorimétrico. En un pocillo de una placa de 96 pocillos, se combinará una pequeña porción de 30 µL de la solución de muestra previamente diluida con 180 µL de agua destilada. Posteriormente, se añadirán 10 µL de una solución al 5% de NaNO₂ (Zou et al., 2011).

Luego de transcurrir un lapso de 6 minutos, se incorporarán 20 μL de una solución al 10% de AlCl_3 y se dejará reposar durante otros 6 minutos. Después, se añadirán 60 μL de una solución al 4% de NaOH a la mezcla y se permitirá que repose por 15 minutos adicionales. La absorbancia de la mezcla será evaluada a una longitud de onda de 510 nm en comparación con un blanco de agua que habrá sido preparado, empleando un lector de microplacas. Con el propósito de cuantificar los flavonoides totales, se empleará la (p)-catequina como compuesto de referencia. Todos los resultados serán expresados en miligramos de equivalentes de catequina por cada gramo de muestra (mg CE/g de muestra) (Zou et al., 2011).

3.5.2.6. *Determinación del contenido fenólico total (TPC)*

El contenido total de fenoles de todas las muestras será evaluado mediante el método Folin-Ciocalteu, utilizando el ácido gálico como patrón estándar de compuestos fenólicos. En resumen, las muestras (50 mg) se disolverán en 5 mL de metanol al 50%, y 5 μL de extractos diluidos o soluciones estándar de ácido gálico (31,25, 62,5, 125, 250, 500 y 1000 $\mu\text{g/mL}$) se mezclarán con 195 μL de agua destilada en un pocillo de una placa de 96 pocillos. A continuación, se añadirán 25 μL de la solución del reactivo Folin-Ciocalteu. Tras 6 minutos, se agregarán 75 μL de una solución al 7% de Na_2CO_3 y se mezclarán suavemente. La mezcla resultante se mantendrá en la oscuridad durante 2 horas y se medirá su absorbancia a 765 nm en comparación con una solución en blanco, preparada como se indicó previamente, reemplazando la solución de extracto por 5 μL de agua. Se utilizará un lector de microplacas para esta medición. El contenido total de fenoles se expresará en miligramos de equivalentes de ácido gálico (mg GAE/g) (Zou et al., 2011).

Para evaluar la absorbancia de cada fracción a 765 nm después de reaccionar con el reactivo Folin-Ciocalteu, se seguirá el procedimiento mencionado anteriormente, con la excepción de que se mezclarán 40 μL de fracciones y 160 μL de agua en un pocillo, y se construirá la curva de elución trazando la absorbancia a 765 nm frente al número de fracciones (Zou et al., 2011).

Se empleó el método de tricloruro de aluminio en un extracto hidroalcohólico liofilizado para determinar la cantidad total de flavonoides. Primero, se preparó una solución de 1000 ppm del extracto liofilizado y se tomaron lecturas de las muestras preparadas en triplicado.

3.5.2.7. *Determinación de la actividad antioxidante*

La capacidad de los extractos y fracciones para neutralizar radicales se evaluará utilizando el método de Brand-Williams contra el radical libre DPPH. Se añadirán 10 μL de la muestra debidamente diluida o de la solución de Trolox diluida (31,25, 62,5, 125, 250, 500, 750 y 1000 μM) a 190 μL de una solución de DPPH (con una concentración final de 0,1 mM en metanol) en un pocillo de una placa de 96 pocillos. La mezcla se agitará suavemente y se permitirá que repose a temperatura ambiente, en la oscuridad, durante 30 minutos. Luego, se medirá la absorbancia a 517 nm en comparación con el metanol utilizando un lector de microplacas. La capacidad de los extractos para neutralizar el radical DPPH se calculará utilizando una curva estándar de Trolox y se expresará en micromoles de equivalentes de Trolox (TE) por cada gramo de muestra ($\mu\text{mol TE/g}$) (Zou et al., 2011).

3.5.2.8. *Microencapsulación*

Se llevará a cabo el procedimiento de microencapsulación del extracto vegetal acuoso, el cual contiene flavonoides y fenoles, utilizando un mini Spray Dryer. Para la creación del microencapsulado, se empleará maltodextrina en una proporción de 70:30 en términos de peso en relación con el contenido de sólidos del extracto acuoso. Se combinarán 100 ml del extracto, que contiene 7,94 g de sólidos, con 18,52 g de maltodextrina, y se mezclarán a 50 °C en una placa de calentamiento a 500 revoluciones por minuto para lograr una homogeneización adecuada. Después de este paso, la mezcla resultante de cada extracto se introducirá en el Spray Dryer para dar inicio al proceso de microencapsulación en la cámara caliente a una temperatura de 160 °C. Esto permitirá que el material encapsulante se integre con las partículas del compuesto y que posteriormente se solidifiquen (Jyothi et al., 2010).

3.5.3. *Análisis estadístico de varianza ANOVA*

El análisis de la varianza (ANOVA) es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de tres o más grupos y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes extractos o métodos, flavonoides, fenoles, capacidad antioxidante o microencapsulación en términos de sus efectos sobre las propiedades o componentes de interés en las hojas y frutos del mortiño. Esto permite identificar los tratamientos más efectivos o potencialmente beneficiosos para futuras aplicaciones o investigaciones.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

4.1.1. Rendimiento en porcentaje de los extractos

Tabla 1-4: Resultados en porcentaje del rendimiento de los extractos del fruto del mortiño

EXTRACTO	CONCENTRACIÓN	MUESTRA				
		1	2	3	4	5
1	20% E – 80% H ₂ O	36,00	29,90	36,70	31,40	25,70
2	50% E – 50% H ₂ O	43,40	43,20	36,40	36,70	33,90
3	80% E – 20% H ₂ O	49,10	34,40	42,10	47,20	42,90
4	100% E	28,90	40,40	37,20	34,40	27,80

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 2-4: Resultados en porcentaje del rendimiento de los extractos de la hoja del mortiño

EXTRACTO	CONCENTRACIÓN	MUESTRA				
		1	2	3	4	5
1	20% E – 80% H ₂ O	17,70	22,67	1,4	14,2	16,6
2	50% E – 50% H ₂ O	22,40	26,33	23,2	21,8	28,9
3	80% E – 20% H ₂ O	24,10	29,89	20,1	13,7	21,8
4	100% E	13,00	14,56	17,5	11,5	17,8

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

El rendimiento obtenido para la extracción de las hojas mediante un método hidroalcohólico fue de 29,89%, mientras que para los frutos se realizó mediante el método de extracción en donde se alcanzó el 49,1%, tal como se presenta en las tablas 1 – 4 y 2 - 4. Conforme a la aportación de Soto-García y Rosales-Castro, (2016), el rendimiento de un proceso de extracción está mayormente influenciado por la polaridad del solvente, la composición química de los elementos a extraer, el tamaño molecular, así como por factores como la temperatura, la dimensión de las partículas, el tiempo de interacción con el solvente, la relación entre el solvente y la masa, y la concentración del solvente.

4.1.2. Determinación de metabolitos secundarios

4.1.2.1. Tamizaje fitoquímico

En el proceso de detectar los metabolitos secundarios presentes en los extractos de hojas y frutos (por separado) de la planta de Mortiño (*Vaccinum floribundum* Kunth) en sus formas alcohólicas, se llevaron a cabo experimentos en los cuales se evaluó la presencia o ausencia de distintas sustancias químicas. Estos ensayos se centraron en observar las reacciones de cambio de color y formación de precipitados como indicadores clave. Los resultados obtenidos de la identificación de metabolitos secundarios se encuentran detallados en las siguientes tablas:

Tabla 3-4: Resultados de tamizaje fitoquímico frutos del mortiño

ENSAYOS	EXTRACTO – CONCENTRACIÓN			
	1	2	3	4
	20% E – 80% H ₂ O	50% E – 50% H ₂ O	80% E – 20% H ₂ O	100% E
RESINA	-	-	-	-
SAPONINA	+	+	+	-
FEHLING	+	+	+	+
Fe Cl ₃	+	+	+	+
SHINODA	+	-	+++	-
WAGNER	-	-	-	+
MAYER	+	+	-	+
DRAGENDORFF	-	-	-	++
LIBERMANN – BUCHARL	+	+	+	+
BALJET	-	-	-	-
ANTOCIANIDINA	+	+	+	+
NINHIDRINA	-	-	-	-
MUCILAGOS	-	NP	NP	NP
BORINTRAGER	-	-	-	-

Leyenda: Abundante (+++), Medio (++) , Leve (+), Nulo (-), No se realizaron pruebas (NP)

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En los ensayos de tamizaje fitoquímico para los frutos encontrados en la tabla 3 - 4 demuestra que en el extracto uno con concentración (80% E: 20% H₂O destilada) se encuentra con mayores resultados el Shinoda que demuestra que tiene elevada presencia de flavonoides en el extracto, en cambio para el extracto dos y tres a concentraciones (50% E:50% H₂O) y (20% E:80% H₂O) respectivamente no se encuentra ningún resultado elevado o inferior a lo establecido, por otra parte el extracto cuatro con una concentración al 100% E, se encuentra resultados elevado en dragendorff lo que indica la elevada presencia de alcaloides.

Los resultados obtenidos en los ensayos de tamizaje fitoquímico para las frutas, como se presenta en la tabla 3 - 4, ofrecen una perspectiva interesante sobre la composición química de los extractos a diferentes concentraciones de solventes. Estos resultados resaltan la importancia de la selección de solventes y su influencia en la extracción de diversos grupos de compuestos.

El extracto uno, preparado con una concentración de 80% de etanol y 20% de agua destilada, reveló mayores resultados en el ensayo de Shinoda. Este hallazgo sugiere que este extracto contiene una cantidad significativa de flavonoides. Los flavonoides son un grupo de compuestos fitoquímicos conocidos por su diversidad de propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Kumar & Pandey, 2013; Calderón-Montaña et al., 2011). Estos resultados se respaldan con la investigación de Gonelimali et al. (2018), donde se indica que la concentración de solventes puede influir en la capacidad de extracción de compuestos específicos.

En contraste, los extractos dos y tres, obtenidos con concentraciones de 50% de etanol y 50% de agua destilada, y 80% de agua destilada y 20% de etanol respectivamente, no demostraron resultados elevados ni inferiores en comparación con los estándares establecidos en los ensayos de tamizaje fitoquímico. Esto sugiere que estas concentraciones de solventes no están favoreciendo la extracción de compuestos específicos en cantidades relevantes en estos extractos. Esto puede deberse a las propiedades de solubilidad y polaridad de los solventes, lo que influye en la capacidad de extracción de ciertos compuestos químicos (Baskin & Baskin, 2019; Saini et al., 2016).

Por otro lado, el extracto cuatro, preparado con una concentración al 100% de etanol, mostró resultados elevados en el ensayo de Dragendorff. Este resultado es un indicativo de la elevada presencia de alcaloides en este extracto. Los alcaloides son compuestos químicos naturales con una amplia variedad de propiedades farmacológicas y biológicas (Fuentes et al., 2020; Rahmani et al., 2014). Este resultado subraya la influencia de la concentración del solvente en la extracción selectiva de compuestos específicos, en este caso, alcaloides.

Tabla 4-4: Resultados de tamizaje fitoquímico de hojas de mortiño

ENSAYOS	EXTRACTO – CONCENTRACIÓN			
	1	2	3	4
	20% E – 80% H ₂ O	50% E – 50% H ₂ O	80% E – 20% H ₂ O	100% E
RESINA	-	-	-	-
SAPONINA	+	+	+	-
FEHLING	+	+	+	+
Fe Cl ₃	+	+	+	+
SHINODA	-	+	+	-

WAGNER	+++	+	+	+++
MAYER	-	-	-	-
DRAGENDORFF	-	-	-	-
LIBERMANN – BUCHARL	+	+	+	+
BALJET	-	-	-	-
ANTOCIANIDINA	+	+	+	+
NINHIDRINA	-	-	-	-
MUCILAGOS	-	NP	NP	NP
BORNRAGER	+	++	+	+
Leyenda: Abundante (+++), Medio (++), Leve (+), Nulo (-), No se realizaron pruebas (NP)				

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En los ensayos de tamizaje fitoquímico para las hojas encontrados en la tabla 4 - 4 se demuestra que en el extracto uno, preparado con una concentración de 80% de etanol y 20% de agua destilada, revelaron que no se observan niveles significativamente elevados ni inferiores en comparación con los estándares establecidos. Esto sugiere que la combinación de solventes utilizada en este caso no es óptima para la extracción eficiente de quinonas ni alcaloides. Estos resultados concuerdan con investigaciones realizadas por (Gonelimali et al. 2018) que han demostrado que la selección del solvente puede tener un impacto directo en la eficacia de la extracción de ciertos compuestos

Por otra parte, el extracto dos obtenido con una concentración de 50% de etanol y 50% de agua destilada, exhibió mayores resultados en el ensayo de Borntreger. Esta observación indica que esta concentración de solventes es más propicia para extraer quinonas, ya que se encontró un valor superior en comparación con el extracto uno. Este resultado está respaldado por las investigaciones de Gonelimali et al. (2018) que destaca cómo la composición del solvente puede afectar la capacidad de solubilización y extracción de diferentes tipos de compuestos químicos.

Mientras que para los extractos tres y cuatro, preparados con concentraciones diferentes (80% agua destilada: 20% etanol y 100% etanol respectivamente), mostraron mayores resultados en el análisis de Wagner. Este hallazgo es consistente con la idea de que estos solventes favorecen la extracción de alcaloides, ya que se encontró una mayor presencia de estas sustancias en comparación con los otros extractos. Investigaciones previas realizadas por (Zhang et al., 2018) han señalado cómo los solventes con polaridades particulares pueden tener afinidades específicas para ciertas clases de compuestos químicos, influyendo en los resultados de extracción.

4.1.2.2. Flavonoides totales

• Curva de calibración utilizando como estándar catequina

En el estudio de regresión lineal se estableció la curva de calibración promedio y se determinó los siguientes parámetros: pendiente, ordenada de origen y coeficiente de correlación R². Obteniendo como resultados un coeficiente de correlación de 0,9252 demostrando así que existió una correlación positiva fuerte entre la absorbancia determinada por el equipo y la concentración de catequina. En la gráfica 1 – 4 se muestra la curva de calibración promedio, la cual fue realizada usando los datos de la tabla 5- 4, realizando así la cuantificación de contenido de flavonoides totales para las muestras en estudio.

Tabla 5-4: Datos de cuantificación de flavonoides totales por espectrometría

ESTÁNDARES ppm	ABSORBANCIAS (UA)
20	1,15
40	1,59
60	1,62
80	1,66
100	1,73

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

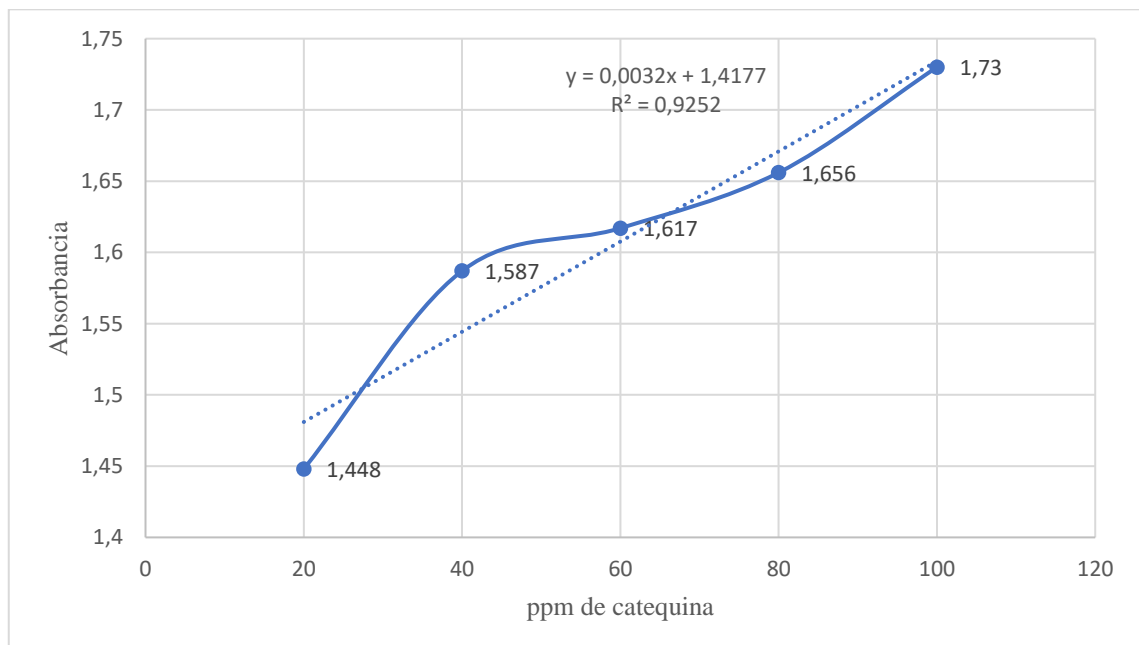


Gráfico 1-4: Curva de calibración utilizando como estándar catequina

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

- **Cálculo de la concentración de hojas y frutos del mortiño**

La concentración de los extractos de hojas y frutos de mortiño se determinó mediante la ecuación 2, citada por García.

$$y = mx + b$$

$$x = \frac{y - b}{m}$$

En donde:

y = absorbancia

x = concentración

m = coeficiente de excitación

b = celda 1cm

Tabla 6-4: Resultados de la concentración de la cuantificación de flavonoides totales de hojas y frutos de mortiño

MUESTRA	ABSORBANCIA	FLAVONOIDES TOTALES
M1: H	1,57	46,34
M2: H	1,52	31,66
M3: H	1,56	44,78
M4: H	1,54	39,47
M1: F	1,60	57,91
M2: F	1,57	46,34
M3: F	1,49	21,97
M4: F	1,53	35,09

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En un estudio (Mayorga, 2012) se encontró que había 2179,21 mg de catequina por cada 100 g de fruto, mientras que en otro estudio (Guerra, 2017) se encontró una cantidad de $1298,54 \pm 6,36$ mg de catequina por cada 100 g de fruto. Al comparar estos resultados con los datos obtenidos en el presente estudio (Tabla 6-4), se reportó un contenido de flavonoides totales de $57,90625 \pm 10$ mg en el cual se determinó que fue significativamente más bajo que los registrados en otras investigaciones. Es importante destacar que los flavonoides son compuestos que contribuyen al color característico de cada fruta (Ribeiro et al., 2001).

En una investigación previa realizada por (Jaakola y Hohtola, 2010) se examinó cómo la altitud de las ubicaciones afecta la producción de flavonoides en las plantas. Según esta investigación, se estableció que la cantidad de flavonoides tiende a aumentar en condiciones de mayor exposición a la luz solar, mientras que temperaturas más altas pueden disminuir la presencia de estos compuestos. Los frutos que mostraron los niveles más altos de flavonoides totales provenían de plantas expuestas al sol en comparación con las de otras ubicaciones. Esto sugiere que la mayor exposición a la luz solar durante la maduración de los frutos puede haber influido en los niveles más elevados de estos compuestos. Dado que la síntesis de flavonoides ocurre en las plantas durante el proceso de fotosíntesis, el cual está vinculado a la luz solar, se necesita para transportar los electrones generados a partir de aminoácidos y acetato (Martínez et al., 2002).

4.1.2.3. Fenoles totales

En el estudio de regresión lineal se estableció la curva de calibración promedio del método aplicado para fenoles totales y se determinó los parámetros estadísticos: pendiente, ordenada de origen y coeficiente de correlación R^2 . Los resultados de la curva de calibración promedio presento un coeficiente de correlación (R^2) para el ajuste lineal de 0,9989, concluyendo que existe una alta correlación lineal entre la absorbancia y la concentración medida en el laboratorio. Indicando así la existencia de una correlación lineal significativa entre la absorbancia medida por el equipo y la concentración del ácido gálico. En la gráfica 2 - 4 se presenta la curva de calibración promedio, de la cual se realizó la cuantificación de contenido fenólico total para todas las muestras de este estudio.

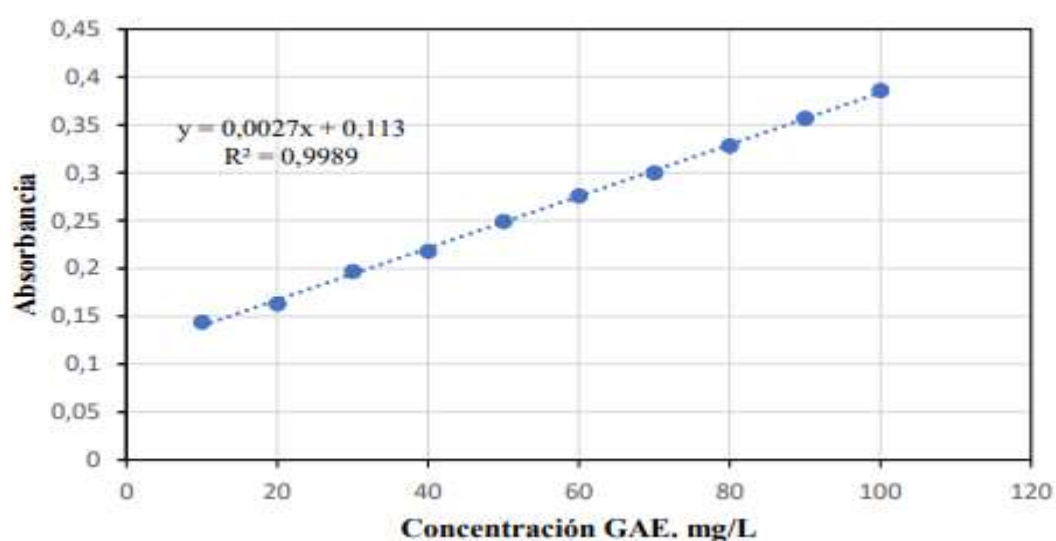


Gráfico 2-4: Curva de calibración de fenoles

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se realizó un análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de fenoles totales en cada tratamiento el mismo que permitió corroborar la existencia de diferencias significativas entre las muestras estudiadas, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 7-4.

Tabla 7-4: Extractos de mayor concentración de fenoles en fruto del mortiño

CONCENTRACIÓN	MUESTRA	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN EN 4UL
20% E – 80% H ₂ O	E1F	0,191	28,888
50% E – 50% H ₂ O	E2F	0,29	65,556
80% E – 20% H ₂ O	E3F	0,163	18,519
100% E	E4F	0,272	58,889

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 8-4: Cuantificación del contenido de fenoles totales de los frutos del mortiño

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	Fh	P – valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	4105,45	3	1368,48	9,34	0,0005	3,12
ERROR	2782,78	19	146,46			
TOTAL	6888,23	22				
Región crítica: (3.13 , +∞), con un α del 5%						

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla 8 – 4 se muestran los resultados del análisis de varianza un ANOVA para examinar los niveles de fenoles totales en las hojas de mortiño, encontrándose diferencias altamente significativas ($p > 0,0001$) en las cantidades de estos compuestos entre las muestras. Después, se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para la comparación de medias, garantizando un análisis con un nivel de confianza del 95%. De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alternativa, ya que $f_H = 8.184$ cae dentro de la región crítica, lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula (H_0). Se concluye que al menos dos concentraciones son diferentes de etanol y agua destilada producen medias distintas en el porcentaje de concentración de fenoles en las hojas, lo que sugiere una influencia del efecto de estas concentraciones en dicho porcentaje. Es por eso por lo que se sugiere utilizar tanto una mezcla compuesta por un 50% E: 50% H₂O, como una solución de 80% E: 20% H₂O, ya que ambas muestran resultados estadísticamente similares en cuanto al porcentaje de concentración de fenoles en la hoja. Para la selección entre ambas opciones, se puede considerar la concentración que produzca un promedio más alto, siendo en este caso el extracto 50% E: 50% H₂O.

4.1.3. Determinación de la capacidad antioxidante

Los antioxidantes son sustancias que de manera segura interactúan con los radicales libres, deteniendo sus reacciones perjudiciales sobre las moléculas esenciales. En otras palabras, disminuyen o desactivan la oxidación de otras moléculas (Neha et al., 2019). Estos compuestos han demostrado reducir la incidencia de afecciones como la diabetes, cáncer, inflamación, enfermedades del hígado y del corazón, el proceso de envejecimiento y enfermedades neurodegenerativas (Neha et al., 2019).

De esta manera, se evaluó la capacidad antioxidante de los extractos de la especie *V. floribundum* Kunth utilizando la técnica del DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). En la tabla 9 - 4, se muestra el porcentaje de inhibición del DPPH de las muestras, calculado mediante la ecuación, y se presenta en μmol de Equivalente Trolox por litro. Se observa que el extracto de hojas de mortiño exhibe una mayor capacidad antioxidante en comparación con el extracto de frutos.

$$\% \text{Inhibición DPPH} = \left[1 - \left(\frac{A_m - A_b}{A_c - A_b} \right) \right] \times 100$$

Tabla 9-4: Extractos con mayor concentración de capacidad antioxidante de frutos de mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	%Inhibición DPPH
20% E – 80% H ₂ O	E1F	0,222	70,389
50% E – 50% H ₂ O	E2F	0,192	75,761
80% E – 20% H ₂ O	E3F	0,247	65,910
100% E	E4F	0,212	72,179

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 10-4: Extractos con mayor % inhibición DPPH en las hojas del mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	%Inhibición DPPH
20% E – 80% H ₂ O	E1H	0,123	88,119
50% E – 50% H ₂ O	E2H	0,136	85,791
80% E – 20% H ₂ O	E3H	0,13	86,865
100% E	E4H	0,119	88,835

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se aconseja utilizar la solución de solventes al 20%E:80%H₂O, una solución de solventes al 80%E:20%H₂O y solución de solventes al 100% E, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente en el % de Inhibición DPPH en la Hoja. Para escoger uno de los tres, podríamos

fijarnos en la concentración que genere la mayor media (maximice), que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

Tabla 11-4: Capacidad antioxidante de las matrices vegetales

Matriz vegetal	% de Inhibición DPPH	Concentración μmol Equivalente Trolox/L
Fruto	$72,179 \pm 0,212$	404,072
Hoja	$88,836 \pm 0,119$	498,819

Se aconseja utilizar la concentración a un 80% etanol: 20% agua, concentración de etanol a un 50% agua: 50% etanol y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente. Para escoger uno de los tres, se podría observar el extracto que genere la mayor media en porcentaje de inhibición DPPH, que en este caso es el que tiene concentración de 50% etanol: 50% agua.

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

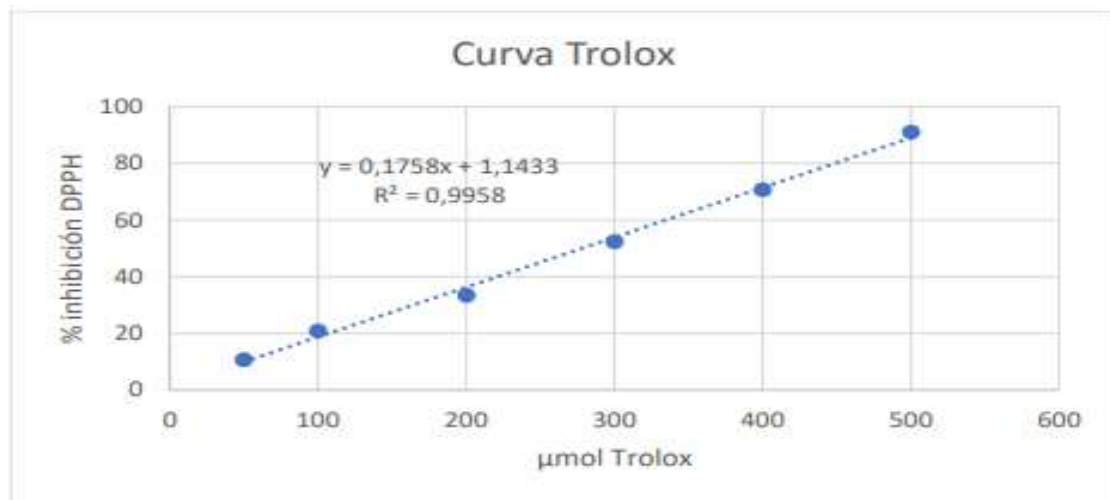


Gráfico 3-4: Curva de calibración de Trolox en % de inhibición de DPPH

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la gráfica 3 – 4 se muestra el análisis de regresión lineal, en donde, se obtuvo la curva de calibración promedio y se calcularon los parámetros estadísticos, incluyendo la pendiente, la ordenada de origen y el coeficiente de correlación (R^2). Obteniendo como resultado un coeficiente de correlación de 0,9958 demostrándose la correlación lineal entre la absorbancia y la concentración de trolox medida en el laboratorio. En la gráfica 3 – 4 se muestra la curva de calibración promedio con la cual se realizó la cuantificación de contenido de capacidad antioxidante. La curva de calibración promedio del contenido de capacidad antioxidante garantiza que la línea trazada a partir de los datos experimentales se ajuste adecuadamente al modelo matemático de la ecuación. Se calculan la ordenada de origen, la pendiente y el coeficiente de determinación para obtener un nivel de precisión y confiabilidad estadística (Dosal et al, 2008).

4.1.4. Microencapsulación por el método de spray drying

4.1.4.1. Fenoles totales del fruto

En el estudio de regresión lineal se estableció la curva de calibración promedio del método aplicado para fenoles totales y se determinó los parámetros estadísticos: pendiente, ordenada de origen y coeficiente de correlación R^2 . Los resultados de la curva de calibración promedio presento un coeficiente de correlación (R^2) para el ajuste lineal de 0,9989, concluyendo que existe una alta correlación lineal entre la absorbancia y la concentración medida en el laboratorio. Indicando así la existencia de una correlación lineal significativa entre la absorbancia medida por el equipo y la concentración del ácido gálico. En la gráfica 4-4 se presenta la curva de calibración promedio, de la cual se realizó la cuantificación de contenido fenólico total para todas las muestras de este estudio.

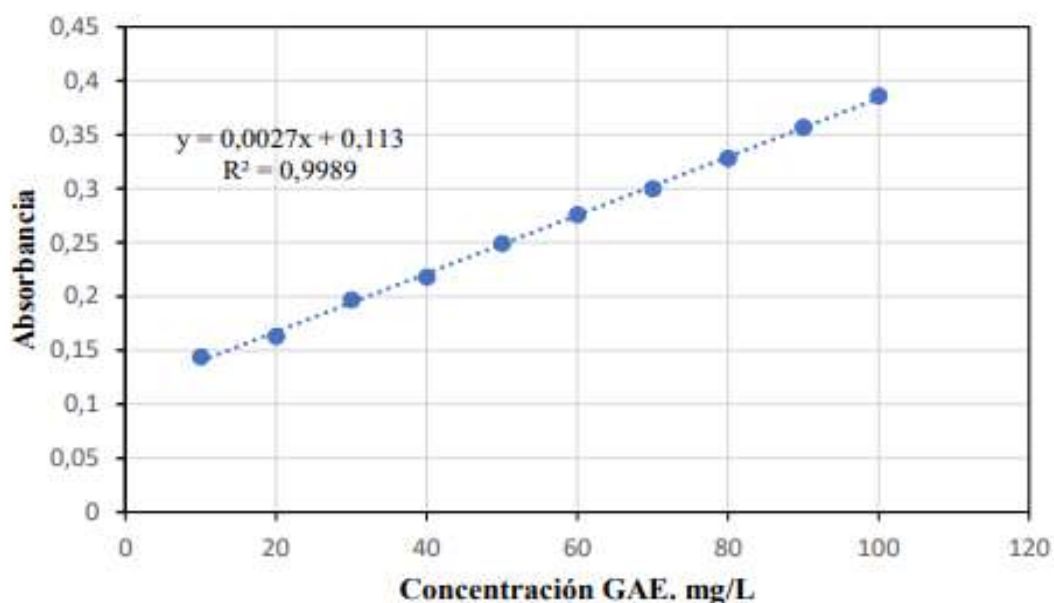


Gráfico 4-4: Curva de calibración promedio de fenoles totales

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se realizó un análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de fenoles totales en cada tratamiento el mismo que permitió corroborar la existencia de diferencias significativas entre las muestras estudiadas, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 13-4.

Tabla 12-4: Extractos con mayor concentración de fenoles en el fruto del mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	Concentración de 4ul
20% E – 80% H ₂ O	E1F	0,18	24,81
50% E – 50% H ₂ O	E2F	0,23	44,81
80% E – 20% H ₂ O	E3F	0,16	18,89
100% E	E4F	0,22	37,78

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 13-4: Análisis de varianzas ANOVA de concentración de fenoles totales

FV	SC	GL	CM	fx	valor – p
CONCENTRACIONES	2805,12	3,00	935,04	44,18	5,22x10 ⁻⁰⁹
ERROR	423,41	20,00	21,17		
TOTAL	3228,53	23,00			

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla 13-4 se presenta el análisis de varianza de fenoles totales del fruto del mortiño, encontrándose diferencias altamente significativas con un valor de $p < 0,0001$ entre la cantidad de fenoles totales de las muestras, seguido al análisis de separación de medias se empleó el test de Tukey ($\alpha = 0,05$) correspondiente a un análisis del 95% de certeza. los resultados presentados indican que se acepta la hipótesis alternativa, puesto que $f_h = 44.167$ pertenece a la región crítica, se rechaza la hipótesis nula h_0 , y se concluye que al menos 2 concentraciones de etanol y agua generan medias diferentes en el % de concentración de fenoles en el fruto, esto quiere decir que el efecto de la concentración de etanol y agua si influye en el % de concentración de fenoles en el fruto. Por esta razón, se recomienda emplear tanto una mezcla compuesta por un 50% E: 50% H₂O, como una concentración 100% E, ya que ambas muestran resultados estadísticamente idénticos en cuanto al porcentaje de concentración de fenoles en el fruto. Para decidir entre ambas alternativas, se puede considerar la concentración que produzca un promedio más alto, siendo en este caso el extracto 50% E: 50% H₂O la que posee mayor concentración de fenoles.

4.1.4.2. Fenoles totales de las hojas

Se realizó un análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de fenoles totales en cada tratamiento el mismo que permitió corroborar la existencia de diferencias significativas entre las muestras estudiadas, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 15 – 4.

Tabla 14-4: Extractos con mayor concentración de fenoles en el fruto del mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	Concentración de 4ul
20% E – 80% H ₂ O	E1H	0,16	19,26
50% E – 50% H ₂ O	E2H	0,29	64,44
80% E – 20% H ₂ O	E3H	0,22	37,78
100% E	E4H	0,18	26,30

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 15-4: Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de fenoles totales de las hojas

FV	SC	GL	CM	fx	valor – p
CONCENTRACIONES	4145,19	3,00	1381,73	25,63	4,69x10 ⁻⁰⁷
ERROR	1078,39	20,00	53,92		
TOTAL	5223,58	23,00			
Región crítica = (3,098, +∞), con un α del 5%					

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla 15 – 4 se presenta el análisis de varianza de fenoles totales de hojas del mortiño, encontrándose diferencias altamente significativas con un valor de $p > 0,0001$ entre la cantidad de fenoles totales de las muestras, seguido al análisis de separación de medias se empleó el test de Tukey ($\alpha = 0,05$) correspondiente a un análisis del 95% de certeza. Los resultados presentados indican que se acepta la hipótesis alternativa, debido a que $f_H = 25.627$ pertenece a la región crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 concentraciones de Etanol y Agua generan medias diferentes en el % de Concentración de fenoles en las hojas, esto quiere decir que el efecto de la concentración de etanol y agua si influye en el % de concentración de fenoles en las hojas. Se aconseja utilizar la concentración de etanol al 50% E: 50% H₂O ya que este es el que maximiza el % de concentración de fenoles en la Hoja.

4.1.4.3. Capacidad antioxidante

En el estudio de regresión lineal se estableció la curva de calibración promedio del método aplicado para la capacidad antioxidante y se determinó los parámetros estadísticos: pendiente, ordenada de origen y coeficiente de correlación R^2 . En la gráfica 5-4 se demuestra el coeficiente de correlación (R^2) de 0,9958, demostrándose la correlación lineal entre la absorbancia y la concentración de Trolox. Concluyendo que existe una alta correlación lineal entre la absorbancia y la concentración medida en el laboratorio.

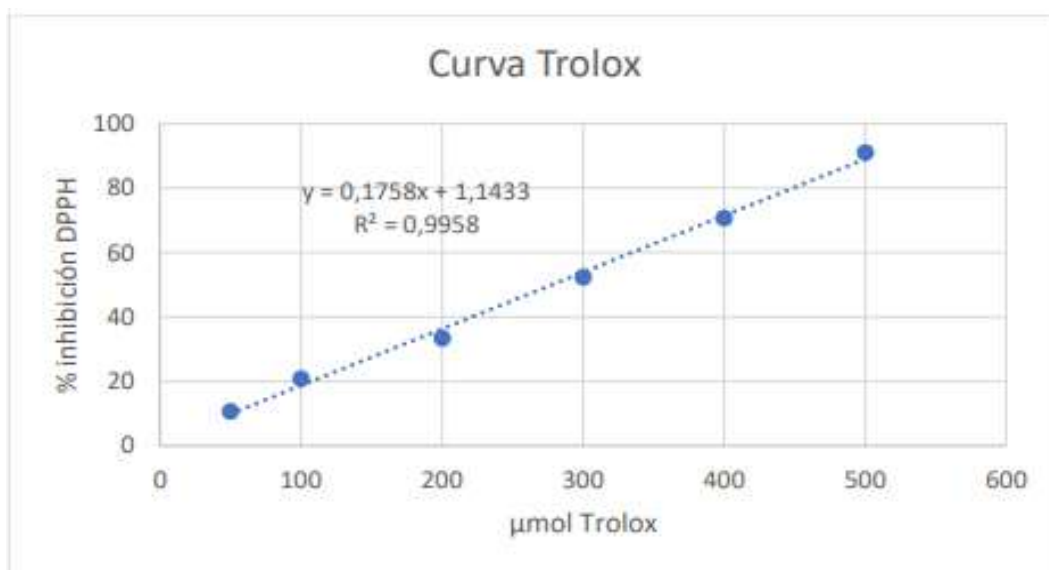


Gráfico 5-4: Curva de calibración del trolox en % de inhibición de DPPH

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

4.1.4.4. Capacidad antioxidante en el fruto del mortiño

Se realizó un análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante en cada tratamiento el mismo que permitió corroborar la existencia de diferencias significativas entre las muestras estudiadas, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 17- 4.

Tabla 16-4: Extractos con mayor % de inhibición de DPPH en el fruto del mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	% de inhibición de DPPH
20% E – 80% H ₂ O	E1F	0,154	15,185
50% E – 50% H ₂ O	E2F	0,234	44,815
80% E – 20% H ₂ O	E3F	0,18	24,815
100% E	E4F	0,215	37,778

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 17-4: Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante del fruto del mortiño

FV	SC	GL	CM	fx	valor – p
CONCENTRACIONES	251,10	3,00	83,70	4,07	0,03
ERROR	411,58	20,00	20,58		
TOTAL	662,64	23,00			
Región crítica = (3,0983, +∞), con un α del 5%					

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla anterior se presenta el análisis de varianza de capacidad antioxidante del fruto del mortiño, encontrándose diferencias altamente significativas con un valor de $p > 0,0001$ entre la cantidad de fenoles totales de las muestras, seguido al análisis de separación de medias se empleó el test de Tukey ($\alpha=0,05$) correspondiente a un análisis del 95% de certeza. Los resultados presentados indican que se acepta la hipótesis alternativa, debido a que $f_H = 4.0677$ pertenece a la región crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en el Fruto, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en el % de Inhibición del Fruto. Por lo que es recomendable utilizar la concentración de etanol a un 80%-agua a un 20%, concentración de etanol a un 50%-agua a un 50% y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente en el % de Inhibición DPPH en el fruto. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media (maximice), que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

4.1.4.5. Capacidad antioxidante en la hoja del mortiño

Se realizó un análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante en cada tratamiento el mismo que permitió corroborar la existencia de diferencias significativas entre las muestras estudiadas, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 18 – 4.

Tabla 18-4: Extractos con mayor % de inhibición de DPPH en hojas del mortiño

Concentración	Muestra	Absorbancia	% de inhibición de DPPH
20% E – 80% H ₂ O	E1H	0,165	19,259
50% E – 50% H ₂ O	E2H	0,287	64,444
80% E – 20% H ₂ O	E3H	0,215	37,778
100% E	E4H	0,175	22,963

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Tabla 19-4: Análisis de varianza ANOVA sobre la concentración de capacidad antioxidante de las hojas del mortiño

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	34,99	3,00	11,66	17,32	$8,79 \times 10^{-06}$	
ERROR	13,47	20,00	0,67			
TOTAL	48,46	23,00				
Región crítica = (3,098, +∞), con un α del 5%						

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla anterior se presenta el análisis de varianza de capacidad antioxidante de las hojas del mortiño, encontrándose diferencias altamente significativas con un valor de $p < 0,0001$ entre la cantidad de fenoles totales de las muestras, seguido al análisis de separación de medias se empleó el test de Tukey ($\alpha=0,05$) correspondiente a un análisis del 95% de certeza. Los resultados presentados indican que debido a que $f_H = 8.5905$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en la Hoja, esto quiere decir que el efecto de la Concentración si influye en el % de Inhibición de la Hoja. Por lo que es recomendable utilizar la concentración de etanol a un 80%-agua a un 20%, concentración de etanol a un 20%-agua a un 80% y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente en el % de Inhibición DPPH en la Hoja. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media, que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

4.1.5. Análisis estadístico

4.1.5.1. Fenoles

Tabla 20-4: ANOVA – Fenoles frutos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f_H
Concentraciones	1874,668496	2	937,3342478	5,319111211
Error	2643,301326	15	176,2200884	
Total	4517,969822	17		
Región crítica = (3.6823, $+\infty$), con un α del 5%				

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se realizó un test estadístico de ANOVA de los diferentes tratamientos aplicados a los extractos tanto de hojas como de frutos para determinar si, $f_H = 5,319$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 tratamientos generan medias diferentes, esto quiere decir que el efecto de la concentración de solventes si influye en el porcentaje de concentración de fenoles, como se pudo observar en la tabla 20 – 4.

4.1.5.2. Capacidad antioxidante frutos

Tabla 21-4: ANOVA – Capacidad antioxidante frutos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f_H
Concentraciones	301,2911562	3	100,4303854	3,700901682
Error	542,7346848	20	27,13673424	
Total	844,0258409	23		
Región crítica = (3.6823, $+\infty$), con un α del 5%				

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se realizó un test estadístico de ANOVA de los diferentes tratamientos aplicados a los extractos del fruto del mortiño para determinar el extracto con mejor capacidad antioxidante, se concluye, que se rechaza la hipótesis nula H_0 , puesto que $f_H = 3.7009$ pertenece a la Región Crítica, determinando que al menos 2 tratamientos generan medias diferentes, esto quiere decir que el efecto de la concentración si influye en el % de Inhibición de DPPH del fruto.

4.1.5.3. Capacidad antioxidante hojas

Tabla 22-4: ANOVA – Capacidad antioxidante hojas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f_H
Concentraciones	301,2911562	3	100,4303854	3,700901682
Error	542,7346848	20	27,13673424	
Total	844,0258409	23		
Región crítica = (3.6823, $+\infty$), con un α del 5%				

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

Se realizó un test estadístico de ANOVA de los diferentes tratamientos aplicados a los extractos de las hojas del mortiño para determinar el extracto con mejor capacidad antioxidante, puesto que $f_H = 8.5905$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 tratamientos generan medias diferentes, esto quiere decir que el efecto de la concentración si influye en el % de Inhibición de DPPH de las hojas.

4.1.5.4. Microencapsulación del fruto

- **Fenoles**

Tabla 23-4: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas – Frutos

	50% E – 50% H ₂ O	50% E – 50% H ₂ O
Media	44,32098765	37,77777778
Varianza	276,9638775	17,99725652
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,027978231	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	0,939533206	
P(T<=t) una cola	0,195296141	
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373	
P(T<=t) dos colas	0,390592281	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836	

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En el análisis estadístico se muestra la prueba de t-student para el coeficiente de correlación el valor de t obtenido es de 0,93 es inferior al valor de t_{tabla} 2,57 ($p > 0,05$), concluyendo que como el t_{calculado} no pertenece a la región crítica, no se rechaza la hipótesis nula H₀, y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (50%E: 50% H₂O) y micro encapsulado (50%E: 50% H₂O) en el % de concentración de fenoles en el Fruto.

Tabla 24-4: Pruebas t para medias de dos muestras emparejadas – Hojas

	50% E – 50% H ₂ O	50% E – 50% H ₂ O
Media	52,10	46,85
Varianza	471,67	139,57
Observaciones	6,00	6,00
Coefficiente de correlación de Pearson	0,10	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	5,00	
Estadístico t	1,19	
P(T<=t) una cola	0,14	
Valor crítico de t (una cola)	2,02	
P(T<=t) dos colas	0,29	
Valor crítico de t (dos colas)	2,57	

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

En la tabla 24 – 4, se puede observar el análisis estadístico se empleó la prueba t de Student para determinar si existen diferencias significativas entre los extractos sin microencapsular y microencapsulado, donde el valor obtenido de t fue 0.93, inferior al valor crítico de t_{tabla} de 2.57 ($p > 0.05$). Esto lleva a la conclusión de que, al no estar el valor calculado de t en la región crítica, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se concluye que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos de sin microencapsular (50% E: 50% H_2O) y microencapsulado (50% E: 50% H_2O) en el porcentaje de concentración de fenoles en el fruto

- **Capacidad antioxidante del fruto del mortiño**

En la tabla 12- 4 se muestra el análisis estadístico de prueba de t-student para el coeficiente de correlación el valor de t obteniendo un valor de $-5,78 \times 10^{-15}$ que es inferior al valor de t_{tabla} 2,57($p>0,05$), concluyendo que como $t_{\text{calculado}}$ no pertenece a la región crítica, se acepta la hipótesis nula H_0 , y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (100% etanol) y micro encapsulado (100% etanol) en el % de Inhibición DPPH en el Fruto.

Tabla 25-4: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	100% Etanol	100% Etanol
Media	68,56716418	68,56716418
Varianza	5,510002228	3,687948318
Observaciones	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0,573323815	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	$-5,78061 \times 10^{-15}$	
P($T \leq t$) una cola	0,5	
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373	
P($T \leq t$) dos colas	1	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836	

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

- **Capacidad antioxidante de las hojas del mortiño**

En la tabla 26 – 4 se muestra el análisis estadístico de prueba de t-student para el coeficiente de correlación el valor de t obteniendo un valor de 1,66 que es inferior al valor de t_{tabla}

2,57($p>0,05$), concluyendo que como $t_{\text{calculado}}$ no pertenece a la región crítica, se acepta la hipótesis nula H_0 , y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (100% etanol) y micro encapsulado (100% etanol) en el % de Inhibición DPPH en la Hoja.

Tabla 26-4: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	100% Etanol	100% Etanol
Media	88,05970149	87,40298507
Varianza	0,380663845	2,065849855
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,853698852	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	1,665901965	
P($T \leq t$) una cola	0,078306081	
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373	
P($T \leq t$) dos colas	0,156612162	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836	

Realizado por: Landeta, Liseth y Macas, Cristian, 2023

4.2. Comprobación de la hipótesis

El extracto de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en soluciones de etanol y agua son iguales o diferentes en referente a la concentración de flavonoides.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, debido a que existe diferencia significativa entre los tratamientos o concentraciones, obteniendo como resultado normalidad y varianzas homogéneas lo cual determina la validez de los datos del análisis, determinando que entre los tratamientos o extractos 80%E:20%H₂O y 100% E, existe una igualdad de concentración de flavonoides, la decisión se lo toma en base al mejor promedio que en este caso es el extracto con una concentración de 80%E:20%H₂O con un promedio de 49,10%.

El extracto sin microencapsular de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales o diferentes en referente a la concentración de fenoles.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a), y se concluye que al menos 2 concentraciones de etanol y agua generan medias diferentes en el % de concentración de

fenoles en el fruto, esto quiere decir que el efecto de la concentración de etanol y agua si influye en él % de concentración de fenoles en el fruto y hojas del mortiño.

El extracto sin microencapsular de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales o son diferentes en referente al % de inhibición de DPPH.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha), llegando a la conclusión que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en el Fruto, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en el % de Inhibición del Fruto.

El extracto microencapsulado de las hojas y fruto de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales o son diferentes en referente a la contracción de fenoles.

Se acepta la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis nula (H0), concluyendo que al menos 2 concentraciones de etanol y agua generan medias diferentes en él % de concentración de fenoles en el fruto, esto quiere decir que el efecto de la concentración de etanol y agua si influye en él % de concentración de fenoles en el fruto y hojas del mortiño.

El extracto microencapsular de las hojas y frutos de mortiño utilizando variaciones en los porcentajes de etanol y agua son iguales o son diferentes en referente a la de inhibición de DPPH.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha), llegando a la conclusión que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en el Fruto, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en él % de Inhibición del Fruto.

CONCLUSIONES

- El análisis comparativo entre el extracto y el microencapsulado de las hojas y el fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) revela la eficacia del proceso de microencapsulación en la preservación de los compuestos bioactivos en ambas partes de la planta, así se destaca la capacidad del método para contribuir con su estabilidad y potencial de aplicación en diversas industrias, como la alimentaria, farmacéutica o cosmética.
- Con el análisis del rendimiento de los extractos de hojas y frutos de mortiño con distintos solventes orgánicos, se concluye que el extracto 2 en el solvente hidroalcohólico fue de 29,89% en hojas, para los frutos alcanzó el 49,1%, demostrando ser la opción más eficiente para obtener los compuestos deseados, destacándose por su método de extracción y soluciones hidroalcohólicas, 80% Etanol: 20% H₂O; lo que evidencia el potencial para aplicaciones futuras en la extracción de compuestos específicos de esta planta, promoviendo su uso en diversos campos, como la medicina, la industria alimentaria o la cosmética.
- Luego de analizar exhaustivamente los metabolitos secundarios, la cuantificación de flavonoides y la capacidad antioxidante de los diferentes extractos obtenidos, se ha identificado que el extracto 3 (80% Etanol - 20% H₂O) exhibe las características más prometedoras. Este extracto se distingue por su alta concentración de flavonoides, presencia de metabolitos beneficiosos y una capacidad antioxidante notable. Estos hallazgos sugieren su potencial aplicación en la formulación de productos con propiedades terapéuticas o funcionales, ofreciendo una fuente valiosa de compuestos bioactivos para diversos sectores, desde la salud hasta la industria cosmética y alimentaria.
- La aplicación del método de spray drying para la obtención de microencapsulados a partir de los extractos de *Vaccinium floribundum Kunth* es importante para la conservación y aprovechamiento de los compuestos bioactivos presentes en esta planta. Este método ha demostrado ser una técnica efectiva para microencapsular los extractos, preservando su integridad y compuestos bioactivos ante factores externos que afecten su funcionalidad.
- Tras la implementación del análisis estadístico en los datos obtenidos, se ha logrado una discriminación clara y precisa entre las distintas muestras. Estos métodos estadísticos han permitido identificar patrones significativos, revelando diferencias y relaciones entre los conjuntos de datos analizados, permitiendo una interpretación fundamentada de los resultados. Concluyendo que no existe diferencia entre microencapsulado y sin microencapsular la ventaja

es que el microencapsulado ayudar a conservar, controlar su liberación y facilitar su uso en una variedad de aplicaciones, desde lo farmacéutico hasta la cosmética y la salud.

RECOMENDACIONES

- Utiliza técnicas analíticas como HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) o espectroscopia para identificar y cuantificar los compuestos bioactivos presentes en el extracto.
- Realiza pruebas de inhibición contra diferentes cepas de microorganismos para determinar la actividad antimicrobiana del extracto.
- Analiza parámetros como el contenido de humedad, pH, densidad, viscosidad, etc., para comprender mejor las propiedades fisicoquímicas del extracto.
- Evalúa la estabilidad del extracto y el microencapsulado durante un período de almacenamiento prolongado para identificar diferencias significativas.

BIBLIOGRAFÍA

AMARAL, S; et al. “Plant extracts with anti-inflammatory properties-A new approach for characterization of their bioactive compounds and establishment of structure-antioxidant activity relationships” *Bioorganic and Medicinal Chemistry* [en línea], 2009, 17(5). [Consulta: 7 agosto 2023]. ISSN 09680896 Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/23988645_Plant_extractsWith_anti-inflammatory_properties-

[A_new_approach_for_characterization_of_their_bioactive_compounds_and_establishment_of_structure-antioxidant_activity_relationships](https://www.researchgate.net/publication/23988645_Plant_extractsWith_anti-inflammatory_properties-A_new_approach_for_characterization_of_their_bioactive_compounds_and_establishment_of_structure-antioxidant_activity_relationships)

ARIAS, P., & RUALES, J. Estudio del efecto de pre-tratamientos en la deshidratación de mortiño (*Vaccinium floribundum kunth*) sobre la velocidad de secado y contenido de polifenoles solubles y antocianinas (Trabajo de titulación) (Tesis de ingeniería química). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Ecuador. 2013.

ARTEAGA, M; et al. “Relación del desarrollo del color con el contenido de antocianinas y clorofila en diferentes grados de madurez de mortiño (*Vaccinium floribundum*)”. *Enfoque UTE*, 2014, 5(2). ISSN 1390-9363.

BAENAS, N; et al. “Characterization of Andean Blueberry in Bioactive Compounds, Evaluation of Biological Properties, and In Vitro Bioaccessibility” *Foods*, 2020, 9(10). [Consulta: 8 agosto 2023]. ISSN 23048158.

BASTIS, C. “La Importancia de la Investigación Explicativa” Online Tesis [en línea], 2020. [Consulta: 26 febrero 2023]. Disponible en: <https://online-tesis.com/la-importancia-de-la-investigacion-explicativa/>

BAZALAR, M; et al. “Nutritional and Antioxidant Properties of *Physalis peruviana* L. Fruits from the Argentinean Northern Andean Region” *Plant Foods for Human Nutrition* [en línea], 2019, 74(1). [Consulta: 8 agosto 2023]. ISSN 15739104. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329154309_Nutritional_and_Antioxidant_Properties_of_Physalis_peruviana_L_Fruits_from_the_Argentinean_Northern_Andean_Region

BEDÓN, P; et al. Tamizaje Fitoquímico. Studocu [blog]. 2020. [Consulta: 24 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-superior-politecnica-de->

chimborazo/quimica-fisica/informe-7-farmaco-g6-el-presente-documento-consta-de-informacion-complementaria-para-la-elaboracion/9849980

BIJTTEBIER, S; et al. “Bridging the gap between comprehensive extraction protocols in plant metabolomics studies and method validation” *Analytica Chimica Acta*, 2016, 935. ISSN 18734324.

BURNEO, K. Microencapsulación del extracto antioxidante del subproducto de mortiño *Vaccinium floribundum kunth*. 2018.

CARCELÉN, D. Determinación de metabolitos secundarios de la *Selenicereus Megalanthus*, para brindarle un valor agregado. 2022.

CARVAJAL, L; et al. “Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff)” *Colombia Forestal*. 2008, 12(0). ISSN 0120-0739, 2256-201X.

CASTILLO, M., & JANON, M. Caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), en la sierra norte del Ecuador. 2018.

CHEMAT, F; et al. “A review of sustainable and intensified techniques for extraction of food and natural products” *Green Chemistry*, 2020. 22(8). ISSN 14639270.

CHONG, P; et al. “Effects of Spray Drying Conditions of Microencapsulation of *Amaranthus gangeticus* Extract on Drying Behaviour.” [en línea], 2014. [Consulta: 23 febrero 2023]. DOI 10.1016/j.aaspro.2014.11.006. Disponible en: www.sciencedirect.com

COBA, P; et al. “Estudio etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional”. 2012, 16(2). ISSN 1390-3799.

CONTRERAS, O. Evaluación físico química y nutricional de mezclas de jugos de mora-mortiño y mora-remolacha microencapsulados mediante secado por aspersión (Trabajo de titulación) (Tesis). Universidad Técnica de Machala, Machala-Ecuador. 2019. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14179>

CORRALES, M; et al. “Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison” *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2008, 9(1). ISSN 14668564.

DOSAL, M; et al. Introducción a la metrología química curvas de calibración en los métodos analíticos. Academia [blog], 2008. [consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/40431480/INTRODUCCI%C3%94N_A_LA_METROLOG%C3%8EA_QU%C3%8EMICA_CURVAS_DE_CALIBRACI%C3%93N_EN_LOS_M%C3%89TODOS_ANAL%C3%8DTICOS.

GAVIRIA, C; et al. “Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw.*) durante su Desarrollo y Maduración” Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 2012, 65(1). ISSN 0304-2847.

GÓMEZ, J; et al. “Microencapsulation of bioactive compounds using polymeric systems: A review” Food Engineering Reviews, 2017, 9(1), pp. 59-78.

GONELIMALI, F; et al. “Antimicrobial properties and mechanism of action of some plant extracts against food pathogens and spoilage microorganisms” Frontiers in Microbiology [en línea], 2018, 9(JUL). [Consulta: 13 diciembre 2023] ISSN 1664302X. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.01639>.

GUERRA, C. Caracterización y microencapsulación de compuestos bioactivos del mortiño (*vaccinium floribundum, kunth*) (Trabajo de titulación) (Tesis). Universidad de las Américas. Quito-Ecuador, 2017. [consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7946>.

GUZMÁN, A. Evaluación de un extracto de mortiño rico en polifenoles para disminuir la glucogénesis en células hepáticas de rata. 2017

JAAKOLA, L., & HOHTOLA, A. “Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants” Plant, Cell & Environment, 2010, 33(8). ISSN 1365-3040.

JIMÉNEZ, E; et al. “Chemical Study and Determination of the Antioxidant Activity of Three Varieties *Tropaeolum tuberosum* (Mashua)” American Journal of Plant Sciences, 2019, 10(12). DOI 10.4236/ajps.2019.1012159.

JYOTHI, N; et al. “Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency” Journal of Microencapsulation, 2010, 27(3). ISSN 0265-2048.

LITESCU, S; et al. “Methods for the determination of antioxidant capacity in food and raw materials” *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2010, 698. ISSN 00652598.

LLIMPE, P. Estudio del contenido de antocianinas y capacidad antioxidante del fruto de macha macha (*Vaccinium floribundum kunth*) durante la maduración [en línea]. 2017. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://1library.co/document/z1d14jpz-estudio-contenido-antocianinas-capacidad-antioxidante-vaccinium-floribundum-maduracion.html>

MARTÍNEZ, N; et al. “Advances in microencapsulation of natural sources of antioxidants for use in food systems: A review” *Food Research International*, 2016, 89, pp. 579-586.

MARTÍNEZ, N; et al. “Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud” *Actividad Dietética*, 2008, 12(2). ISSN 1138-0322.

MARTÍNEZ, S; et al. “Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes Correspondencia” *Nutr. Hosp*, 2002, (6). ISSN 0212-1611.

MAUREEN, Á., & PRIETO E. *Plantas que contienen polifenoles: Antioxidantes dentro del estilo de vida.* 1998.

MUJUMDAR, A. *Handbook of Industrial Drying*, 2002

NEHA, K; et al. “Medicinal prospects of antioxidants: A review” *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2019, 178. ISSN 0223-5234.

ORTIZ, M. Extraction of anthocyanins from Mortiño (*Vaccinium floribundum*) and determination of their antioxidant capacity (Trabajo de titulación) (Tesis). 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472021000109453&script=sci_arttext

PÉREZ, B; et al. “. Extraction of anthocyanins from Mortiño (*Vaccinium floribundum*) and determination of their antioxidant capacity” *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 2021, 74(1). ISSN 0304-2847.

PIMENTEL, S; et al. “Supercritical CO₂ extraction of bioactive compounds from Hibiscus sabdariffa” *Journal of Supercritical Fluids*, 2019, 147. ISSN 08968446.

PRIETO, C; et al. “Extraction and microencapsulation of bioactive compounds from plant materials: The role of process engineering” *Food Engineering Reviews*, 2018, 10(2), pp. 172-192.

PRIOR, R; et al. “Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1998, 46(7). ISSN 00218561.

QUIÑONES, M. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. [en línea]. 2010. [Consulta: 24 febrero 2023]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009#bajo

RIBEIRO, P; et al. “Grape and wine polyphenolic composition of red *vitis vinifera* varieties concerning vineyard altitude” *Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línea]. 2001. [consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430105.pdf>

ROLDÁN, F. Caracterización molecular, funcional y estudio del comportamiento post cosecha del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) de la comunidad de Quinticusing del cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi. 2012.

SALAMANCA, A. Consideraciones Finales de la Investigación. El A,E,I,O,U DE LA INVESTIGACIÓN ENFERMERA [blog], 2013.

SMITH, & CHARTER. Spray Drying - K. Masters | PDF. [en línea]. 2010. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/381751430/Spray-Drying-K-Masters#>

SOTO, M., & ROSALES M. “Effect of solvent and solvent-to-solid ratio on the phenolic extraction and the antioxidant capacity of extracts from *Pinus durangensis* and *Quercus sideroxylo* bark. Maderas” *Ciencia y tecnología*, 2016, 18(4). ISSN 0718-221X.

VIKTOR, J. Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing, 2010.

ZHANG, Q; et al. “Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review” *Chinese Medicine*, 2018, 13(1). ISSN 1749-8546.

ZORZI, M; et al. “Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Small Berries” *Foods* 2020, 2020, 9(5), p. 623. ISSN 2304-8158.

ZOU, Y; et al. “Antioxidant Activity and Phenolic Compositions of Lentil (*Lens culinaris* var. Morton) Extract and Its Fractions” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(6). ISSN 0021-8561.

ZULUETA, A; et al. “ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products” *Food Chemistry* [en línea], 2009, 114(1). [Consulta: 7 agosto 2023]. ISSN 03088146. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/223568785_ORAC_and_TEAC_assay_comparison_to_measure_the_antioxidant_capacity_of_food_products

ANEXOS

ANEXO A: TEST ESTADISTICO ANOVA

FENOLES

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE CONCENTRACION DE FENOLES"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACION DE ETANOL Y AGUA"

A= 80% etanol y 20 % agua
B= 50% etanol y 50 % agua
C= 100% etanol y 0%
agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE ALAZAR)

MODELO

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$
μ media general de concentracion de fenol
α_i efecto de la i-esimo concentracion de etanol y agua
ε_{ij} error aleatorio atribuible al % concentracion de fenol producido por las diferentes concentracion de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo

Estadístico

(ε_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedaticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

CONCENTRACIONES	ESTRATOS- y_{ij}						
	1	2	3	4	5	6	
A	55,18518519	16,66666667	45,92592593	65,55555556	45,18518519	37,40740741	44,32098765
B	8,888888889	19,25925926	25,18518519	28,88888889	24,44444444	15,18518519	20,30864198
C	18,51851852	58,88888889	43,33333333	28,88888889	45,18518519	35,18518519	38,33333333

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
H₀:	$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$
H₁:	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

CONCENTRACIONES	ESTRATOS- y_{ij}							y_i	$y_{\text{barra } i}$
	1	2	3	4	5	6			
A	55,18518519	16,66666667	45,92592593	65,55555556	45,18518519	37,40740741	265,9259259	44,32098765	
B	8,888888889	19,25925926	25,18518519	28,88888889	24,44444444	15,18518519	121,8518519	20,30864198	
C	18,51851852	58,88888889	43,33333333	28,88888889	45,18518519	35,18518519	230	38,33333333	

k=	3
n=	6
N=	18
FACTOR DE CORRECCION:	21202,74348
SC_T=	4517,969822
SC_{TRAT}=	1874,668496

FV	SC	GL	CM	f_H	valor-p
CONCENTRACION				5,31911121	0,01794837
ES	1874,668496	2	937,3342478	1	4
ERROR	2643,301326	15	176,2200884		
TOTAL	4517,969822	17			

SC _E =	2643,301326
-------------------	-------------

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f _H	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	1874,668496	2	937,3342478	5,319111211	0,017948374	3,682320344
ERROR	2643,301326	15	176,2200884			
TOTAL	4517,969822	17				

CONCLUSIÓN

Region critica= (3.6823 , +∞), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 5.319$ pertenece a la Region Critica, se rechaza la hipotesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes diferentes, esto quiere decir que el efecto de la Concentracion si influye en el % de Concentracion de fenoles.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_2.	y_barra_3.	y_barra_1.
20,30864198	38,33333333	44,32098765

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,131449546
LSD=	16,33586504

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u1-u3	5,987654321	<	16,33586504	No Significativo
u1-u2	24,01234568	>	16,33586504	Significativo
u3-u2	18,02469136	>	16,33586504	Significativo

u2.

u3.

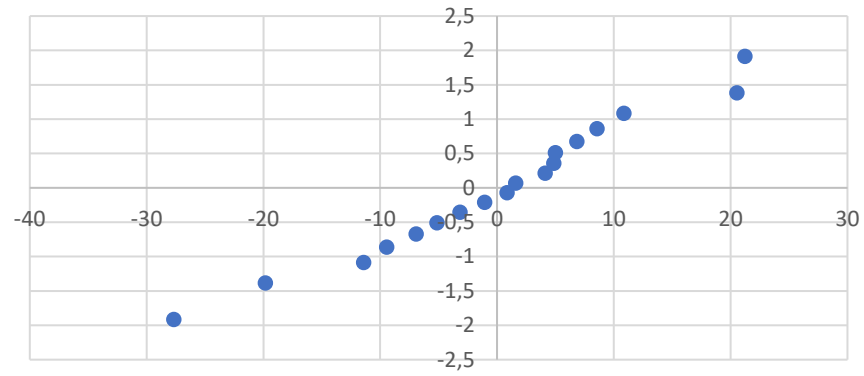
u1.

CONCLUSIÓN:

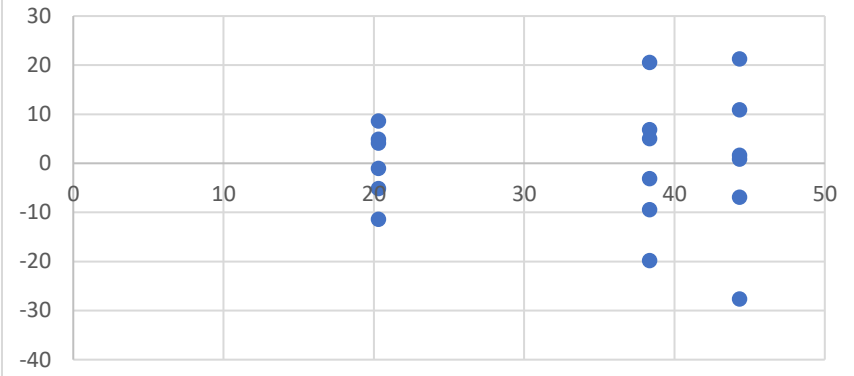
Se aconseja utilizar la concentracion a un 80%Etanol 96%:20% agua destilada y concentracion de etanol al 100%, puesto que estos dos generan medias iguales estadisticamente. Para escoger uno de los dos, podriamos fijarnos en la concentracion que genere la mayor media, que en este caso es la concentracion a un 80%Etanol:20% agua.

Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\alpha_i=(i-0.5)/N$	$q_i=Z_{\alpha_i}$	
55,18518519	44,32098765	10,86419753	-27,65432099	1	0,027777778	1,914505825	1
16,66666667	44,32098765	-27,65432099	-19,81481481	2	0,083333333	1,382994127	1
45,92592593	44,32098765	1,604938272	-11,41975309	3	0,138888889	1,085324908	1
65,55555556	44,32098765	21,2345679	-9,444444444	4	0,194444444	-0,86163412	1
45,18518519	44,32098765	0,864197531	-6,913580247	5	0,25	-0,67448975	1
37,40740741	44,32098765	-6,913580247	-5,12345679	6	0,305555556	0,508488059	1
8,888888889	20,30864198	-11,41975309	-3,148148148	7	0,361111111	0,355490418	2
19,25925926	20,30864198	-1,049382716	-1,049382716	8	0,416666667	0,210428394	2
25,18518519	20,30864198	4,87654321	0,864197531	9	0,472222222	-0,06968492	2
28,88888889	20,30864198	8,580246914	1,604938272	10	0,527777778	0,06968492	2
24,44444444	20,30864198	4,135802469	4,135802469	11	0,583333333	0,210428394	2
15,18518519	20,30864198	-5,12345679	4,87654321	12	0,638888889	0,355490418	2
18,51851852	38,33333333	-19,81481481	5	13	0,694444444	0,508488059	3
58,88888889	38,33333333	20,55555556	6,851851852	14	0,75	0,67448975	3
43,33333333	38,33333333	5	8,580246914	15	0,805555556	0,86163412	3
28,88888889	38,33333333	-9,444444444	10,86419753	16	0,861111111	1,085324908	3
45,18518519	38,33333333	6,851851852	20,55555556	17	0,916666667	1,382994127	3
35,18518519	38,33333333	-3,148148148	21,2345679	18	0,972222222	1,914505825	3

Normalidad



Varianza



ANEXO B: TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO

FRUTO

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE INHIBICION EN EL FRUTO"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACION DE ETANOL Y AGUA"

}	A=	80% etanol y 20% agua
	B=	50% etanol y 50% agua
	C=	20% etanol y 80% agua
	D=	100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

μ

media general de concentracion de fenol

α_i

efecto de la i-esimo concentracion de etanol y agua

ϵ_{ij}

error aleatorio atribuible al % concentracion de fenol producido por las diferentes concentracion de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo

Estadístico

(ξ_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedaticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

ESTRATOS-y _{ij}						
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6
A	65,91044776	65,55223881	65,01492537	60,89552239	56,95522388	63,94029851
B	75,76119403	66,80597015	61,79104478	61,43283582	57,85074627	67,70149254
C	55,88059701	70,3880597	52,65671642	53,91044776	55,1641791	64,8358209
D	67,88059701	72,17910448	65,91044776	70,56716418	66,98507463	67,88059701

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
H ₀ :	$\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu$
H ₁ :	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

ESTRATOS-y _{ij}								
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6	y _{i.}	y_barra_i.
A	65,91044776	65,55223881	65,01492537	60,89552239	56,95522388	63,94029851	378,2686567	63,04477612
B	75,76119403	66,80597015	61,79104478	61,43283582	57,85074627	67,70149254	391,3432836	65,2238806
C	55,88059701	70,3880597	52,65671642	53,91044776	55,1641791	64,8358209	352,8358209	58,80597015
D	67,88059701	72,17910448	65,91044776	70,56716418	66,98507463	67,88059701	411,4029851	68,56716418

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	98029,08799
SC _T =	844,0258409

FV	SC	GL	CM	f _H	valor-p
CONCENTRACIONES		3	100,4303854	3,700901682	0,028770894
ERROR	542,7346848	20	27,13673424		
TOTAL	844,0258409	23			

SC _{TRAT} =	301,2911562
SC _E =	542,7346848

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	301,2911562	3	100,4303854	3,700901682	0,028770894	3,098391212
ERROR	542,7346848	20	27,13673424			
TOTAL	844,0258409	23				

CONCLUSIÓN

Region critica= (3.0983 , +∞), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 3.7009$ pertenece a la Region Critica, se rechaza la hipotesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes, esto quiere decir que el efecto de la Concentracion si influye en el % de Inhibicion del fruto.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_3.	y_barra_1.	y_barra_2.	y_barra_4.
58,80597015	63,04477612	65,2238806	68,56716418

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	6,273716032

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u4-u2	3,343283582	<	6,273716032	No Significativo
u4-u1	5,52238806	<	6,273716032	No Significativo

u4-u3	9,76119403	>	6,273716032	Significativo
u2-u1	2,179104478	<	6,273716032	No Significativo
u2-u3	6,417910448	>	6,273716032	Significativo
u1-u3	4,23880597	<	6,273716032	No Significativo

u3.	u1.	u2.	u4.
u3.	u1.	u2.	u4.

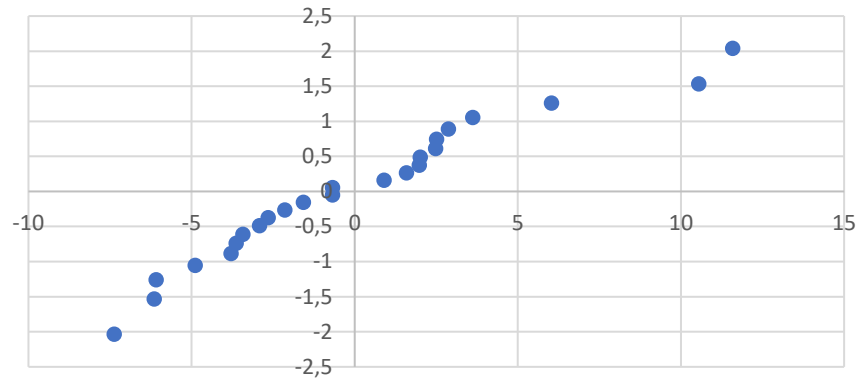
CONCLUSIÓN:

Se aconseja utilizar la concentración a un 80%-agua: 20% de etanol, concentración de etanol a un 50%-agua: 50% de etanol y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media, que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

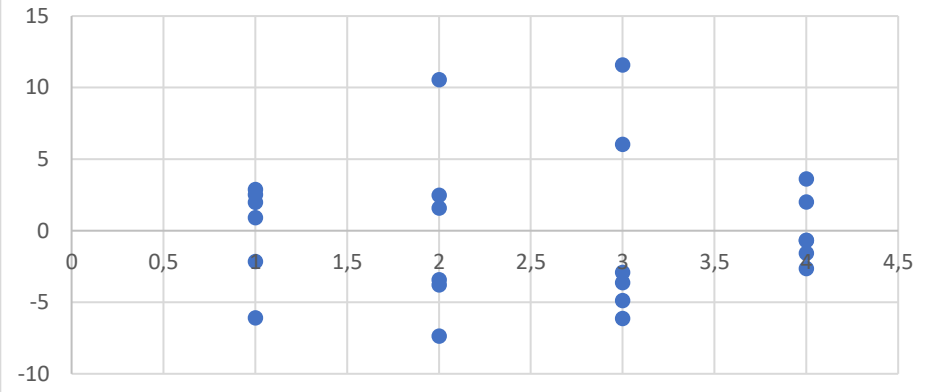
Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\alpha_i = (i - 0.5)/N$	$q_i = Z_{\alpha_i}$	
65,91044776	63,04477612	2,865671642	-7,373134328	1	0,020833333	2,036834132	1
65,55223881	63,04477612	2,507462687	-6,149253731	2	0,0625	1,534120544	1
65,01492537	63,04477612	1,970149254	-6,089552239	3	0,104166667	1,258161561	1
60,89552239	63,04477612	2,149253731	-4,895522388	4	0,145833333	1,054472452	1
56,95522388	63,04477612	6,089552239	-3,791044776	5	0,1875	0,887146559	1
63,94029851	63,04477612	0,895522388	-3,641791045	6	0,229166667	0,741594044	1
75,76119403	65,2238806	10,53731343	-3,432835821	7	0,270833333	-0,61029461	2

66,80597015	65,2238806	1,582089552	-2,925373134	8	0,3125	-	0,488776411	2
61,79104478	65,2238806	-	-2,656716418	9	0,354166667	-	-0,37409541	2
61,43283582	65,2238806	3,432835821	-2,149253731	10	0,395833333	-	0,264146977	2
57,85074627	65,2238806	-	-1,582089552	11	0,4375	-	0,157310685	2
67,70149254	65,2238806	7,373134328	-0,686567164	12	0,479166667	-	-0,05224518	2
55,88059701	58,80597015	2,47761194	-0,686567164	13	-	0,520833333	0,05224518	3
70,3880597	58,80597015	2,925373134	0,895522388	14	0,5625	-	0,157310685	3
52,65671642	58,80597015	-	1,582089552	15	0,604166667	-	0,264146977	3
53,91044776	58,80597015	6,149253731	1,970149254	16	0,645833333	-	0,37409541	3
55,1641791	58,80597015	4,895522388	2	17	0,6875	-	0,488776411	3
64,8358209	58,80597015	3,641791045	2,47761194	18	0,729166667	-	0,61029461	3
67,88059701	68,56716418	6,029850746	2,507462687	19	-	0,770833333	0,741594044	4
72,17910448	68,56716418	0,686567164	2,865671642	20	0,8125	-	0,887146559	4
65,91044776	68,56716418	3,611940299	3,611940299	21	0,854166667	-	1,054472452	4
70,56716418	68,56716418	2,656716418	6,029850746	22	0,895833333	-	1,258161561	4
66,98507463	68,56716418	2	10,53731343	23	0,9375	-	1,534120544	4
67,88059701	68,56716418	1,582089552	11,58208955	24	0,979166667	-	2,036834132	4

Normalidad



Varianza



ANEXO C: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE HOJAS DEL MORTIÑO

HOJAS

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE INHIBICION EN LA HOJA"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACION DE ETANOL Y AGUA"

A=	80% etanol y 20% agua
B=	50% etanol y 50% agua
C=	20% etanol y 80% agua
D=	100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

μ

media general de concentracion de fenol

α_i

efecto de la i-esimo concentracion de etanol y agua

ε_{ij}

error aleatorio atribuible al % concentracion de fenol producido por las diferentes concentracion de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo Estadístico

(ξ_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedaticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

ESTRATOS- y_{ij}						
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6
A	86,32835821	86,86567164	86,86567164	85,07462687	86,32835821	85,97014925
B	85,79104478	85,6119403	83,82089552	84	84,89552239	83,82089552
C	86,86567164	88,11940299	87,40298507	85,6119403	86,50746269	87,76119403
D	88,11940299	85,79104478	86,68656716	89,01492537	88,8358209	85,97014925

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
H₀:	$\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu$
H₁:	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

ESTRATOS- y_{ij}								
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6	y_i	$y_{\text{barra } i}$
A	86,32835821	86,86567164	86,86567164	85,07462687	86,32835821	85,97014925	517,4328358	86,23880597
B	85,79104478	85,6119403	83,82089552	84	84,89552239	83,82089552	507,9402985	84,65671642
C	86,86567164	88,11940299	87,40298507	85,6119403	86,50746269	87,76119403	522,2686567	87,04477612
D	88,11940299	85,79104478	86,68656716	89,01492537	88,8358209	85,97014925	524,4179104	87,40298507

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	178892,9753
SC_T=	47,63510804
SC_{TRAT}=	26,82156382
SC_E=	20,81354422

FV	SC	GL	CM	f_H	valor-p
CONCENTRACIONES	26,82156382	3	8,940521274	8,591060879	0,000728281
ERROR	20,81354422	20	1,040677211		
TOTAL	47,63510804	23			

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	26,82156382	3	8,940521274	8,591060878	0,000728281	3,098391212
ERROR	20,81354422	20	1,040677211			
TOTAL	47,63510804	23				

CONCLUSIÓN

Region critica= (3.0983 , +¥), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 8.5905$ pertenece a la Region Critica, se rechaza la hipotesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes, esto quiere decir que el efecto de la Concentracion si influye en el % de Inhibicion de la hojas.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_2.	y_barra_1.	y_barra_3.	y_barra_4.
84,65671642	86,23880597	87,04477612	87,40298507

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	1,228581832

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u4-u3	0,358208955	<	1,228581832	No Significativo
u4-u1	1,164179104	<	1,228581832	No Significativo
u4-u2	2,746268657	>	1,228581832	Significativo
u3-u1	0,805970149	<	1,228581832	No Significativo
u3-u2	2,388059701	>	1,228581832	Significativo

u1-u2	1,582089552	>	1,228581832	Significativo
--------------	-------------	---	-------------	----------------------

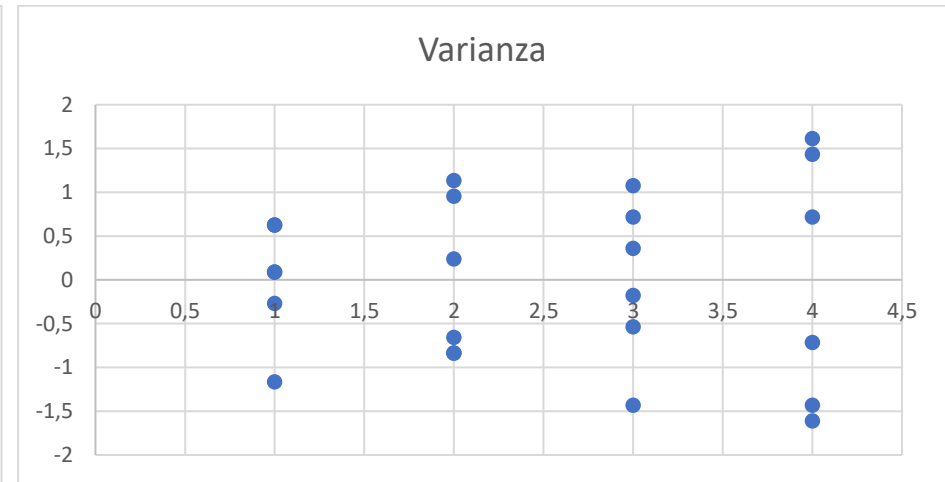
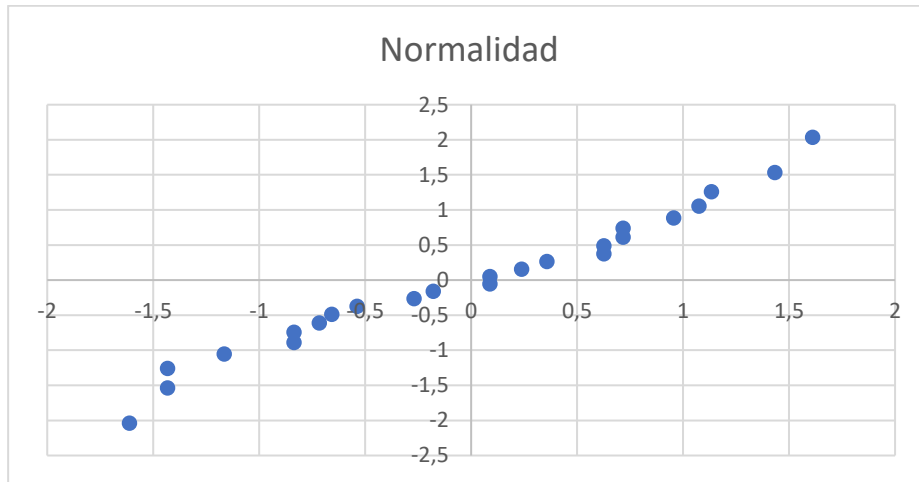
u2.	u1.	u3.	u4.

CONCLUSIÓN:

Se aconseja utilizar la concentración a un 80%-agua: 20% de etanol, concentración de etanol a un 20%-agua : 80% de etanol y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media, que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

Y_{ij}	Y_{ij,techo}	e_{ij}	e_(ij)	Rango i	alfa_i=(i-0.5)/N	q_i=Z_{alfa_i}	
86,32835821	86,23880597	0,089552239	-1,611940299	1	0,020833333	-2,036834132	1
86,86567164	86,23880597	0,626865672	-1,432835821	2	0,0625	-1,534120544	1
86,86567164	86,23880597	0,626865672	-1,432835821	3	0,104166667	-1,258161561	1
85,07462687	86,23880597	-1,164179104	-1,164179104	4	0,145833333	-1,054472452	1
86,32835821	86,23880597	0,089552239	-0,835820896	5	0,1875	-0,887146559	1
85,97014925	86,23880597	-0,268656716	-0,835820896	6	0,229166667	-0,741594044	1
85,79104478	84,65671642	1,134328358	-0,71641791	7	0,270833333	-0,61029461	2
85,6119403	84,65671642	0,955223881	-0,656716418	8	0,3125	-0,488776411	2
83,82089552	84,65671642	-0,835820896	-0,537313433	9	0,354166667	-0,37409541	2
84	84,65671642	-0,656716418	-0,268656716	10	0,395833333	-0,264146977	2
84,89552239	84,65671642	0,23880597	-0,179104478	11	0,4375	-0,157310685	2
83,82089552	84,65671642	-0,835820896	0,089552239	12	0,479166667	-0,05224518	2
86,86567164	87,04477612	-0,179104478	0,089552239	13	0,520833333	0,05224518	3
88,11940299	87,04477612	1,074626866	0,23880597	14	0,5625	0,157310685	3
87,40298507	87,04477612	0,358208955	0,358208955	15	0,604166667	0,264146977	3
85,6119403	87,04477612	-1,432835821	0,626865672	16	0,645833333	0,37409541	3

86,50746269	87,04477612	-0,537313433	0,626865672	17	0,6875	0,488776411	3
87,76119403	87,04477612	0,71641791	0,71641791	18	0,729166667	0,61029461	3
88,11940299	87,40298507	0,71641791	0,71641791	19	0,770833333	0,741594044	4
85,79104478	87,40298507	-1,611940299	0,955223881	20	0,8125	0,887146559	4
86,68656716	87,40298507	-0,71641791	1,074626866	21	0,854166667	1,054472452	4
89,01492537	87,40298507	1,611940299	1,134328358	22	0,895833333	1,258161561	4
88,8358209	87,40298507	1,432835821	1,432835821	23	0,9375	1,534120544	4
85,97014925	87,40298507	-1,432835821	1,611940299	24	0,979166667	2,036834132	4



ANEXO D: TEST ESTADISTICO ANOVA FENOLES TOTALES MICROENCAPSULADO

FRUTO

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE CONCENTRACIÓN DE FENOLES EN EL FRUTO"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACIÓN DE ETANOL Y AGUA"

A=	80% etanol y 20 % agua
B=	50% etanol y 50 % agua
C=	20% etanol y 80 % agua
D=	100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

μ	media general de concentración de fenol en el Fruto
α_i	efecto de la i-esima concentración de etanol y agua
ε_{ij}	error aleatorio atribuible al % concentración de fenol en el fruto producido por las diferentes concentraciones de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo Estadístico

(ε_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza constante

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedaticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

EXTRATOS- y_{ij}						
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6
A	11,85185185	16,2962963	8,148148148	22,59259259	11,85185185	24,81481481
B	37,40740741	37,03703704	31,48148148	37,77777778	44,81481481	38,14814815
C	11,85185185	9,259259259	15,18518519	12,96296296	10,37037037	18,88888889
D	33,7037037	37,77777778	31,48148148	28,88888889	36,2962963	35,55555556

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
$H_0:$	$\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu$
$H_1:$	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

EXTRATOS- y_{ij}								
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6	y_i	y_barra_i
A	11,85185185	16,2962963	8,148148148	22,59259259	11,85185185	24,81481481	95,55555556	15,92592593
B	37,40740741	37,03703704	31,48148148	37,77777778	44,81481481	38,14814815	226,6666667	37,77777778
C	11,85185185	9,259259259	15,18518519	12,96296296	10,37037037	18,88888889	78,51851852	13,08641975
D	33,7037037	37,77777778	31,48148148	28,88888889	36,2962963	35,55555556	203,7037037	33,95061728

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	15223,04527
$SC_T=$	3228,532236
$SC_{TRAT}=$	2805,121171
$SC_E=$	423,4110654

FV	SC	GL	CM	f_H	valor-p
CONCENTRACIONES	2805,121171	3	935,0403902	44,16702664	5,22653E-09
ERROR	423,4110654	20	21,17055327		
TOTAL	3228,532236	23			

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f_H	P-valor	Valor crítico para F
---------------------------	-------------------	--------------------	---------------------------	-------	---------	----------------------

CONCENTRACIONES	2805,121171	3	935,0403902	44,16702664	5,22653E-09	3,098391212	3,098391212
ERROR	423,4110654	20	21,17055327				
TOTAL	3228,532236	23					

CONCLUSIÓN

Región crítica= (3.098 , +¥), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 44.167$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones de Etanol y Agua generan medias diferentes en el % de Concentración de Fenoles en el Fruto, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en el % de Concentración de Fenoles en el Fruto.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_3.	y_barra_1.	y_barra_4.	y_barra_2.
13,08641975	15,92592593	33,95061728	37,77777778

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	5,541306476

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u2-u4	3,827160494	<	5,541306476	No Significativo
u2-u1	21,85185185	>	5,541306476	Significativo
u2-u3	24,69135802	>	5,541306476	Significativo
u4-u1	18,02469136	<	5,541306476	Significativo
u4-u3	20,86419753	>	5,541306476	Significativo
u1-u3	2,839506173	<	5,541306476	No Significativo

u3.

u1.

u4.

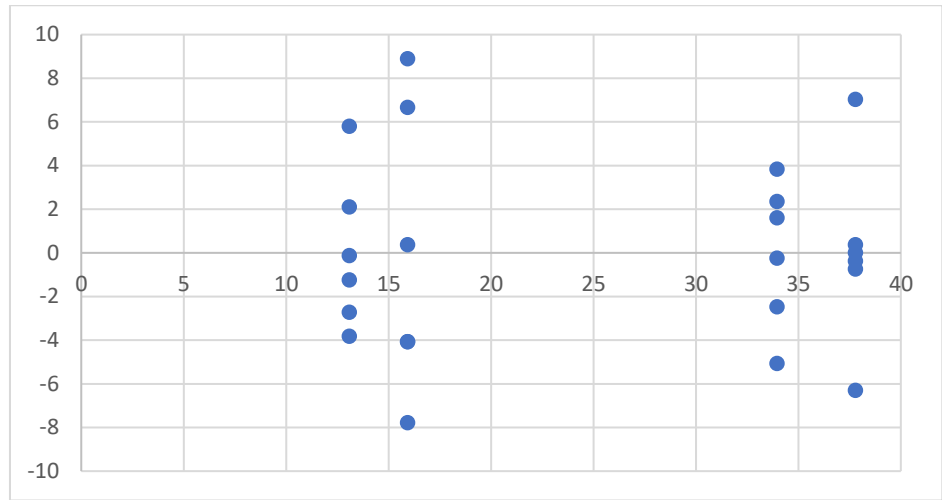
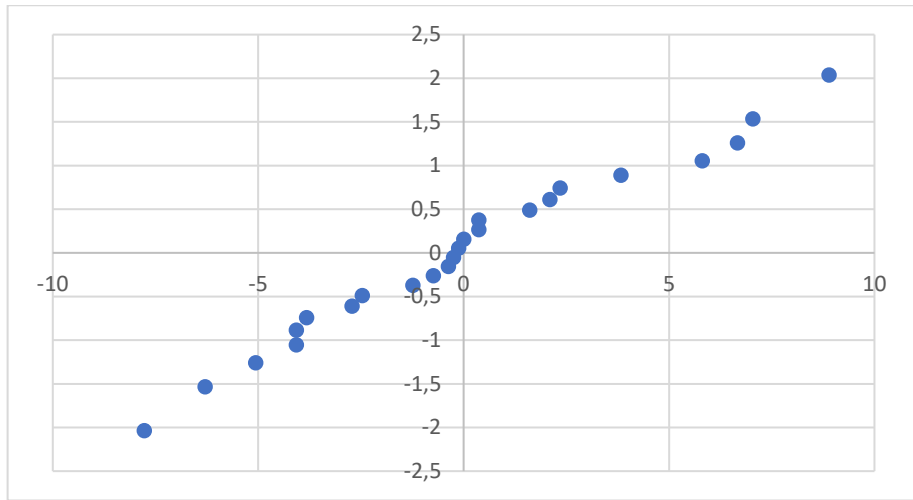
u2.

CONCLUSIÓN:

Se aconseja utilizar la concentración de etanol a un 50%-agua a un 50% y concentración de etanol al 100%, puesto que estos dos generan medias iguales estadísticamente en el % de concentración de fenoles en el Fruto. Para escoger uno de los dos, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media (maximiza), en este caso es la concentración de etanol a un 50%-agua a un 50%.

Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\alpha_i=(i-0.5)/N$	$q_i=Z_{\alpha_i}$	
11,85185185	15,92592593	-4,074074074	-7,777777778	1	0,020833333	-2,036834132	1
16,2962963	15,92592593	0,37037037	-6,296296296	2	0,0625	-1,534120544	1
8,148148148	15,92592593	-7,777777778	-5,061728395	3	0,104166667	-1,258161561	1
22,59259259	15,92592593	6,666666667	-4,074074074	4	0,145833333	-1,054472452	1
11,85185185	15,92592593	-4,074074074	-4,074074074	5	0,1875	-0,887146559	1
24,81481481	15,92592593	8,888888889	-3,827160494	6	0,229166667	-0,741594044	1
37,40740741	37,77777778	-0,37037037	-2,716049383	7	0,270833333	-0,61029461	2
37,03703704	37,77777778	-0,740740741	-2,469135802	8	0,3125	-0,488776411	2
31,48148148	37,77777778	-6,296296296	-1,234567901	9	0,354166667	-0,37409541	2
37,77777778	37,77777778	0	-0,740740741	10	0,395833333	-0,264146977	2
44,81481481	37,77777778	7,037037037	-0,37037037	11	0,4375	-0,157310685	2
38,14814815	37,77777778	0,37037037	-0,24691358	12	0,479166667	-0,05224518	2
11,85185185	13,08641975	-1,234567901	-0,12345679	13	0,520833333	0,05224518	3
9,259259259	13,08641975	-3,827160494	0	14	0,5625	0,157310685	3
15,18518519	13,08641975	2,098765432	0,37037037	15	0,604166667	0,264146977	3
12,96296296	13,08641975	-0,12345679	0,37037037	16	0,645833333	0,37409541	3
10,37037037	13,08641975	-2,716049383	1,604938272	17	0,6875	0,488776411	3
18,88888889	13,08641975	5,802469136	2,098765432	18	0,729166667	0,61029461	3
33,7037037	33,95061728	-0,24691358	2,345679012	19	0,770833333	0,741594044	4
37,77777778	33,95061728	3,827160494	3,827160494	20	0,8125	0,887146559	4

31,48148148	33,95061728	-2,469135802	5,802469136	21	0,854166667	1,054472452	4
28,88888889	33,95061728	-5,061728395	6,666666667	22	0,895833333	1,258161561	4
36,2962963	33,95061728	2,345679012	7,037037037	23	0,9375	1,534120544	4
35,55555556	33,95061728	1,604938272	8,888888889	24	0,979166667	2,036834132	4



ANEXO E: TEST ESTADISTICO ANOVA FENOLES TOTALES HOJAS

HOJA

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE CONCENTRACIÓN DE FENOLES EN LA HOJA"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACIÓN DE ETANOL Y AGUA"

A= 80% etanol y 20 % agua
B= 50% etanol y 50 % agua
C= 20% etanol y 80 % agua
D= 100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$
μ media general de concentración de fenol en la hoja
α_i efecto de la i-esima concentración de etanol y agua
ε_{ij} error aleatorio atribuible al % concentración de fenol en la hoja producido por las diferentes concentraciones de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo Estadístico

(ε_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza constante

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedasticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

		ESTRATOS- y_{ij}					
CONCENTRACIONES		1	2	3	4	5	6
A		26,66666667	25,18518519	30,74074074	32,59259259	37,77777778	30
B		49,62962963	30,37037037	51,11111111	48,14814815	64,44444444	37,40740741
C		19,25925926	10,37037037	13,33333333	10,74074074	8,888888889	16,66666667
D		15,18518519	17,03703704	12,59259259	9,62962963	22,96296296	26,2962963

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
$H_0:$	$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu$
$H_1:$	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

		ESTRATOS- y_{ij}							
CONCENTRACIONES		1	2	3	4	5	6	y_i	$y_{\text{barra } i}$
A		26,66666667	25,18518519	30,74074074	32,59259259	37,77777778	30	182,962963	30,49382716
B		49,62962963	30,37037037	51,11111111	48,14814815	64,44444444	37,40740741	281,1111111	46,85185185
C		19,25925926	10,37037037	13,33333333	10,74074074	8,888888889	16,66666667	79,25925926	13,20987654
D		15,18518519	17,03703704	12,59259259	9,62962963	22,96296296	26,2962963	103,7037037	17,28395062

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	17444,03864
SC _T =	5223,588249
SC _{TRAT} =	4145,193187
SC _E =	1078,395062

FV	SC	GL	CM	f _H	valor-p
CONCENTRACIONES	4145,193187	3	1381,731062	25,62569343	4,68973E-07
ERROR	1078,395062	20	53,91975309		
TOTAL	5223,588249	23			

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	f _H	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	4145,193187	3	1381,731062	25,62569343	4,68973E-07	3,098391212
ERROR	1078,395062	20	53,91975309			
TOTAL	5223,588249	23				

CONCLUSIÓN

Región crítica= (3.098 , +∞), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 25.627$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se concluye que al menos 2 Concentraciones de Etanol y Agua generan medias diferentes en el % de Concentración de Fenoles en la Flor, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en el % de Concentración de Fenoles en la Flor.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_3.

y_barra_4.

y_barra_1.

y_barra_2.

13,20987654	17,28395062	30,49382716	46,85185185
-------------	-------------	-------------	-------------

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	8,843415165

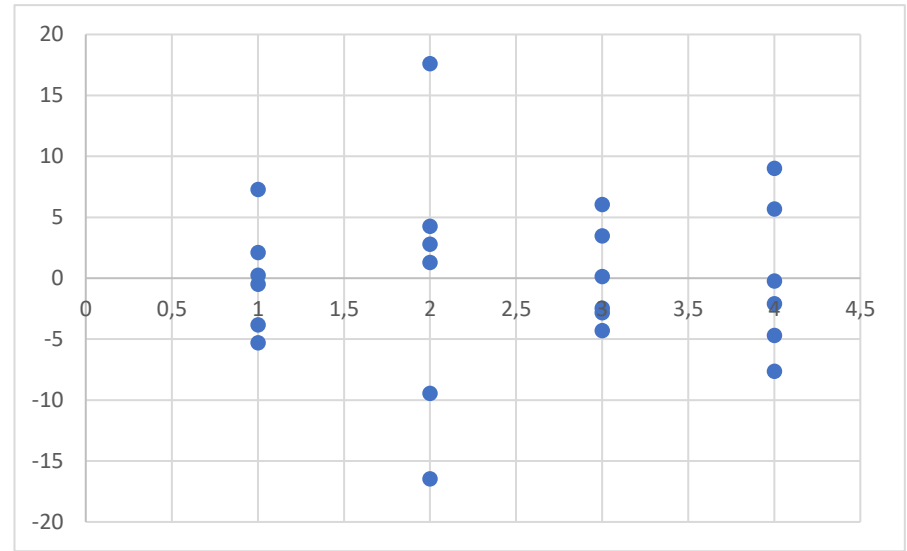
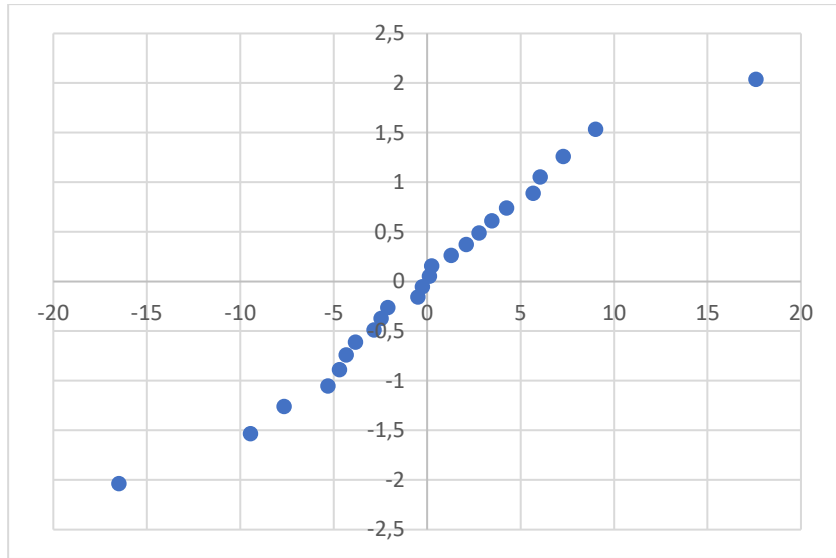
Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u2-u1	16,35802469	>	8,843415165	Significativo
u2-u4	29,56790123	>	8,843415165	Significativo
u2-u3	33,64197531	>	8,843415165	Significativo
u1-u4	13,20987654	>	8,843415165	Significativo
u1-u3	17,28395062	>	8,843415165	Significativo
u4-u3	4,074074074	<	8,843415165	No Significativo

u3. u4. u1. u2.

CONCLUSIÓN:

Se aconseja utilizar la concentración de etanol al 100%, ya que este es el que maximiza el % de concentración de fenoles.

Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\text{alfa}_i=(i-0.5)/N$	$q_i=Z_{\text{alfa}_i}$	
26,66666667	30,49382716	-3,827160494	-16,48148148	1	0,020833333	-2,036834132	1
25,18518519	30,49382716	-5,308641975	-9,444444444	2	0,0625	-1,534120544	1
30,74074074	30,49382716	0,24691358	-7,654320988	3	0,104166667	-1,258161561	1
32,59259259	30,49382716	2,098765432	-5,308641975	4	0,145833333	-1,054472452	1
37,77777778	30,49382716	7,283950617	-4,691358025	5	0,1875	-0,887146559	1
30	30,49382716	-0,49382716	-4,320987654	6	0,229166667	-0,741594044	1
49,62962963	46,85185185	2,777777778	-3,827160494	7	0,270833333	-0,61029461	2
30,37037037	46,85185185	-16,48148148	-2,839506173	8	0,3125	-0,488776411	2
51,11111111	46,85185185	4,259259259	-2,469135802	9	0,354166667	-0,37409541	2
48,14814815	46,85185185	1,296296296	-2,098765432	10	0,395833333	-0,264146977	2
64,44444444	46,85185185	17,59259259	-0,49382716	11	0,4375	-0,157310685	2
37,40740741	46,85185185	-9,444444444	-0,24691358	12	0,479166667	-0,05224518	2
19,25925926	13,20987654	6,049382716	0,12345679	13	0,520833333	0,05224518	3
10,37037037	13,20987654	-2,839506173	0,24691358	14	0,5625	0,157310685	3
13,33333333	13,20987654	0,12345679	1,296296296	15	0,604166667	0,264146977	3
10,74074074	13,20987654	-2,469135802	2,098765432	16	0,645833333	0,37409541	3
8,88888889	13,20987654	-4,320987654	2,777777778	17	0,6875	0,488776411	3
16,66666667	13,20987654	3,456790123	3,456790123	18	0,729166667	0,61029461	3
15,18518519	17,28395062	-2,098765432	4,259259259	19	0,770833333	0,741594044	4
17,03703704	17,28395062	-0,24691358	5,679012346	20	0,8125	0,887146559	4
12,59259259	17,28395062	-4,691358025	6,049382716	21	0,854166667	1,054472452	4
9,62962963	17,28395062	-7,654320988	7,283950617	22	0,895833333	1,258161561	4
22,96296296	17,28395062	5,679012346	9,012345679	23	0,9375	1,534120544	4
26,2962963	17,28395062	9,012345679	17,59259259	24	0,979166667	2,036834132	4



ANEXO F: TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE FRUTO DEL MORIÑO

FRUTO

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE INHIBICION DPPH EN EL FRUTO"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACIÓN DE ETANOL Y AGUA"

A= 80% etanol y 20% agua
B= 50% etanol y 50% agua
C= 20% etanol y 80% agua
D= 100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

μ

media general de inhibición DPPH en el fruto

α_i

efecto de la i-esima concentración de etanol y agua

ε_{ij}

error aleatorio atribuible al % de inhibición DPPH en el Fruto producido por las diferentes concentraciones de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo Estadístico

(ε_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza constante

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedasticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

ESTRATOS- y_{ij}						
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6
A	66,26865672	66,98507463	67,34328358	69,85074627	70,56716418	67,88059701
B	75,04477612	72	62,86567164	60,35820896	59,82089552	65,73134328
C	56,23880597	69,85074627	56,7761194	56,23880597	57,31343284	66,26865672
D	68,23880597	71,64179104	69,31343284	68,05970149	65,73134328	68,41791045

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
H₀:	$\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu$
H₁:	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

ESTRATOS- y_{ij}								
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6	y_i	$y_{\text{barra } i}$
A	66,26865672	66,98507463	67,34328358	69,85074627	70,56716418	67,88059701	408,8955224	68,14925373
B	75,04477612	72	62,86567164	60,35820896	59,82089552	65,73134328	395,8208955	65,97014925
C	56,23880597	69,85074627	56,7761194	56,23880597	57,31343284	66,26865672	362,6865672	60,44776119
D	68,23880597	71,64179104	69,31343284	68,05970149	65,73134328	68,41791045	411,4029851	68,56716418

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	103859,5121
SC_T=	662,6424593
SC_{TRAT}=	251,103141
SC_E=	411,5393183

FV	SC	GL	CM	f_H	valor-p
CONCENTRACIONES	251,103141	3	83,701047	4,067705965	0,020810173
ERROR	411,5393183	20	20,57696592		
TOTAL	662,6424593	23			

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P-valor	Valor crítico para F
CONCENTRACIONES	251,103141	3	83,701047	4,067705965	0,020810173	3,098391212

ERROR	411,5393183	20	20,57696592
TOTAL	662,6424593	23	

CONCLUSIÓN

Región crítica= (3.0983 , +∞), con un alfa del 5%

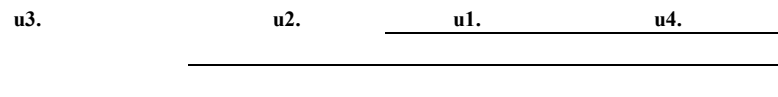
Puesto que $f_{it} = 4.0677$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en el Fruto, esto quiere decir que el efecto de la Concentración de Etanol y Agua si influye en el % de Inhibición del Fruto.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_3.	y_barra_2.	y_barra_1.	y_barra_4.
60,44776119	65,97014925	68,14925373	68,56716418

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	5,463069627

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u4-u1	0,417910448	<	5,463069627	No Significativo
u4-u2	2,597014925	<	5,463069627	No Significativo
u4-u3	8,119402985	>	5,463069627	Significativo
u1-u2	2,179104478	<	5,463069627	No Significativo
u1-u3	7,701492537	>	5,463069627	Significativo
u2-u3	5,52238806	<	5,463069627	Significativo



u3.

u1.

u2.

u4.

CONCLUSIÓN:

Se aconseja utilizar la concentración de etanol a un 80%-agua a un 20%, concentración de etanol a un 50%-agua a un 50% y concentración de etanol a 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente en el % de Inhibición DPPH en el fruto. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media (maximize), que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\alpha_i=(i-0.5)/N$	$q_i=Z_{\alpha_i}$	
66,26865672	68,14925373	-1,880597015	-6,149253731	1	0,020833333	-2,036834132	1
66,98507463	68,14925373	-1,164179104	-5,611940299	2	0,0625	-1,534120544	1
67,34328358	68,14925373	-0,805970149	-4,208955224	3	0,104166667	-1,258161561	1
69,85074627	68,14925373	1,701492537	-4,208955224	4	0,145833333	-1,054472452	1
70,56716418	68,14925373	2,417910448	-3,671641791	5	0,1875	-0,887146559	1
67,88059701	68,14925373	-0,268656716	-3,134328358	6	0,229166667	-0,741594044	1
75,04477612	65,97014925	9,074626866	-3,104477612	7	0,270833333	-0,61029461	2
72	65,97014925	6,029850746	-2,835820896	8	0,3125	-0,488776411	2
62,86567164	65,97014925	-3,104477612	-1,880597015	9	0,354166667	-0,37409541	2
60,35820896	65,97014925	-5,611940299	-1,164179104	10	0,395833333	-0,264146977	2
59,82089552	65,97014925	-6,149253731	-0,805970149	11	0,4375	-0,157310685	2
65,73134328	65,97014925	-0,23880597	-0,507462687	12	0,479166667	-0,05224518	2
56,23880597	60,44776119	-4,208955224	-0,328358209	13	0,520833333	0,05224518	3
69,85074627	60,44776119	9,402985075	-0,268656716	14	0,5625	0,157310685	3
56,7761194	60,44776119	-3,671641791	-0,23880597	15	0,604166667	0,264146977	3
56,23880597	60,44776119	-4,208955224	-0,149253731	16	0,645833333	0,37409541	3
57,31343284	60,44776119	-3,134328358	0,746268657	17	0,6875	0,488776411	3
66,26865672	60,44776119	5,820895522	1,701492537	18	0,729166667	0,61029461	3
68,23880597	68,56716418	-0,328358209	2,417910448	19	0,770833333	0,741594044	4
71,64179104	68,56716418	3,074626866	3,074626866	20	0,8125	0,887146559	4
69,31343284	68,56716418	0,746268657	5,820895522	21	0,854166667	1,054472452	4
68,05970149	68,56716418	-0,507462687	6,029850746	22	0,895833333	1,258161561	4
65,73134328	68,56716418	-2,835820896	9,074626866	23	0,9375	1,534120544	4

68,41791045

68,56716418

-0,149253731

9,402985075

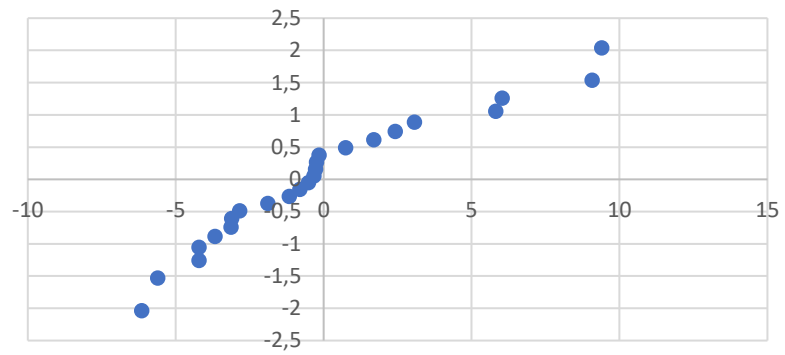
24

0,979166667

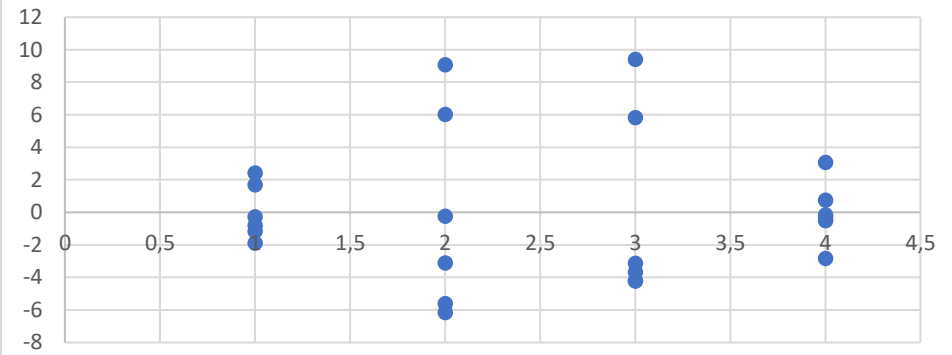
2,036834132

4

Normalidad



VARIANZA



ANEXO G: TEST ESTADISTICO ANOVA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE HOJAS DEL MORTIÑO

HOJA

IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

VARIABLE RESPUESTA:

Y:= "% DE INHIBICION DPPH EN LA HOJA"

FACTOR DE INTERES:

F:= "% DE CONCENTRACIÓN DE ETANOL Y AGUA"

A= 80% etanol y 20% agua
B= 50% etanol y 50% agua
C= 20% etanol y 80% agua
D= 100% etanol y 0% agua

DCA (DISEÑO COMPLEETAMENTE AL AZAR)

MODELO

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

μ

media general de inhibición DPPH en la hoja

α_i

efecto de la i-esima concentración de etanol y agua

ε_{ij}

error aleatorio atribuible al % de inhibición DPPH en la Hoja producido por las diferentes concentraciones de etanol y agua Y_{ij}

Supuestos del Modelo Estadístico

(ε_{ijk}) es una muestra i. i. d normal $N(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 0$$

Normalidad: Los errores del modelo tienen una distribución normal cero y varianza constante

Independencia: Los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Homocedasticidad: Las diferentes poblaciones generadas por los diferentes tratamientos tienen variancias iguales

ARREGLO DE LOS DATOS

ESTRATOS- y_{ij}						
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6
A	87,2238806	86,32835821	85,43283582	85,6119403	85,25373134	86,14925373
B	85,43283582	86,68656716	84,35820896	83,46268657	84,71641791	84,53731343
C	87,2238806	87,76119403	87,04477612	86,68656716	86,14925373	88,29850746
D	87,94029851	87,2238806	87,76119403	89,01492537	88,47761194	87,94029851

ANALISIS DE VARIANZAS-ANOVA

Hipotesis	
H₀:	$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu$
H₁:	$\mu_i \neq \mu_j$ para cierto i y j

ESTRATOS- y_{ij}								
CONCENTRACIONES	1	2	3	4	5	6	y_i	$y_{\text{barra } i}$
A	87,2238806	86,32835821	85,43283582	85,6119403	85,25373134	86,14925373	516	86
B	85,43283582	86,68656716	84,35820896	83,46268657	84,71641791	84,53731343	509,1940299	84,86567164
C	87,2238806	87,76119403	87,04477612	86,68656716	86,14925373	88,29850746	523,1641791	87,19402985
D	87,94029851	87,2238806	87,76119403	89,01492537	88,47761194	87,94029851	528,358209	88,05970149

k=	4
n=	6
N=	24
FACTOR DE CORRECCION:	179697,9617
SC_T=	48,458454
SC_{TRAT}=	34,99086656
SC_E=	13,46758744

	FV	SC	GL	CM	f_H	valor-p
CONCENTRACIONES		34,99086656	3	11,66362219	17,32102686	8,79287E-06
ERROR		13,46758744	20	0,673379372		
TOTAL		48,458454	23			

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	P-valor	Valor critico para F
CONCENTRACIONES	34,99086656	3	11,66362219	17,32102686	8,79287E-06	3,098391212

ERROR	13,46758744	20	0,673379372
TOTAL	48,458454	23	

CONCLUSIÓN

Region critica= (3.0983 , +¥), con un alfa del 5%

Puesto que $f_H = 8.5905$ pertenece a la Región Crítica, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se concluye que al menos 2 Concentraciones generan medias diferentes en el % de Inhibición DPPH en la Hoja, esto quiere decir que el efecto de la Concentración si influye en el % de Inhibición de la Hoja.

Comparativa de medias con el metodo de LSD para saber que Concentracion de Etanol y Agua es el mejor

y_barra_2.	y_barra_1.	y_barra_3.	y_barra_4.
84,86567164	86	87,19402985	88,05970149

Alfa=	0,05
Cuantil t=	2,085963447
LSD=	0,988270816

Diferencia poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Comparación	LSD	Decisión
u4-u3	0,865671642	<	0,988270816	No Significativo
u4-u1	2,059701493	>	0,988270816	Significativo
u4-u2	3,194029851	>	0,988270816	Significativo
u3-u1	1,194029851	>	0,988270816	Significativo
u3-u2	2,328358209	>	0,988270816	Significativo
u1-u2	1,134328358	>	0,988270816	Significativo

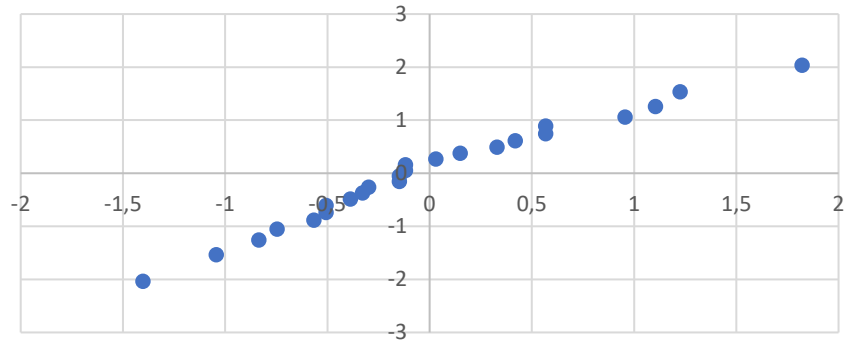
u2. u1. u3. u4.

CONCLUSIÓN:

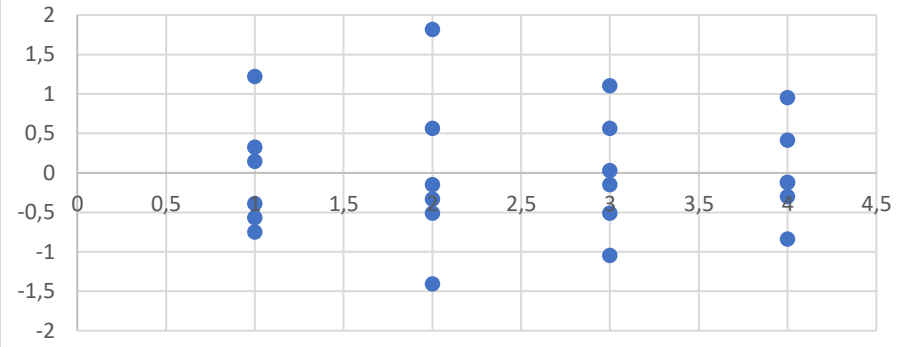
Se aconseja utilizar la concentración de etanol a un 80%-agua a un 20%, concentración de etanol a un 20%-agua a un 80% y concentración de etanol al 100%, puesto que estos tres generan medias iguales estadísticamente en el % de Inhibición DPPH en la Hoja. Para escoger uno de los tres, podríamos fijarnos en la concentración que genere la mayor media (maximice), que en este caso es la concentración de etanol a un 100%.

Y_{ij}	Y_{ij_techo}	e_{ij}	$e_{(ij)}$	Rango i	$\alpha_i=(i-0.5)/N$	$q_i=Z_{\alpha_i}$	
87,2238806	86	1,223880597	-1,402985075	1	0,020833333	-2,036834132	1
86,32835821	86	0,328358209	-1,044776119	2	0,0625	-1,534120544	1
85,43283582	86	-0,567164179	-0,835820896	3	0,104166667	-1,258161561	1
85,6119403	86	-0,388059701	-0,746268657	4	0,145833333	-1,054472452	1
85,25373134	86	-0,746268657	-0,567164179	5	0,1875	-0,887146559	1
86,14925373	86	0,149253731	-0,507462687	6	0,229166667	-0,741594044	1
85,43283582	84,86567164	0,567164179	-0,507462687	7	0,270833333	-0,61029461	2
86,68656716	84,86567164	1,820895522	-0,388059701	8	0,3125	-0,488776411	2
84,35820896	84,86567164	-0,507462687	-0,328358209	9	0,354166667	-0,37409541	2
83,46268657	84,86567164	-1,402985075	-0,298507463	10	0,395833333	-0,264146977	2
84,71641791	84,86567164	-0,149253731	-0,149253731	11	0,4375	-0,157310685	2
84,53731343	84,86567164	-0,328358209	-0,149253731	12	0,479166667	-0,05224518	2
87,2238806	87,19402985	0,029850746	-0,119402985	13	0,520833333	0,05224518	3
87,76119403	87,19402985	0,567164179	-0,119402985	14	0,5625	0,157310685	3
87,04477612	87,19402985	-0,149253731	0,029850746	15	0,604166667	0,264146977	3
86,68656716	87,19402985	-0,507462687	0,149253731	16	0,645833333	0,37409541	3
86,14925373	87,19402985	-1,044776119	0,328358209	17	0,6875	0,488776411	3
88,29850746	87,19402985	1,104477612	0,417910448	18	0,729166667	0,61029461	3
87,94029851	88,05970149	-0,119402985	0,567164179	19	0,770833333	0,741594044	4
87,2238806	88,05970149	-0,835820896	0,567164179	20	0,8125	0,887146559	4
87,76119403	88,05970149	-0,298507463	0,955223881	21	0,854166667	1,054472452	4
89,01492537	88,05970149	0,955223881	1,104477612	22	0,895833333	1,258161561	4
88,47761194	88,05970149	0,417910448	1,223880597	23	0,9375	1,534120544	4
87,94029851	88,05970149	-0,119402985	1,820895522	24	0,979166667	2,036834132	4

Normalidad



Varianza



ANEXO H: TEST ESTADISTICO T- STUDENT DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS MICROENCAPSULADO Y SIN MICROENCAPSULAR

DIFERENCIA SIGNIFICATIVAS

FENOLES

FRUTO

H₀:	$\mu_d=0$
H₁:	$\mu_d \neq 0$

t de Studen para muestras realcionadas

MEJORES TRATAMIENTOS		
SIN MICROENCAPSULAR	MICROENCAPSULAD	
50% E: 50% H2O	50% E: 50% H2O	d
55,18518519	37,40740741	17,77777778
16,66666667	37,03703704	-20,37037037
45,92592593	31,48148148	14,44444444
65,55555556	37,77777778	27,77777778
45,18518519	44,81481481	0,37037037
37,40740741	38,14814815	-0,740740741

MEDIA	6,543209877
DESVIACION ESTANDAR	17,05903036

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

<i>50% ETANOL Y 50% AGUA</i>	<i>50% ETANOL Y 50% AGUA</i>
----------------------------------	----------------------------------

n=	6
-----------	---

GL=	5
------------	---

ALFA=	0,05
--------------	------

t_calculado=	0,939533206
---------------------	-------------

t_critico=	2,570581836
-------------------	-------------

p-valor=	0,390592281
-----------------	-------------

Región critica=	$(-\infty, -2.5706], [2.5706, +\infty)$
------------------------	---

Media	44,32098765	37,77777778
Varianza	276,9638775	17,99725652
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,027978231	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	0,939533206	
P(T<=t) una cola	0,195296141	
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373	
P(T<=t) dos colas	0,390592281	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836	

CONCLUSION:

Como el t_calculado no pertenece a la región crítica, no se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (100% etanol) y micro encapsulado (100% etanol) en el % de concentración de fenoles en el Fruto.

OJO, SE DEBE ELIMINAR LOS DATOS QUE ESTÁN PINTADOS, EN ESTE CASO SE LOS ELIMINO PERO SE CONCLUÍA LO MISMO, ES DECIR SI LOS ELIMINABA IGUAL SE CONCLUÍA QUE NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS DOS MEJORES TRATAMIENTOS PARA LA CONCENTRACIÓN DE FENOLES ENTRE SIN MICRO ENCAPSULAR Y MICRO ENCAPSULADO.

**ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE**

FRUTO

H₀:	$\mu_d=0$
H₁:	$\mu_d \neq 0$

MEJORES TRATAMIENTOS

SIN MICROENCAPSULADO	MICROENCAPSULAD	
100% ETANOL	100% ETANOL	d
67,88059701	68,23880597	-0,358208955
72,17910448	71,64179104	0,537313433
65,91044776	69,31343284	-3,402985075
70,56716418	68,05970149	2,507462687
66,98507463	65,73134328	1,253731343
67,88059701	68,41791045	-0,537313433

MEDIA	-4,73695E-15
DESVIACION ESTANDAR	2,007249059

n=	6
-----------	---

GL=	5
------------	---

ALFA=	0,05
--------------	------

t_calculado=	-5,78061E-15
---------------------	--------------

t_critico=	2,570581836
-------------------	-------------

t de Studen para muestras realcionadas

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	100% ETANOL	100% ETANOL
Media	68,56716418	68,56716418
Varianza	5,510002228	3,687948318
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,573323815	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	-5,78061E-15	

p-valor=	1
-----------------	---

Región crítica=	$(-\infty, -2.5706], [2.5706, +\infty)$
------------------------	---

CONCLUSION:

Como el $t_{\text{calculado}}$ no pertenece a la región crítica, no se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (100% etanol) y micro encapsulado (100% etanol) en el % de Inhibición DPPH en el Fruto.

P($T \leq t$) una cola	0,5
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373
P($T \leq t$) dos colas	1
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836

HOJA

H₀:	$\mu_d = 0$
H₁:	$\mu_d \neq 0$

MEJORES TRATAMIENTOS		
SIN MICROENCAPSULADO	MICROENCAPSULAD	
100% ETANOL	100% ETANOL	d
87,94029851	88,11940299	-0,179104478
87,2238806	85,79104478	1,432835821
87,76119403	86,68656716	1,074626866
89,01492537	89,01492537	0
88,47761194	88,8358209	-0,358208955
87,94029851	85,97014925	1,970149254

MEDIA	0,656716418
DESVIACION ESTANDAR	0,965615122

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

n=	6
-----------	---

GL=	5
------------	---

ALFA=	0,05
--------------	------

t_calculado=	1,665901965
---------------------	-------------

t_critico=	2,570581836
-------------------	-------------

p-valor=	0,156612162
-----------------	-------------

Región crítica=	$(-\infty, -2.5706], [2.5706, +\infty)$
------------------------	---

	<i>100% ETANOL</i>	<i>100% ETANOL</i>
Media	88,05970149	87,40298507
Varianza	0,380663845	2,065849855
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,853698852	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	1,665901965	
P(T<=t) una cola	0,078306081	
Valor crítico de t (una cola)	2,015048373	
P(T<=t) dos colas	0,156612162	
Valor crítico de t (dos colas)	2,570581836	

CONCLUSION:

Como el t_calculado no pertenece a la región crítica, no se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que no existe diferencia significativa entre los mejores tratamientos de sin micro encapsular (100% etanol) y micro encapsulado (100% etanol) en el % de Inhibición DPPH en la Hoja.



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 02 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Liseth Dayana – Landeta Martínez Cristian Armando – Macas Tierra
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniero/a Químico/a
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0029-DBRA-UPT-2024