



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
Carrera de Agroindustria**

**TEMA:**

ELABORACIÓN DE UN CONCENTRADO SOLUBLE ORIENTADO AL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INMUNOLÓGICO A PARTIR DE DOS VARIETADES DE MORTIÑO (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*)

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.**

**AUTORAS:**

Leidy María Arias Tualombo  
Verónica Estefanía Hidalgo Aguilar

**DIRECTOR:**

Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

**Guaranda – Ecuador**

2022

**TEMA:**

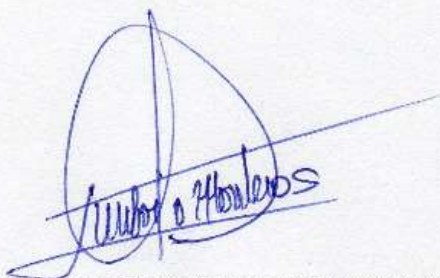
ELABORACIÓN DE UN CONCENTRADO SOLUBLE ORIENTADO AL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INMUNOLÓGICO A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MORTIÑO (*Vaccinium myrtillus*) Y (*Vaccinium meridionale*)

**REVISADO Y APROBADO POR:**



.....  
**Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.**

**DIRECTOR**



.....  
**Ing. Víctor Danilo Montero Silva Mg.**

**BIOMETRISTA**



.....  
**Ing. Isidro Favían Bayas Morejón PhD.**

**REDACCIÓN TÉCNICA**

## CERTIFICADO DE AUTORIA

Nosotras, Leidy María Arias Tualombo con C.I. 020239606-5 y Verónica Estefanía Hidalgo Aguilar con C.I. 020252015-1 declaramos que el trabajo y los resultados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional: y, que las referencias bibliográficas que incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional Vigente.



**Leidy María Arias Tualombo**

C.I. 020239606-5

**AUTORA**



**Verónica Estefanía Hidalgo Aguilar**

C.I. 020252015-1

**AUTORA**



**Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.**

C.I. 020105168-7

**DIRECTOR**



**Ing. Víctor Danilo Montero Silva Mg.**

C.I. 020118558-4

**BIOMETRISTA**



**Ing. Isidro Favían Bayas Morejón PhD.**

C.I. 020181191-6

**REDACCIÓN TÉCNICA**



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*



Escritura 20220201003P00496



**DECLARACION JURAMENTADA OTORGADA POR LEIDY MARIA ARIAS TUALOMBO Y VERÓNICA ESTEFANÍA HIDALGO AGUILAR**

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006 -000000899

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintidós de Marzo del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen las señoritas LEIDY MARÍA ARIAS TUALOMBO, soltera, de ocupación estudiante, por sus propios derechos, celular (0997164365), domiciliada en la Parroquia de Salinas del Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, y VERÓNICA ESTEFANÍA HIDALGO AGUILAR, soltera, por sus propios derechos de ocupación estudiante, domiciliada en la parroquia Guanujo, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con celular número (0982230521), obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingenieras Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "ELABORACIÓN DE UN CONCENTRADO SOLUBLE ORIENTADO AL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INMUNOLÓGICO A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MORTIÑO (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*)". es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención de título de Ingenieras Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica queda incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

  
LEIDY MARIA ARIAS TUALOMBO

C.C. 020239606-5

  
VERÓNICA ESTEFANÍA HIDALGO AGUILAR

C.C. 020252015-1

  
AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA





**URKUND**

Documento: [Proyecto de Investigación\\_Arias&Hidalgo\\_Corregido\\_Final.docx \(D131044184\)](#)  
 Presentado por: jgaibor (jgaibor@web.edu.ec)  
 Recibido: jgaibor.web@analysis.orkund.com  
 Mensaje Fwd: [Mostrar el mensaje completo](#)

7% de estas 53 páginas, se componen de texto presente en 20 fuentes.


100% Activo

Lista de fuentes Bloques

Lista de fuentes	Bloques	Categoría	Enlace/nombre de archivo
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TFT-Resumen a Recomendaciones-Alex Gonzalez.docx
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Melida Fernanda Tarco Alimara.pdf
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		INFORME FINAL - SANEZ FALCON LIDA CARMEN.pdf
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Proyecto de tesis_Cecilia Copa Chipana.docx
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Extracción de pigmentos de ayrampo - Alejandra Apaza Yucra.docx


Archivo de registro Urkund: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / Proyecto de Investigaci... 100%

Materia prima
Recepción
Selección
Limpieza
Lavado
Pesado
Inmersión
Deshidratado
Empacado
Molido

.....  
  
 .....

**Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.**

**DIRECTOR**

.....  
  
 .....

**Ing. Isidro Favian Bayas Morejón PhD.**

**REDACCIÓN TÉCNICA**

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico infinitamente a mi Dios del cielo, por convertirme cada mañana en esa mujer valiente que a pesar de las caídas me ayudado a levantar, por hacerme creer que soy capaz de todo. Por brindarme esa sabiduría para hacer y tomar las decisiones correctas, y aunque me equivocado sé que cada día se lo dedico a él.

Gracias por darme unos padres bondadosos, amorosos, que nunca perdieron las esperanzas en mí, te lo dedico a ti mi Dios porque cada día me levantaste para seguir, para poder continuar por mí, por mi hija, por los míos. Este logro no es solo mío es de todas las personas que estaban a mi lado apoyándome y creyendo en mí.

Este logro se lo dedico a mis padres: Mami Francisca, Papi Efraín gracias por confiar en mí, gracias porque nunca me dieron la espalda y me dieron apoyo incondicional, este logro se lo dedico a ustedes porque sé que no pueden sentirse más orgulloso de poder verme ahora así.

A mi familia amada gracias por ser esa motivación que día a día me dieron la fuerza para seguir y no rendirme, sin ustedes no lo hubiera logrado. Es por eso que les dedico este logro en agradecimiento a toda su entrega hacia mí. Gracias a mi hija por ser el motor de mi vida, gracias hija por convertirme en la mujer que soy ahora.

Leidy Arias

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme sabiduría, salud y vida para seguir adelante y quien como guía está presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas deseadas sin desfallecer.

A mi madre, por ser el pilar más importante que me impulso a continuar y no desmayar, por demostrarme siempre su cariño, su paciencia, su apoyo incondicional, por su lucha, sacrificio y sobre todo por guiarme cada día con sus consejos para ser una mejor persona. A mi padre, por su apoyo incondicional, por brindarme los recursos necesarios a pesar de nuestra distancia siempre está conmigo.

A mis hermanos, por su cariño, su apoyo incondicional y por siempre estar presentes conmigo en las buenas y malas durante este proceso. A mis tíos, por estar siempre pendientes de mí, brindándome su apoyo incondicional y por ser un pilar fundamental en mi vida. A toda mi familia con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Estefanía Hidalgo

## **AGRADECIMIENTO**

Hoy sé que mis padres están orgullosos de mí, hoy sé que están saltando de alegría porque me he convertido en una profesional. Hoy sé que el cielo está de fiesta porque Dios celebra conmigo sus promesas, porque con el tiempo mis oraciones han sido escuchadas. Hoy agradezco a la vida por las enseñanzas, las caídas, los golpes y los tropiezos, hoy agradezco a la vida de igual manera por haberme levantado.

A mis familiares darles las gracias profundas por su apoyo tanto económico como moral. A mis queridos hermanos primos, tíos, sobrinos mis amigos que siempre estuvieron en las buenas y en las malas dándome aliento para seguir y por qué siempre confiaron en mí gracias por todo.

Un agradecimiento infinito a todos los docentes que estuvieron en mi carrera universitaria, que me ayudaron a formarme para ser una profesional con ética y valores gracias por los conocimientos brindados.

Al Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD en especial un agradecimiento profundo hacia usted por ser ese apoyo incondicional para guiarnos en todo el proceso de nuestra carrera universitaria, esto lo he logrado con su apoyo y su conocimiento.

Hoy mañana y toda la vida se los agradeceré.

Leidy Arias



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome salud, paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi madre por siempre confiar en mí, su generosidad y su incansable ayuda en todo momento, gracias a ella he llegado a culminar un peldaño de mi vida. A mi padre por su apoyo tanto económicamente como moral pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mis hermanos agradezco infinitamente que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy, y de lo que les puedo dar. A mis tíos, que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

A la Universidad Estatal de Bolívar y en especial a la carrera de Agroindustrias por darme la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa institución y ser una profesional. Mi sincero agradecimiento al Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD, quien con su experiencia, conocimientos, consejos y motivación me oriento en la investigación y hoy puedo culminar este trabajo. A los docentes que me transmitieron sus conocimientos, sus enseñanzas y me han visto crecer como persona.

Estefanía Hidalgo

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XX
RESUMEN.....	XXI
SUMMARY.....	XXII
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	3
1.2.1. Formulación del problema.....	4
1.2.2. Sistematización del problema.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Generalidades del mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ).....	5
2.1.1. Descripción botánica del mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ).....	5
2.1.2. Clasificación taxonómica del mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ).....	6
2.1.3. Composición bromatológica del mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ).....	6
2.2. Generalidades del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ).....	7
2.2.1. Descripción botánica del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ).....	7
2.2.2. Clasificación taxonómica del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ).....	8
2.2.3. Composición bromatológica del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ).....	8
2.3. Producción Mundial del mortiño.....	9
2.4. Producción Nacional del mortiño.....	10
2.5. Variedades del mortiño.....	11
2.6. Estado de madurez del mortiño.....	11
2.7. Usos del Mortiño.....	12
2.8. Conservación de los alimentos.....	12
2.8.1. Tecnologías de conservación de frutas.....	12
2.9. Tipos de Deshidratación.....	13

2.9.1.	Secado solar o natural .....	13
2.9.2.	Atomización.....	14
2.9.3.	Deshidratación por microondas .....	14
2.9.4.	Deshidratación por aire caliente .....	14
2.9.5.	Deshidratación por liofilización .....	14
2.10.	Deshidratación osmótica.....	14
2.11.	Factores que afectan la deshidratación osmótica .....	15
2.11.1.	Naturaleza del alimento .....	16
2.11.2.	Geometría y tamaño del producto.....	16
2.11.3.	Tipo de agente osmótico .....	16
2.11.4.	Concentración de la solución osmótica .....	16
2.11.5.	Temperatura.....	17
2.11.6.	Tiempo.....	17
2.11.7.	Relación solución: alimento .....	17
2.11.8.	Agitación de la solución osmótica.....	17
2.11.9.	Presión de trabajo .....	18
2.12.	Modelos Matemáticos.....	18
2.12.1.	Actividad de agua ( $A_w$ ) .....	18
2.12.2.	Modelo de Peleg .....	19
2.12.3.	Modelo de Hawkes y Flink.....	19
2.13.	Cálculos Cinéticos .....	19
2.13.1.	% Humedad .....	19
2.13.2.	% Pérdida de agua ( $PA$ ).....	20
2.13.3.	% Ganancia de sólidos ( $SG$ ).....	20
2.14.	Parámetros de calidad del mortuño.....	20
2.14.1.	Textura.....	20
2.14.2.	Sabor y aroma.....	21
2.14.3.	Color .....	21
2.15.	Análisis fisicoquímico de la materia prima y del producto final.....	21
2.15.1.	pH .....	21
2.15.2.	Humedad.....	21
2.15.3.	Cenizas.....	21
2.15.4.	Sólidos Solubles.....	22
2.15.5.	Antioxidantes .....	22

2.15.6. Polifenoles totales .....	22
CAPÍTULO III .....	23
3. MARCO METODOLÓGICO .....	23
3.1. Ubicación de la investigación .....	23
3.2. Localización de la investigación.....	23
3.3. Situación geográfica y climática.....	23
3.4. Materiales, equipos, reactivos, insumos .....	24
3.4.1. Material experimental.....	24
3.4.2. Material de laboratorio .....	24
3.4.3. Material de oficina.....	25
3.4.4. Equipos .....	26
3.4.5. Reactivos.....	27
3.5. Métodos .....	27
3.5.1. Factores en estudio .....	27
3.5.2. Combinación de tratamientos .....	28
3.5.3. Características del experimento .....	29
3.5.4. Diseño experimental .....	29
3.6. Modelo de análisis de varianza .....	30
3.6.1. Pruebas de rangos múltiples .....	30
3.7. Métodos de evaluación y datos a tomarse .....	31
3.7.1. Materia Prima (Mortiño).....	31
3.7.2. Mortiño Deshidratado.....	32
3.7.3. Manejo de la investigación .....	34
3.8. Análisis proximal.....	36
3.9. Determinación de la Osmodeshidratación .....	37
3.10. Deshidratación .....	38
3.11. Determinación del contenido de polifenoles; Método Folin-Ciocalteu.....	39
3.12. Determinación de la cantidad de antioxidantes; Método ABTS.....	40
3.13. Análisis Estadístico.....	42
CAPÍTULO IV .....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Resultados del análisis proximal de humedad, ceniza, grasa y fibra .....	43
4.2. Resultados del análisis del contenido de proteína .....	45



4.3. Resultados de la pérdida de agua y ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica .....	47
4.4. Resultados de la deshidratación osmótica y secado del mortño .....	59
4.5. Resultados del análisis del contenido de polifenoles .....	60
4.6. Resultados del análisis de la cantidad de antioxidantes.....	67
4.7. Comprobación de la hipótesis.....	75
4.7.1. Hipótesis a verificar .....	75
4.7.2. Verificación de la hipótesis para el contenido de polifenoles totales .....	75
4.7.3. Verificación de la hipótesis para la cantidad de antioxidantes .....	75
4.8. Conclusiones .....	76
4.9. Recomendaciones .....	77
BIBLIOGRAFÍA .....	78
ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Taxonomía del mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ) .....	6
2.	Composición nutricional ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ) .....	6
3.	Taxonomía del mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) .....	8
4.	Composición nutricional ( <i>Vaccinium meridionale</i> ) .....	8
5.	Clasificación del mortiño por grado de madurez.....	11
6.	Localización de la investigación.....	23
7.	Situación geográfica y climática.....	23
8.	Equipos .....	26
9.	Reactivos .....	27
10.	Factores en estudio .....	28
11.	Combinación de tratamientos .....	28
12.	Características del experimento.....	29
13.	Modelo de análisis de varianza (ANOVA).....	30
14.	Clasificación del mortiño por grado de madurez.....	32
15.	Variables experimentales con su método para su medición .....	32
16.	Ingredientes azúcar invertida/agua .....	34
17.	Porcentaje del análisis proximal de dos variedades de mortiño .....	43
18.	Resultados de los análisis de proteína de dos variedades de mortiño .....	45
19.	Resultados reportados de pH y °Brix de dos variedades de mortiño .....	45
20.	Resultados de la pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño .....	47
21.	Análisis de varianza para el contenido de humedad.....	48
22.	Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por tipo de agente osmótico .....	49
23.	Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por concentración de agente osmótico .....	50
24.	Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por temperatura de deshidratación .....	52
25.	Análisis de varianza para contenido de sólidos solubles.....	53

26. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por tipo de agente osmótico.....	54
27. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por concentración de agente osmótico .....	56
28. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por temperatura de deshidratación .....	57
29. Resultados de la deshidratación osmótica y secado de dos variedades de mortiño	59
30. Resultados del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu .....	60
31. Análisis de varianza para el contenido de polifenoles.....	62
32. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por tipo de agente osmótico .....	63
33. Prueba de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por concentración de agente osmótico.....	64
34. Prueba de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por temperatura de deshidratación .....	66
35. Resultados del análisis de la cantidad de antioxidantes ABTS .....	67
36. Análisis de varianza de la cantidad de antioxidantes .....	69
37. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por tipo de agente osmótico .....	70
38. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por concentración de agente osmótico .....	71
39. Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por temperatura de deshidratación.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Dinámica de la producción mundial de mortiño .....	9
2.	Mortiño en el Ecuador .....	10
3.	El proceso de deshidratación osmótica.....	15
4.	Gráfico de medias del contenido de humedad del factor A.....	49
5.	Interacciones del contenido de humedad del factor A.....	50
6.	Gráfico de medias del contenido de humedad del factor B.....	51
7.	Interacciones del contenido de humedad del factor B.....	51
8.	Gráfico de medias del contenido de humedad del factor C.....	52
9.	Interacciones del contenido de humedad del factor C.....	53
10.	Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor A.....	55
11.	Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor A.....	55
12.	Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor B.....	56
13.	Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor B.....	57
14.	Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor C.....	58
15.	Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor C.....	58
16.	Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor A.....	63
17.	Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor A.....	64
18.	Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor B.....	65
19.	Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor B.....	65
20.	Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor C.....	66
21.	Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor C.....	67
22.	Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor A.....	70
23.	Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor A....	71



24. Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor B. .....	72
25. Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor B....	72
26. Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor C. .....	73
27. Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor C....	74

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.	Actividad del agua .....	18
2.	Pérdida de humedad.....	19
3.	Modelo de Hawkes y Flink.....	19
4.	% Humedad .....	19
5.	% de pérdida de agua.....	20
6.	% Ganancia de sólidos.....	20
7.	Modelo del diseño experimental.....	29
8.	Método LSD .....	30
9.	Prueba LSD .....	31
10.	Contenido de humedad .....	33
11.	Cálculo de polifenoles totales.....	40
12.	Corrección de la absorbancia neta de la muestra para ABTS.....	42
13.	Cálculo de la cantidad de antioxidantes por ABTS.....	42

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- $A_i$ : Efecto del Factor A
- $A_j$ : Efecto del Factor B
- $AB_{ij}$ : Efecto de la Interacción (AxB)
- $A_w$ : Actividad de agua
- ABTS*: Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico
- DCA*: Diseño completamente aleatorizado
- $\epsilon_{ijk}$ : Efecto del Error Experimental
- $H_a$ : Hipótesis Alternativa
- $H_0$ : Hipótesis Nula
- HRE*: Humedad relativa del aire en equilibrio con la solución o alimento
- $\%H$ : Porcentaje de humedad
- $H_0$ : Contenido inicial de agua en la muestra (g)
- $H_t$ : Contenido de agua en la muestra en el tiempo t (g)
- $H_0$ : Humedad inicial
- $H_f$ : Humedad final
- INEN*: Instituto Ecuatoriano de Normalización
- $k$ : Se asocia a la velocidad de transferencia de agua que ocurre a través del mecanismo osmótico difusional
- $k_0$ : Cuantifica la ganancia o la pérdida de agua que ocurre luego de procesamientos cortos
- $k$  y  $k_0$ : Parámetros cinéticos empíricos
- $K_1$   $K_2$ : Parámetros del modelo
- LSD*: Diferencia mínima significativa
- $M_0$ : Masa inicial de la muestra (g)
- $M_{S0}$ : Masa seca inicial de la muestra (g)
- $M_{st}$ : Masa seca de la muestra en un tiempo t (g)
- PA*: Pérdida de agua
- $P_w$ : Presión parcial de vapor de agua de la fase condensada: solución acuosa o alimento.
- $P_w^0$ : Presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura.
- SG*: Ganancia de sólidos
- $S_0$ : Sólido soluble inicial

$S_f$ : Sólido soluble final  
 $t$ : Tiempo de deshidratación osmótica  
 $TPA$ : Perfil de textura  
 $\mu$ : Media General  
 $w_1$ : Peso de muestra seca (g)  
 $w_2$ : Peso de muestra seca (g)  
 $Y_{ijk}$ : Variable sujeta de medición



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Mapa de ubicación de la investigación.....	92
2.	Resultados del análisis proximal de dos variedades de mortiño .....	93
3.	Resultados reportados de <i>pH</i> y <i>°Brix</i> de dos variedades de mortiño.....	94
4.	Resultados de la pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño .....	94
5.	Resultados de la deshidratación osmótica y secado de dos variedades de mortiño	95
6.	Resultados obtenidos del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu	96
7.	Resultados obtenidos de la cantidad de antioxidantes por el método ABTS .....	98
8.	Curva estándar para la calibración del contenido de polifenoles .....	100
9.	Curva estándar para la calibración de la cantidad de antioxidantes .....	100
10.	Norma Técnica Ecuatoriana 2996 .....	101
11.	Norma Técnica Ecuatoriana ISO 2172 .....	108
12.	Fotografías de la fase experimental .....	113

## RESUMEN

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un fruto nativo del este de Norteamérica y del sureste de Canadá, se lo ha cultivado en todo el mundo, especialmente en países de clima templado y tienen un sabor ácido-dulce o ácido, posee un color negro morado y pueden consumirse como frutas frescas y también en productos derivados como saborizantes de panadería, rellenos de pastelería, zumos, yogurt, etc. Este fruto tiene altas concentraciones de compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes, antocianinas y flavonoides con potenciales efectos beneficiosos para la salud humana ayudando a fortalecer el sistema inmunitario. El objetivo de la presente investigación fue elaborar un concentrado soluble orientado al fortalecimiento del sistema inmunológico a partir de dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*). Para su realización se aplicó un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial AxBxC (3x2x2) con tres repeticiones. La materia prima se obtuvo en la Parroquia Salinas perteneciente a la Provincia Bolívar durante el mes de noviembre. Se realizó el análisis proximal y elemental de la materia prima donde se observa un contenido de humedad de 90,40%, ceniza de 2,03%, grasa de 0,14%, fibra de 5,99%, proteína de 4,65%, *pH* de 3,40 y °*Brix* de 14. Se aplicó al pretratamiento de fruta fresca un baño de inmersión de 10 min mediante una solución osmótica relación fruta-jarabe. Se evaluó la pérdida de agua, ganancia de sólidos solubles, cantidad de polifenoles totales y antioxidantes. Las mejores condiciones para secar los frutos son miel de abeja, 50°*Brix* a 50°C donde presentó el porcentaje máximo de cantidad de polifenoles totales 74,05mg GAE/g muestra, por otro lado, los frutos de mortiño osmodeshidratado con Sacarosa 50°*Brix* a 70°C presentó el porcentaje máximo de cantidad de antioxidantes 488,35mmol ET/g muestra, demostrando que el pretratamiento de inmersión tiene un efecto significativo en la cantidad total de polifenoles y antioxidantes.

**Palabras claves:** mortiño, deshidratación osmótica, inmersión, polifenoles totales, antioxidantes, ganancia de sólidos, humedad.

## SUMMARY

The mortiño (*Vaccinium meridionale*) is a fruit native to eastern North America and southeastern Canada, has been cultivated worldwide, especially in temperate countries and have a sweet-sour or sour taste, has a purplish black color and can be consumed as fresh fruit and also in derivative products such as bakery flavorings, pastry fillings, juices, yogurt, etc. This fruit has high concentrations of bioactive compounds such as polyphenols, antioxidants, anthocyanins and flavonoids with potential beneficial effects on human health, helping to strengthen the immune system. The objective of this research was to elaborate a soluble concentrate aimed at strengthening the immune system from two varieties of mulberry (*Vaccinium myrtillus*) and (*Vaccinium meridionale*). A completely randomized design in AxBxC factorial arrangement (3x2x2) with three replications was applied. The raw material was obtained in the Salinas Parish, Bolivar Province, during the month of November. The proximal and elemental analysis of the raw material showed a moisture content of 90,40%, ash of 2,03%, fat of 0,14%, fiber of 5,99%, protein of 4,65%, pH of 3,40 and °Brix of 14. The pre-treatment of fresh fruit was submerged for 10 minutes in an osmotic solution with a fruit-syrup ratio. Water loss, soluble solids gain, total polyphenols and antioxidants were evaluated. The best conditions for drying the fruits are bee honey, 50°Brix at 50°C where it presented the maximum percentage of total polyphenols 74.05mg GAE/g sample, on the other hand, the fruits of mortiño osmodeshidratado with sucrose 50°Brix at 70°C presented the maximum percentage of antioxidants 488.35mmol ET/g sample, demonstrating that the immersion pretreatment has a significant effect on the total amount of polyphenols and antioxidants.

**Keywords:** mortiño, osmotic dehydration, immersion, total polyphenols, antioxidants, solids gain, moisture.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un fruto nativo del este de Norteamérica y del sureste de Canadá; sin embargo, se están extendiendo por Europa, Asia, África y Australia (Gómez et al., 2017). Los mortiños pueden consumirse como frutas frescas y también en productos derivados como saborizantes de panadería, rellenos de pastelería, zumos, yogurt, etc. En Ecuador, el mortiño es valorado principalmente por su fruto negro-morado, ampliamente utilizado para la preparación de bebidas tradicionales, helados, vinos y conservas (Loor & Zambrano, 2016). Este fruto tiene altas concentraciones de compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes, antocianinas y flavonoides con potenciales efectos beneficiosos para la salud humana (Alarcón et al., 2018). Para esta investigación se ha aplicado el proceso de deshidratación osmótica, el cual tiene como finalidad eliminar la humedad hasta que se estabilice desde el punto de vista microbiológico y enzimático y limitar el deterioro del producto durante el almacenamiento. Cabe mencionar que la deshidratación osmótica es utilizada como proceso industrial para reducir la actividad del agua (una medida de la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano), infundir soluto en las frutas para aumentar su peso y deshidratarlas donde las frutas, el soluto (azúcar) se mezcla con agua para preparar una solución osmótica (OS) (Vicente, 2016). Para aumentar la producción de frutas deshidratadas, los procesadores de alimentos han buscado nuevas técnicas para acelerar la transferencia de masa, de modo que se pueda reducir el tiempo de secado para ahorrar costes de mano de obra y energía (Yuanshan et al, 2018).

Debido al desconocimiento de las bondades de este fruto se ha planteado la presente investigación para con ello incentivar a la población para el consumo de este fruto en forma deshidratada, debido a que, los contenidos de polifenoles y cantidad de antioxidantes, tienden a disminuir la incidencia de enfermedades como colesterol, diabetes, enfermedades neurodegenerativas, antiinflamatorios, y presión arterial. Siendo importante la determinación de la concentración de antioxidantes para mejorar la salud humana.

Por tal motivo en la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

## **Objetivo General**

Elaborar un concentrado soluble orientado al fortalecimiento del sistema inmunológico a partir de dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*).

## **Objetivos Específicos**

- Analizar la materia prima desde el enfoque proximal y elemental.
- Conocer cómo influye la velocidad de deshidratación osmótica en las dos variedades de mortiño.
- Establecer los parámetros adecuados de aplicación como tiempo y temperatura en la deshidratación osmótica en las dos variedades de mortiño.
- Estudiar el efecto de la deshidratación osmótica en el contenido de polifenoles y antioxidantes del mortiño.

## 1.2. PROBLEMA

Entre las técnicas de deshidratación de frutas con mayor proyección, se encuentra la deshidratación osmótica, la cual consiste en sumergir trozos en una solución hipertónica (solución osmótica) compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, con una doble transferencia de masa (Ahmed, Qazi, & Jamal, 2016). El mortiño se ha cultivado en todo el mundo, especialmente en países de clima templado, y tienen un sabor ácido-dulce o ácido que se puede consumir tanto en natural como procesados. Estos frutos son ricos en compuestos fenólicos que son utilizados como antioxidantes que ayudan al fortalecimiento del sistema inmunitario. La explotación comercial se relaciona directamente con sus características funcionales, que incluyen altos niveles de compuestos fenólicos y antocianinas, vitaminas y minerales esenciales para la nutrición humana, además de tener bajos niveles de lípidos y sodio (Wang et al., 2017). Entre sus propiedades bioactivas destacan ser anticancerígeno, antiinflamatorio, antihipertensivo, hipoglucémico, además de tener una alta capacidad antioxidante (Diaconeasa et al., 2015). Según González (2018), manifiesta que, en condiciones del valle de Guayllabamba, Provincia de Pichincha, se reporta producciones de mortiño (*Vaccinium myrtillus*), que van desde los 800g/planta en el primer año y de 1200g/planta a partir del segundo año. La producción se destina al mercado nacional, específicamente a Supermaxi, el cual solicita 700kilos semanales de los cuales solo se logra proveer 70 a 80kg. La producción de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) en Ecuador se desarrolla en Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y en la Costa en las provincias de Santa Elena y el Oro (Gómez, 2020). Mientras que en su parte el mortiño (*Vaccinium meridionale*) se encuentra de forma silvestre en los páramos andinos en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Sucumbíos, Imbabura, Tungurahua y Zamora siendo su mayor producción en Cotacachi (Loor & Zambrano, 2016).

Este fruto considerado como fuente importante de compuestos fenólicos y gran capacidad antioxidante, ofrecen la oportunidad de ser aprovechados tanto en su consumo directo y como producto procesado. La disponibilidad de esta materia prima no es constante en el transcurso del año debido a su estacionalidad de producción. Este aspecto menciona la necesidad de aplicar un proceso agroindustrial como es la deshidratación osmótica para procesar la materia prima y obtener un producto de calidad disponible todo el año.

Sin embargo, cabe mencionar que no se dispone de información de relevancia científica acerca de los factores cómo; tipo de agente osmótico, concentración del agente

osmótico y temperatura de deshidratación con sus niveles a trabajar que tendrán un efecto significativo en las variables experimentales; contenido de humedad, cantidad de polifenoles, concentración de sólidos solubles y capacidad antioxidante, aspectos importantes a ser considerados en la elaboración de concentrados solubles para contribuir al fortalecimiento del sistema inmunológico.

De continuar esta realidad, el sector empresarial agroindustrial, continuará con el enfoque de reemplazar el uso de las tecnologías relacionadas a la conservación por frío con el fin de mejorar la estabilidad del producto se plantea la aplicación de la deshidratación osmótica.

### **1.2.1. Formulación del problema**

En base de lo expuesto el presente estudio se orienta a conocer los parámetros de proceso de deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño, producidas en los sectores rurales de la Provincia Bolívar; para lo cual se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo elaborar un concentrado soluble orientado al fortalecimiento del sistema inmunológico a partir de dos variedades de mortiño para obtener un producto de calidad?

### **1.2.2. Sistematización del problema**

Para la realización de esta investigación es necesario despejar interrogantes científicas metodológicas que contribuirán al cumplimiento del objetivo general; nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo analizar la materia prima desde el enfoque proximal y elemental?

¿Cómo influye la velocidad de deshidratación osmótica en las dos variedades de mortiño?

¿Cuáles son los parámetros adecuados de aplicación como tiempo y temperatura en la deshidratación osmótica en las dos variedades de mortiño?

¿Cuál es el efecto de la deshidratación osmótica en el contenido de polifenoles y antioxidantes del mortiño?

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades del mortiño (*Vaccinium myrtillus*)

El mortiño (*Vaccinium myrtillus*) es un frutal arbustivo perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia Ericáceas, originario del sotobosque hemisferio norte, básicamente en Norteamérica, y constituyen un grupo de especies ampliamente grande, distribuyéndose también por Europa Central y Eurasia, América del Sur (Lima, 2019).

##### 2.1.1. Descripción botánica del mortiño (*Vaccinium myrtillus*)

El mortiño (*Vaccinium myrtillus*) es un arbusto perenne, de ramificación basitónica, de madera leñosa, que llega alcanzar en su madurez tres metros de altura (Mesa, 2015). En vista que la raíz tiene un aspecto fibroso y se distribuyen superficialmente, lo que las vuelve dependientes de una provisión constante de humedad ya que en condiciones naturales las raíces están asociados con hongos micorrízicos específicos, con los cuales mantienen una relación de mutuo beneficio (simbiótica) (Paita, 2017).

Chávez (2019), resalta que el tallo presenta un segundo pequeño tallo subterráneo (corona), recto, cuadrangular y muy ramificado. Generalmente son de color marrón-anaranjado, según la especie. De acuerdo con Flores (2019), teniendo en cuenta que las hojas son simples, enteras o aserradas, y ubicadas alternamente a lo largo del tallo que varían de 1 a 8cm de largo, son de forma lanceolada u ovalada y de color verde pálido.

Las flores son pedunculadas, axilares o terminales y se abren solitarias o en racimo; son de color blanco, el ovario está unido al cáliz; contiene entre cinco y cuatro celdas con uno o más óvulos en cada lóculo (Mesa, 2015). A su vez este fruto es una baya esférica que va de 1,5 a 0,7cm de diámetro y su color depende de la variedad que puede ser; azuladas o rojizas, sabor agridulce, jugoso y aromático, ricas en antocianinas y minerales. Sus cualidades nutricionales y antioxidantes lo convierten en un fruto de alto valor nutricional (Montero, 2015).



### 2.1.2. Clasificación taxonómica del mortiño (*Vaccinium myrtillus*)

Según Flores (2019), taxonómicamente el mortiño se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Taxonomía del mortiño (Vaccinium myrtillus)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophytas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dilleniidae
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Subfamilia	<i>Vaccinioideae</i>
Nombre científico	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Tribu	<i>Vaccinieae</i>
Sección	Cyanococcus
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.

Fuente: Flores (2019).

### 2.1.3. Composición bromatológica del mortiño (*Vaccinium myrtillus*)

De acuerdo con Montero (2015), la composición bromatológica del mortiño se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 2**

*Composición nutricional (Vaccinium myrtillus)*

Nutriente	Valor por 100g
Agua (g)	87,40
Proteínas (g)	0,30
Fibras (g)	1,70
Calorías (kcal)	42,00
Vitamina A (UI)	30,00
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,01
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,02

Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,01
Vitamina C (mg)	12,00
Ácido nicotínico (mg)	0,20
Sodio (mg)	2,00
Potasio (mg)	72,00
Calcio (mg)	14,00
Magnesio (mg)	6,00
Manganeso (mg)	0,50
Hierro (mg)	0,50
Fósforo (mg)	10,00

Fuente: Montero (2015).

## 2.2. Generalidades del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) pertenece a la familia de las Ericaceae las cuales forman un grupo de especies abundantemente distribuidas en Sudamérica y algunos países centroamericanos. El (*Vaccinium meridionale*) denominado mortiño se encuentra distribuido en los Andes de Venezuela, Colombia y Perú. En el Ecuador se puede encontrar la planta de mortiño desde la provincia del Carchi hasta Loja (Ayala, 2017).

### 2.2.1. Descripción botánica del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un arbusto pequeño que puede alcanzar hasta 3,5m de altura; es una baya esférica de color azul oscuro con un diámetro entre 5 y 8mm (Cautin & Escobar, 2019). Este arbusto presenta un crecimiento vertical y muy rara vez curvado, sus hojas son decurrentes, son coriáceas, elípticas, ovaladas, su base es cuneada a redonda, su ápice es ligeramente redondeado acuminado y su margen es crenado-aserrado (Proaño, 2015).

Medina et al., (2015), señalan que la floración coincide con épocas secas y se asocia inversamente con el brote de hojas la presencia de flores en esta época se puede dar como una respuesta al estrés hídrico ya que al darse la producción de frutos en época lluviosa se favorece el desarrollo de las plántulas son de color rojizo, por presencia de pigmentos antocianicos.

El fruto es una baya globosa de más o menos 1cm de diámetro y color verde en estado inmaduro y morado oscuro, casi negro en su madurez. Con dos épocas de fructificación al

año, una entre abril y mayo llamada “mitaca” y la cosecha más abundante entre septiembre y diciembre (Proaño, 2015).

### 2.2.2. Clasificación taxonómica del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

De acuerdo con Haro (2016), taxonómicamente el mortiño se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 3**

*Taxonomía del mortiño (Vaccinium meridionale)*

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Nombre Científico	<i>Vaccinium meridionale</i>
Sinonimia	<i>Vaccinium mortinia</i>

Fuente: Haro (2016).

### 2.2.3. Composición bromatológica del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

Loor & Zambrano (2016), señalan que la composición bromatológica del mortiño se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 4**

*Composición nutricional (Vaccinium meridionale)*

Componentes	Valor por 100g
Calorías (kcal)	100,00
Proteínas (g)	0,97
Grasa Total (g)	1,00
Carbohidratos (g)	20,50
Calcio (mg)	9,00
Hierro (mg)	0,24
Magnesio (mg)	7,00
Fósforo (mg)	15,00
Potasio (mg)	129,00
Sodio (mg)	9,00

Zinc (mg)	0,16
Cobre (mg)	0,09
Vitamina C (mg)	0,41
Tiamina (mg)	0,07
Riboflavina (mg)	0,07
Niacina (mg)	0,25
A Pantoténico (mg)	0,13
Vitamina B6 (mg)	0,05
Vitamina A (IU)	145,00
Folacina (mg)	9,30

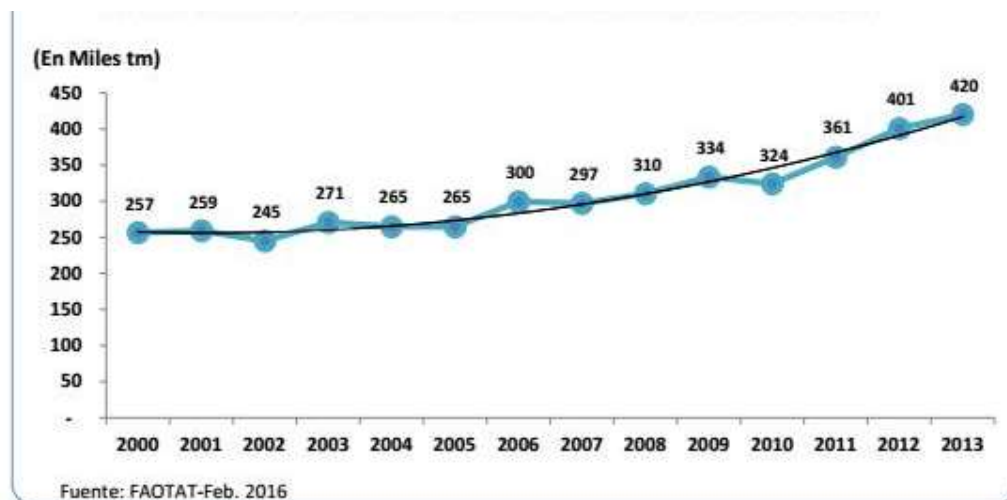
Fuente: Loor & Zambrano (2016).

### 2.3. Producción Mundial del mortiño

La producción total mundial del mortiño fue de 629,20 toneladas en 2016. Los principales distribuidores de mortiño en el mundo son; EE.UU., Chile, Canadá, España, China, Marruecos y otros 30 países (Ma et al., 2018). Inicialmente la producción de mortiño ha tenido buenas tendencias de crecimiento en los últimos años, en el año 2000 al 2015 se registraron producciones promedias de 257 mil toneladas a 265 mil, se puede observar en la figura 1 debido que en el año 2013 su producción alcanzó las 420 mil toneladas (Bustillo, 2018).

#### Figura 1

*Dinámica de la producción mundial de mortiño*



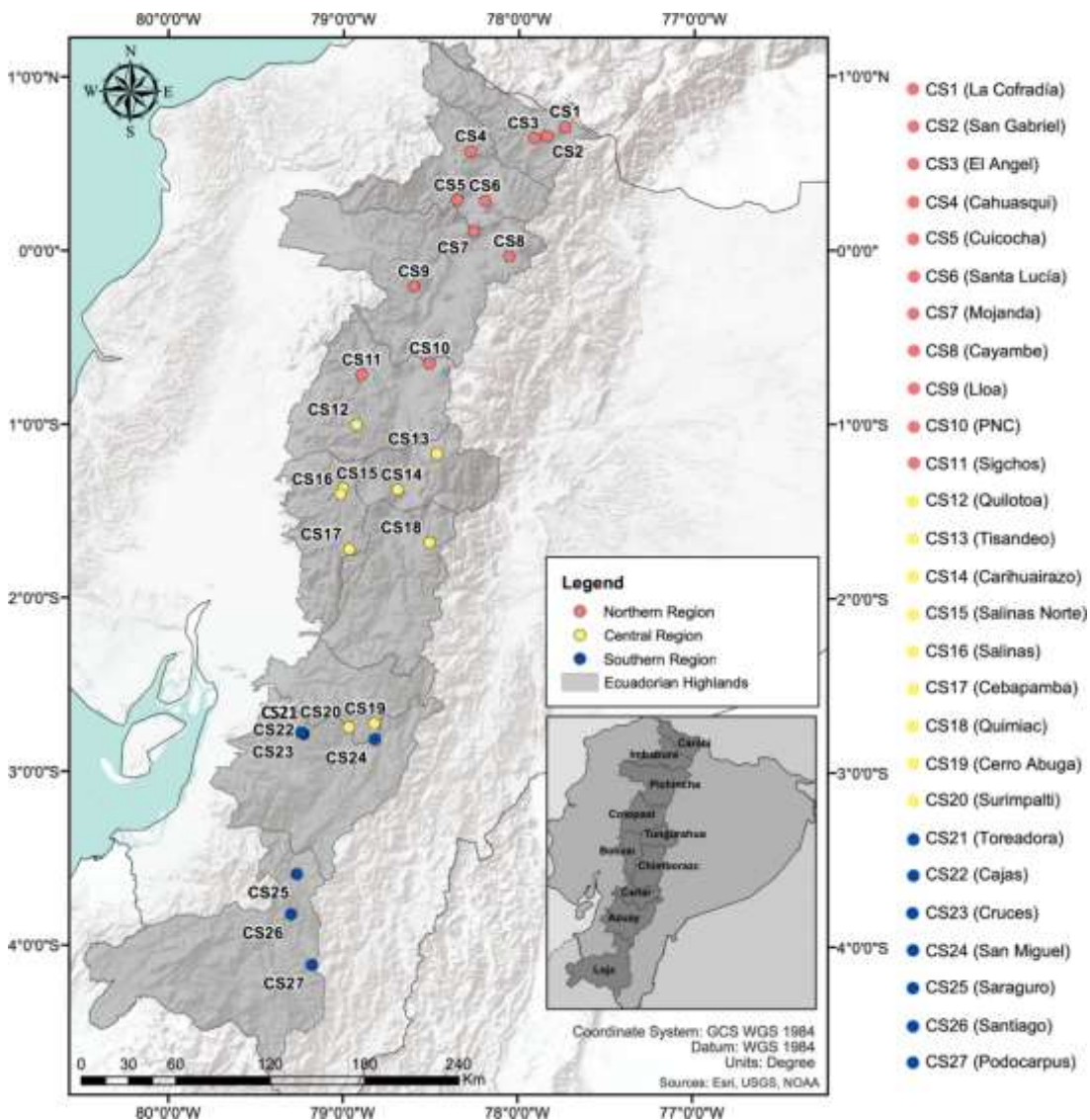
Fuente: Bustillo (2018).

## 2.4. Producción Nacional del mortiño

En condiciones del valle de Guayllabamba, provincia de Pichincha, se reporta producciones de mortiño, que van desde los 800g/planta a 1 200g/planta. La producción se destina al mercado nacional; Supermaxi, el cual solicita 700kilos semanales los cuales solo se logra proveer 70 a 80kg (Gonzalez, 2018). Siendo así la producción de mortiño en Ecuador se desarrolla en; Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y en la Costa en las provincias de Santa Elena y el Oro, se puede observar en la figura 2 (Gómez, 2020).

**Figura 2**

*Mortiño en el Ecuador*



Fuente: Vega et al., (2020).

## 2.5. Variedades del mortiño

En el Ecuador existen tres especies representativas, dos nativas y una es endémica. En nuestro país se encuentran especies como *Vaccinium Floribundum*, *Vaccinium Crenatum* y *Vaccinium Distichum*, las mismas que tienen las siguientes especificaciones (Solange & Navarro, 2016).

- ***Vaccinium Floribundum***: Es un arbusto que puede medir desde 0,2 a 2,5m de altura y entre los 5 y 8mm de diámetro, presenta inflorescencias axilares con racimos de 6 a 10 flores, su fruto es redondo, de un color negro azulado (Loor & Zambrano, 2016).
- ***Vaccinium Crenatum***: Presenta un hábito de crecimiento postrado, sus hojas son coriáceas, glabras, decurrentes, lanceoladas, su base es crenado, presenta flores solitarias o inflorescencias axilares de máximo tres flores; su fruto es redondo, presenta un color azulado a negro, cuyo diámetro es de 9mm (Solange & Navarro, 2016).
- ***Vaccinium Distichum***: Es un pequeño arbusto, cuyas ramas son colgantes, tiene las hojas delgadas, dísticas, dando a la planta entera una apariencia delgada, sus flores no se presentan en racimo, estas son solitarias y axilares, sus frutos son redondos, cuyo diámetro es de 7,5mm (Proaño, 2015).

## 2.6. Estado de madurez del mortiño

Peña et al., (2020), mencionan que la maduración fisiológica del fruto inicia antes de que termine el crecimiento e incluye, diferentes procesos, para el caso del mortiño, se han determinado 5 etapas de maduración, clasificados de acuerdo con el color de la epidermis y variaciones fisicoquímicas.

**Tabla 5**

*Clasificación del mortiño por grado de madurez*

Estado de Madurez	Característica
1	Color verde 100%
2	Color 50% verde – 50% rosado
3	Color rosado 100%
4	Color 50% negro – 50% rosado





Fuente: (Buitrago & Soledad, 2015).

## 2.7. Usos del Mortiño

El mortiño tiene una diversidad de usos, el más representativo en el Ecuador es el alimenticio, se lo puede consumir crudo o directamente como fruta; el mismo es sometido a conservación en refrigeración sin que esté altere sus propiedades (Loor & Zambrano, 2016).

- **Uso alimenticio:** Es rico en antioxidantes, contiene un alto contenido de vitamina *C* y vitaminas del complejo *B*, también minerales como potasio (*K*), calcio (*Ca*), fósforo (*P*) y magnesio (*Mg*); proteínas, fibra, un alto contenido de agua y es de buen sabor (Antamba, 2020).
- **Uso ornamental:** La planta del mortiño, posee hojas brillantes, lisas, y de color granate y rosado en su juventud, son usadas para adornos ambientales, además al ser podada el arbusto adquiere forma decorativa, en floristería (Burgos, 2020).
- **Uso medicinal:** El mortiño presenta una serie de ventajas preventivas y medicinales, los campesinos lo utilizan para calmar el reumatismo, fiebres y cólicos, sanar la gripe, dolencias del hígado, riñones y pulmones ya que la fruta posee un alto contenido de antocianinas y vitamina *C* (Viteri, 2016).

## 2.8. Conservación de los alimentos

La conservación de los alimentos permite contribuir a la seguridad e inocuidad de los alimentos, así como inhibir las reacciones bioquímicas y limitar la entrada de microorganismos como bacterias u hongos (Ullaguari, 2021). Todos nuestros alimentos derivan de las plantas o animales, son por lo tanto de origen biológico y es, precisamente, esta naturaleza biológica la causa de una transformación que no solo modifica sus características originales, sino que llegan a producir su deterioro (Salvatierra, 2019).

### 2.8.1. Tecnologías de conservación de frutas

Pasquel (2016), menciona que es importante los procesos de conservación ya que disminuye las alteraciones provocadas por agentes químicos, físicos o biológicos que son los responsables del deterioro de alimentos. Entre los métodos de conservación más frecuentes están los tratamientos de calor, refrigeración, adición de azúcar, fermentación y deshidratación (Ullaguari, 2021).

- **Tratamientos de calor:** Son procesos donde se utilizan temperaturas altas en un determinado tiempo para la conservación de los alimentos, las frutas o vegetales son envasados y sometidos a tratamientos de calor como pasteurización alrededor de  $60^{\circ}\text{C}$  durante  $30\text{min}$  (Pasquel, 2016).
- **Refrigeración:** En este proceso las temperaturas acordes son de  $2$  y  $8^{\circ}\text{C}$ , los cuales son aplicados a los alimentos frescos con la finalidad de evitar alteraciones en el producto. La refrigeración permite retrasar el deterioro de procesos químicos y físicos como también de agentes microbianos (Ullaguari, 2021).
- **Adición de azúcar:** La adición de azúcar, disminuye la humedad como en el caso de las frutas, constituye otro método de preservación de los productos alimenticios como un aditivo natural y eficaz. Su éxito se debe al efecto inhibidor en la creación de microorganismos (Piqueras, 2016).
- **Fermentación:** Es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico (Garcia & Loor, 2017). Por lo que el uso de microorganismos como las levaduras del género *Saccharomyces* realizan el proceso de fermentación, transformando el azúcar natural de las frutas en ácidos o alcoholes (Pasquel, 2016).
- **Deshidratación:** es un procedimiento de conservación que, al eliminar la totalidad del agua libre de un alimento, impide toda actividad microbiana y reduce la actividad enzimática (Gramajo, 2017). La deshidratación extiende la vida útil de los alimentos obteniendo productos con mayor valor agregado. Esto permite disponer de frutas y hortalizas durante todo el año y evita la pérdida de los excedentes de producción y consumo (Cedeño, 2017).

## 2.9. Tipos de Deshidratación

### 2.9.1. Secado solar o natural

López (2021), explica que el secado natural es un método económico y sencillo, se necesita de un clima de elevadas temperaturas y baja humedad. La fruta deshidratada al sol tiene un proceso más lento y su contenido de humedad no se reduce a menos del 15%.



### **2.9.2. Atomización**

Según Pasquel (2016), señala que la atomización es un método de deshidratación mediante partículas suspendidas, el alimento que se encuentra en estado líquido es transformado en gotas y luego en partículas secas.

### **2.9.3. Deshidratación por microondas**

Según Medina (2015), menciona que esta técnica se emplea como forma de calentamiento, la generación de energía térmica directamente en el interior del alimento, lo que permite superar excesivos tiempos de deshidratación con respecto a otros métodos. García (2016), señala que la aplicación de microondas genera un calentamiento interno y una presión de vapor dentro del producto que suavemente “bombea” la humedad hacia la superficie, reduciendo la resistencia interna del alimento al movimiento de agua y causando su deshidratación.

### **2.9.4. Deshidratación por aire caliente**

Garcés (2019), resalta que la deshidratación por aire caliente se presenta una transferencia de calor por convección y al entrar en contacto con el elemento el aire da paso a la evaporación del agua, en este método el aire caliente elimina el agua en estado libre de los productos. De acuerdo con Burbano (2015), señala que este tipo de deshidratación utiliza hornos de generación de aire caliente, dentro de los cuales se deposita la fruta, a diferente temperatura y por diferentes lapsos de tiempo, la fruta se vaya secando de manera uniforme y progresiva.

### **2.9.5. Deshidratación por liofilización**

La liofilización es un proceso de deshidratación mediante el principio de sublimación, es decir donde el agua del alimento es congelada y es eliminada en estado gaseoso sin que pase a un estado líquido (Pasquel, 2016). La liofilización de productos biológicos es el mejor método para la remoción del agua a fin de obtener productos de la más alta calidad comparada con otros tratamientos de deshidratación (Diaz, 2018).

### **2.10. Deshidratación osmótica**

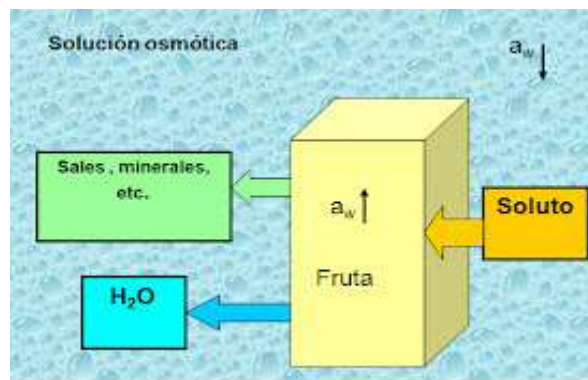
La deshidratación osmótica es un método de conservación que permite eliminar agua contenida en frutas u hortalizas al ponerlo en contacto directo con una solución hipertónica

con solutos capaces de generar una presión osmótica alta (Castelo, 2017). La cual consiste básicamente en la remoción del contenido de agua del producto con un aumento simultáneo de sólidos por efecto de la presión osmótica. Esta técnica se realiza por inmersión de un alimento sólido (entero o en trozos) en una solución hipertónica de uno o más solutos (agente deshidratante) (Vicente, 2016). En la Deshidratación Osmótica el alimento disipa agua y algunos solutos solubles, gana sólidos solubles, se encoge y reduce su volumen. Así también indica que la velocidad a la que sale el agua del alimento hacia el jarabe, es mayor que la entrada de los sólidos solubles hacia el interior del alimento (Parra, 2020).

De acuerdo con Valverde (2019), la deshidratación osmótica se realiza a bajas temperaturas (generalmente entre 20 – 50°C), se puede remover más del 60% de agua del alimento, conservando sus características nutritivas (vitaminas y compuestos termolábiles) y estructurales. Según Ponce (2019), el proceso de deshidratación osmótica donde se produce la pérdida de agua y algunos nutrientes como sales y minerales y la ganancia de sólidos se puede observar en la figura 3.

**Figura 3**

*El proceso de deshidratación osmótica*



Fuente: Ponce (2019).

### 2.11. Factores que afectan la deshidratación osmótica

Rodiles et al., (2016), consideran que los factores que pueden afectar la deshidratación osmótica lo hacen sobre la velocidad de deshidratación:

- Naturaleza del alimento.
- Geometría y tamaño del producto.
- Tipo de agente osmótico.
- Concentración de la solución osmótica.
- Temperatura.
- Tiempo.

- Relación solución: alimento.
- Agitación de la solución osmótica.
- Presión de trabajo.

A continuación, se detallan cada uno de los factores antes mencionados:

#### **2.11.1. Naturaleza del alimento**

Según Melo (2015), menciona que existen factores influyentes en el proceso de osmodeshidratación dependiendo estrictamente de la fruta o naturaleza del alimento; como la permeabilidad y las características estructurales de las paredes o membranas celulares, la composición de los jugos interiores de la pulpa y contenido de sólidos solubles.

#### **2.11.2. Geometría y tamaño del producto**

La geometría y tamaño del producto es muy importante dado a que variará la superficie por unidad de volumen expuesta a la difusión y esta superficie influye en la velocidad de deshidratación y en la absorción de solutos, puesto que la superficie por unidad de volumen se modifica para los diferentes tamaños (Quiñones, 2019).

#### **2.11.3. Tipo de agente osmótico**

El agente osmótico influye en la velocidad de deshidratación, debido a la concentración y composición de este. Teóricamente, existe una gran variedad de solutos (agente osmótico) pero estos deben ser compatibles con los alimentos como el azúcar de mesa, (sacarosa) o jarabes concentrados como la miel de abejas (Quiñones, 2019). Los tipos de soluto más empleados son la sacarosa destinada para frutas y cloruro de sodio para vegetales y carnes, es bueno detallar que distintas mezclas de solutos han sido probadas como otros agentes y sus combinaciones (Castelo, 2017).

#### **2.11.4. Concentración de la solución osmótica**

Parra (2020), menciona que la pérdida de peso y la velocidad de secado incrementarán conforme aumente la concentración del agente osmótico, ya que la  $A_w$  (actividad de agua) de la solución disminuye con un incremento en la concentración de solutos.

### **2.11.5. Temperatura**

Es uno de los parámetros más importante que afecta la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos, debido a que el aumento de la temperatura del sistema va a producir cambios en la permeabilidad de la pared celular y en la fluidez del jarabe (Quiñones, 2019). Cabe mencionar que la ganancia de solutos es menos afectada que la pérdida de agua por la temperatura ya que a altas temperaturas el soluto no puede difundir tan fácilmente como el agua a través de la membrana celular de los tejidos del producto (Allcca, 2017).

En general, cuando más alta es la temperatura de una solución hipertónica, mayor es la velocidad de eliminación de agua. Las temperaturas usadas se encuentran en el intervalo 20 a 70°C, a altas temperaturas puede ocurrir una decoloración del alimento (Vilca, 2015).

### **2.11.6. Tiempo**

En la medida en que aumenta el tiempo de procesamiento, se produce una mayor pérdida de agua y una mayor ganancia de sólidos, sin embargo, no conviene deshidratar más allá de una pérdida del 50% del peso pues la tasa osmótica disminuye en el tiempo (Cayhualla, 2015). Los cambios más importantes del fenómeno de deshidratación ocurren durante las dos primeras horas del proceso, la mayor ganancia de sólidos durante los primeros 60min y la condición de equilibrio se alcanza a tiempos prolongados (Allcca, 2017).

El tiempo requerido para obtener un nivel de concentración de sólidos específicos en el alimento durante la deshidratación osmótica varía mucho, depende de los factores y puede ir de 1 a 18hrs (Cerdán & Marianella, 2016).

### **2.11.7. Relación solución: alimento**

Allcca (2017), resalta que la cantidad de solución requerida por unidad de peso del alimento a procesar cuando se sumerge el alimento en la solución, éste va perdiendo agua de manera progresiva y a una velocidad directamente proporcional al nivel de concentración de la solución.

### **2.11.8. Agitación de la solución osmótica**

Según Parra (2020), la deshidratación osmótica puede favorecerse mediante la agitación, ya que está reduce la resistencia de transferencia de masa en la superficie del

alimento, además de homogeneizar la temperatura y la concentración de solutos en la solución.

### 2.11.9. Presión de trabajo

La presión de trabajo influye en ciertos casos de manera significativa en el transporte de materia que se produce durante la deshidratación osmótica de un alimento. Cabe destacar que la importancia de esta variable va ligada a la porosidad del producto a deshidratar (Valverde, 2019).

El uso de presiones reducidas estacionarias posibilita el aumento de la tasa de remoción de agua, en relación a la presión atmosférica, haciendo el proceso más rápido, con poca o ninguna modificación en la transferencia de soluto (Ponce, 2019).

## 2.12. Modelos Matemáticos

Se emplearon los modelos matemáticos de Peleg, Hawkes y Flink para describir las cinéticas de secado durante el proceso de deshidratación osmótica, usados en el secado de alimentos y otros bioproductos, estos modelos son derivados del modelo difusional para diferentes geometrías y condiciones del entorno.

### 2.12.1. Actividad de agua ( $A_w$ )

Es una variable adimensional que solo está definida para un sistema en equilibrio y su valor es aplicable únicamente en condiciones específicas de temperatura y presión. La  $a_w$  mide entonces la disponibilidad de agua en un producto, para que actúe como reactante, solvente, humectante, nutriente, etc (Tapia, 2020).

La actividad de agua se define de la siguiente manera:

$$A_w = P_w/P_w^0 = HRE/100$$

*Ecuación 1. Actividad del agua*

#### Donde:

$A_w$ : Actividad de agua.

$P_w$ : Presión parcial de vapor de agua de la fase condensada: solución acuosa o alimento.

$P_w^0$ : Presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura.

$HRE$ : Humedad relativa del aire en equilibrio con la solución o alimento.

### 2.12.2. Modelo de Peleg

Ulloa et al., (2016), mencionan que el modelo empírico más usado para describir el fenómeno de deshidratación en alimentos, consiste en un modelo de dos parámetros ( $K_1$  y  $K_2$ ), cuya función describe el cambio continuo de una cinética de primer orden ( $a \ t \rightarrow 0$ ), a una cinética de cero órdenes ( $a \ t \rightarrow \infty$ ) se puede modelar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{t}{H - H_0} = K_1 + K_2 * t$$

*Ecuación 2. Pérdida de humedad*

#### **Donde:**

$t$ : Tiempo de deshidratación osmótica

$H$ : Contenido de humedad a tiempo  $t$

$H_0$ : Contenido de humedad inicial

$K_1$   $K_2$ : Parámetros del modelo.

### 2.12.3. Modelo de Hawkes y Flink

$$WL = kt^{0.5} + k_0$$

*Ecuación 3. Modelo de Hawkes y Flink*

#### **Donde:**

$k$  y  $k_0$ : Parámetros cinéticos empíricos.

$k$ : Asocia a la velocidad de transferencia de agua que ocurre a través del mecanismo osmótico difusional.

$k_0$ : Cuantifica la ganancia o la pérdida de agua que ocurre luego de procesamientos cortos (Rocca & Mascheroni, 2018).

## 2.13. Cálculos Cinéticos

### 2.13.1. % Humedad

La humedad se determina usando la estufa, método AOAC 930.15, aplicándose la siguiente ecuación (Cerdán & Marianella, 2016):

$$\% H = \frac{w_1 - w_2}{w_1}$$

*Ecuación 4. % Humedad*

**Donde:**

%  $H$ : Porcentaje de humedad

$w_1$ : Peso de muestra (g)

$w_2$ : Peso de muestra seca (g)

**2.13.2. % Pérdida de agua (PA)**

$$\%PA = \frac{H_0 - H_t}{M_0} * 100$$

*Ecuación 5. % de pérdida de agua*

**Donde:**

$H_0$ : Contenido inicial de agua en la muestra (g)

$H_t$ : Contenido de agua en la muestra en el tiempo t (g)

$M_0$ : Masa inicial de la muestra (g)

**2.13.3. % Ganancia de sólidos (SG)**

$$\%SG = \frac{M_{S0} - M_{st}}{M_0} * 100$$

*Ecuación 6. % Ganancia de sólidos*

**Donde:**

$M_{S0}$ : Masa seca inicial de la muestra (g)

$M_{st}$ : Masa seca de la muestra en un tiempo t (g)

$M_0$ : Masa inicial de la muestra (g)

**2.14. Parámetros de calidad del mortíño**

Los mortíños se mezclarán periódicamente con el fin de que se sequen homogéneamente. Primero se secan a una temperatura de 45°C, y en una segunda fase a 60°C. Los mortíños deshidratados tienen que ser duros y flexibles (Bustillo, 2018). Las bayas deshidratadas no pueden tener moho ni olor extraño, tampoco rastros de quemaduras, tienen que ser ligeras, secas al tacto y al apretarlas en la palma de la mano, deben desbaratarse libremente al abrirla (Chávez, 2019).

**2.14.1. Textura**

El análisis del perfil de textura (TPA) es un excelente procedimiento instrumental que simula la masticación; ayuda a medir y a cuantificar parámetros tales como dureza,

gomosidad, masticabilidad, elasticidad, cohesividad entre otros, los mismos que están asociados con la calidad del alimento (Nogales, 2018).

#### **2.14.2. Sabor y aroma**

Maupoey et al., (2016), indica que los cambios en el sabor y aroma de los productos deshidratados se deben fundamentalmente a la pérdida de componentes volátiles durante el proceso, así como el desarrollo de sabores y aromas típicos de productos cocidos provocados a altas temperaturas.

#### **2.14.3. Color**

El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido físico de la vista. Cabe mencionar que es el atributo visual que puede determinarse de manera instrumental mediante colorimetría o espectrofotometría de reflectancia (López, 2018).

### **2.15. Análisis fisicoquímico de la materia prima y del producto final**

#### **2.15.1. pH**

Gambo & Silva (2018), mencionan que el *pH* es una medida de la acidez de un alimento, conviene referir que el *pH* afecta no sólo al crecimiento microbiano en los alimentos, también a su tasa de supervivencia durante el almacenamiento y los diversos tratamientos de conservación.

#### **2.15.2. Humedad**

Una humedad muy elevada favorece el crecimiento de los microorganismos, especialmente de aquellos que se encuentran en la superficie. La deshidratación/secado se utiliza desde hace mucho tiempo como técnica de conservación de alimentos (Caballero, 2019).

#### **2.15.3. Cenizas**

La determinación de cenizas es una técnica o proceso que permite estimar la cantidad total de minerales presentes en una muestra normalmente de alimento. Corresponde a uno de los análisis imprescindibles en los estudios de calidad y caracterización de la industria alimenticia (Bolívar, 2020).



#### **2.15.4. Sólidos Solubles**

El contenido en azúcares se puede medir directamente por procedimientos químicos, pero como éste es el componente mayoritario de los sólidos solubles (un 80% del total de los sólidos), resulta más fácil e igualmente útil determinar los sólidos solubles totales en el jugo extraído con la ayuda de un refractómetro o un hidrómetro (Yanes, 2018).

#### **2.15.5. Antioxidantes**

Los antioxidantes son ampliamente utilizados como ingredientes en suplementos dietéticos con la esperanza de mantener la salud y de prevenir enfermedades tales como el cáncer y la cardiopatía isquémica. Además de estas aplicaciones en medicina los antioxidantes tienen muchas aplicaciones industriales (Bohorquez, 2016).

#### **2.15.6. Polifenoles totales**

El método Folin-Ciocalteu se utiliza como medida del contenido en compuestos fenólicos totales. Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a *pH* básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a  $765nm$  (García, Fernández, & Fuentes, 2015).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Complejo Agroindustrial perteneciente a la Carrera de Agroindustrias, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente y en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

#### 3.2. Localización de la investigación

En la tabla 6 se detalla la localización de la investigación.

**Tabla 6**

*Localización de la investigación*

Detalle	Localidad
Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	Veintimilla
Sector:	Laguacoto II
Dirección:	Laguacoto II <i>km</i> ½ vía Guaranda-San Simón

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

#### 3.3. Situación geográfica y climática

**Tabla 7**

*Situación geográfica y climática*

Parámetros	Valor
Altitud	2612 <i>msnm</i>
Latitud	01°36'40" sur
Longitud	78°59'50" oeste
Temperatura mínima	8°C
Temperatura media anual	13°C
Temperatura máxima	26,44°C
Heliofanía	900/h/1/año
Humedad	30%

Fuente: Estación Meteorológica, Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2021

### **3.4. Materiales, equipos, reactivos, insumos**

#### **3.4.1. Material experimental**

- Mortiño variedad (*Vaccinium myrtillus*)
- Mortiño variedad (*Vaccinium meridionale*)

#### **3.4.2. Material de laboratorio**

- Mortero
- Cápsulas
- Pinza
- Espátulas
- Desecador
- Crisoles
- Dedales
- Cazos de metal
- Soporte de cazos
- Papel filtro
- Erlenmeyer
- Embudos
- Balones de aforo
- Pipeta
- Propipeta
- Vasos de precipitación
- Agitador
- Termómetro
- Tubos de centrifuga
- Frascos boeco
- Probetas
- Magnetos
- Tubos ependorf
- Puntas de pipetas
- Micropipetas
- Gradillas

- Fundas Doypack metalizadas
- Bandejas de acero inoxidable
- Plato de aluminio
- Bandejas plásticas
- Recipientes plásticos
- Papel aluminio
- Guantes

### **3.4.3. Material de oficina**

- Cuaderno
- Internet
- Laptop
- Esferográfico
- Regla
- Calculadora
- Marcadores
- Hojas de papel bond
- Cámara
- Flash memory
- Impresora
- Cinta masking
- Escritorio
- Silla

### 3.4.4. Equipos

En la tabla 8 se muestran las marcas, códigos y series de cada uno de los equipos.

**Tabla 8**

*Equipos*

Nombre	Marca	Código	Serie
Balanza	OHAUS		B705643621
Estufa	MEMMERT	0204448	
Mufla	THERMOLINE SCIENTIFIC	8088761	1256091142430
Determinador de grasa	TRADE RAYPA	8099670	31909
Extractor de gases	FLORES VALLES	20382937	FL6155
Centrifuga	EPPENDORF	8089695	5805BM463466
Baño Ultrasonido	FISHER SCIENTIFIC	21302280	15337416
Refrigeradora	LG		707TRCN06731
Vortex	FISHER SCIENTIFIC	8341308	E193271
pH-metro	METTLER TOLEDO	8089406	
Molino eléctrico	RETSCH	5860627	1215240818M
Nanodrop	THEMO SCIENTIFIC	20392919	AZY17073808
Refractómetro	VEE GEE SCIENTIFIC		
Deshidratador	PROINGAL	8089881	PIV-63-2020
Plancha de calentamiento	VELP SCIENTIFICA		
Plancha de agitación	MULTISTIRRER		
Analizador de humedad	OHAUS	8088452	

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.4.5. Reactivos

En la tabla 9 se detalla los reactivos utilizados durante la investigación con su respectiva concentración.

**Tabla 9**

*Reactivos*

Reactivo	Concentración
Sacarosa (Agente osmótico)	1–5%
Sucralosa (Agente osmótico)	98,00%
Hexano	99,90%
Ácido sulfúrico	96,90%
Hidróxido de sodio	12,50%
Metanol	99,90%
Ácido fórmico	90,00%
ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3- etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	98,00%
Persulfato de potasio	99,00%
Fosfato de sodio monobásico	98,00%
Fosfato de potasio dibásico	99,00%
Trolox	97,00%
Foling-Ciocalteu	2 <i>N</i>
Carbonato de sodio	7,50%
Acido gálico	99,00%

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.5. Métodos

#### 3.5.1. Factores en estudio

En la presente investigación se consideró tres factores; factor A: Tipo de agente osmótico (sacarosa, miel de abeja, sucralosa), factor B: Concentración del agente osmótico (50°*Brix*, 60°*Brix*), factor C: Temperatura de deshidratación osmótica (50°C, 70°C). Los factores de estudio lo detallamos en la tabla 10.

**Tabla 10***Factores en estudio*

Factores	Código	Niveles
Tipo de agente osmótico	A	a <sub>1</sub> : Sacarosa
		a <sub>2</sub> : Miel de abeja
		a <sub>3</sub> : Sucralosa
Concentración del agente osmótico	B	b <sub>1</sub> : 50°Brix
		b <sub>2</sub> : 60°Brix
Temperatura de deshidratación osmótica	C	c <sub>1</sub> : 50°C
		c <sub>2</sub> : 70°C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.5.2. Combinación de tratamientos

En la tabla 11 se presenta las combinaciones de los niveles, los cuales constituyen los siguientes tratamientos.

**Tabla 11***Combinación de tratamientos*

N° Tratamiento	Código	Descripción				
		A	+	B	+	C
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Sacarosa		50°Brix		50°C
T2	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Sacarosa		50°Brix		70°C
T3	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Sacarosa		60°Brix		50°C
T4	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Sacarosa		60°Brix		70°C
T5	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Miel de abeja		50°Brix		50°C
T6	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Miel de abeja		50°Brix		70°C
T7	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Miel de abeja		60°Brix		50°C
T8	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Miel de abeja		60°Brix		70°C
T9	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Sucralosa		50°Brix		50°C
T10	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Sucralosa		50°Brix		70°C
T11	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Sucralosa		60°Brix		50°C
T12	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Sucralosa		60°Brix		70°C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.5.3. Características del experimento

En la tabla 12 se muestra las características del experimento.

**Tabla 12**

*Características del experimento*

Características del experimento	
Número de factores experimentales	3
Número de niveles factor A	3
Número de niveles factor B	2
Número de niveles factor C	2
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	36
Tamaño unidad experimental	200g
Variables respuestas	4

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.5.4. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial AxBxC (3x2x2) con tres repeticiones.

#### Modelo

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

*Ecuación 7. Modelo del diseño experimental*

#### Donde:

$Y_{ijkl}$ : Variable sujeta de medición

$\mu$ : Media general

$\alpha_i$ : El efecto del nivel  $i$ -ésimo del factor A

$\beta_j$ : El efecto del nivel  $j$  del factor B

$\gamma_k$ : El efecto del nivel  $k$  en el factor C

$(\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk}$ : Representan efectos de interacción dobles (de dos factores) en los niveles  $ij$ ,  $ik$ ,  $jk$ , respectivamente.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ : El efecto de interacción triple en la combinación o punto  $ijk$ .

$\varepsilon_{ijkl}$ : El error aleatorio en la combinación  $ijkl$  y  $l$  son las repeticiones o réplicas del experimento.



### 3.6. Modelo de análisis de varianza

En la tabla 13 se presenta la determinación de las diferencias entre los tratamientos, se aplicó un análisis de varianza.

**Tabla 13**

*Modelo de análisis de varianza (ANOVA)*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	$F_0$	Valor-p
Efecto A	$SC_A$	$a - l$	$CM_A$	$CM_A/CM_E$	$P (F > F_0^A)$
Efecto B	$SC_B$	$b - l$	$CM_B$	$CM_B/CM_E$	$P (F > F_0^B)$
Efecto C	$SC_C$	$c - l$	$CM_C$	$CM_C/CM_E$	$P (F > F_0^C)$
Efecto AB	$SC_{AB}$	$(a - l)(b - l)$	$CM_{AB}$	$CM_{AB}/CM_E$	$P (F > F_0^{AB})$
Efecto AC	$SC_{AC}$	$(a - l)(c - l)$	$CM_{AC}$	$CM_{AC}/CM_E$	$P (F > F_0^{AC})$
Efecto BC	$SC_{BC}$	$(b - l)(c - l)$	$CM_{BC}$	$CM_{BC}/CM_E$	$P (F > F_0^{BC})$
Efecto ABC	$SC_{ABC}$	$(a - l)(b - l)(c - l)$	$CM_{ABC}$	$CM_{ABC}/CM_l$	$P (F > F_0^{ABC})$
Error	$SC_E$	$abc (n - l)$	$CM_E$		
Total	$SC_T$	$abcn - l$			

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

#### 3.6.1. Pruebas de rangos múltiples

Se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD), ya que es la diferencia mínima que debe existir entre dos medias muestrales para considerar que los tratamientos correspondientes son significativamente diferentes. Así, cada diferencia de medias muestrales en valor absoluto que sea mayor que el número LSD se declara significativa.

##### Método LSD (diferencia mínima significativa)

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j$$

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\alpha/2, N-k} \sqrt{CM_E \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} = LSD$$

*Ecuación 8. Método LSD*

**Donde:**

$k$ : Número de tratamientos.

$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$ : Valor absoluto entre las medias muestrales.

$t_{\alpha/2, N-k}$ : Tablas de la distribución T de Student con N-k grados de libertad que corresponden al error.

$CM_E$ : Cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla de ANOVA.

$n_i$  y  $n_j$ : Son el número de observaciones para los tratamientos i y j, respectivamente.

Si el diseño es balanceado, la diferencia mínima significativa se reduce a:

$$LSD = t_{\alpha/2, N-k} \sqrt{2CM_E/n}$$

*Ecuación 9. Prueba LSD*

En caso de rechazar  $H_0$ , se acepta la hipótesis alternativa  $H_A : \mu_i \neq \mu_j$  la cual nos dice que las medias de los tratamientos  $i$  y  $j$  son diferentes. El método LSD es de los más potentes por lo que en ocasiones declara significativas, aunque pequeñas diferencias.

Prueba de LSD para promedio de tratamientos y factores en estudio.

### **3.7. Métodos de evaluación y datos a tomarse**

Para la presente investigación se realizó las siguientes mediciones de las variables experimentales.

#### **3.7.1. Materia Prima (Mortíño)**

##### **3.7.1.1. Peso**

Se tomó el peso inicial de la materia prima, colocando la muestra en una balanza analítica (kg), en el Complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar.






##### **3.7.1.2. Determinación de pH**

La determinación del  $pH$ , se realizó tomando una muestra de la materia prima según la norma INEN 389. En la cual se introdujo los electrodos del potenciómetro, en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en el Complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### **3.7.1.3. Estado de madurez**

Los frutos de mortíño en diferentes grados de madurez se clasificaron según su color superficial (relacionado con su grado de madurez). Se trabajó con la escala de madurez de acuerdo a la tabla 14, en el Complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar.

**Tabla 14***Clasificación del mortiño por grado de madurez*

Estado de Madurez	Característica	
1	Color verde 100%	
2	Color 50% verde – 50% rosado	
3	Color rosado 100%	
4	Color 50% negro – 50% rosado	
5	Color negro 100% maduro	

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

### 3.7.2. Mortiño Deshidratado

En la tabla 15 se detalla las variables experimentales con su método y el equipo utilizado en la investigación.

**Tabla 15***Variables experimentales con su método para su medición*

Variables experimentales	Método	Equipo
Contenido de humedad	INEN 2996	Estufa
Sólidos solubles	INEN 2172	Refractómetro digital
Contenido de polifenoles totales	Folin-Ciocalteu	Espectrofotómetro
Cantidad de antioxidantes	ABTS	Espectrofotómetro

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

#### 3.7.2.1. Determinación del contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad se realizó bajo la NTE INEN 2996, las muestras del mortiño fueron colocadas en una estufa de marca Memmert; (Método AOAC 925.10). Se introdujo las muestras en el equipo por 1 hora a 130°C, en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el producto que han sido deshidratadas artificialmente y comprende los productos a los que suele aludirse con la expresión "alimentos deshidratados".

El porcentaje de contenido de humedad de la muestra se determinó mediante la ecuación:

$$\%H = \frac{P_0 - P_f}{M_0} * 100$$

*Ecuación 10. Contenido de humedad*

**Donde:**

$P_0$ : Peso muestra inicial

$P_t$ : Peso muestra final

$P_0$ : Masa inicial de la muestra

**3.7.2.2. Sólidos solubles**

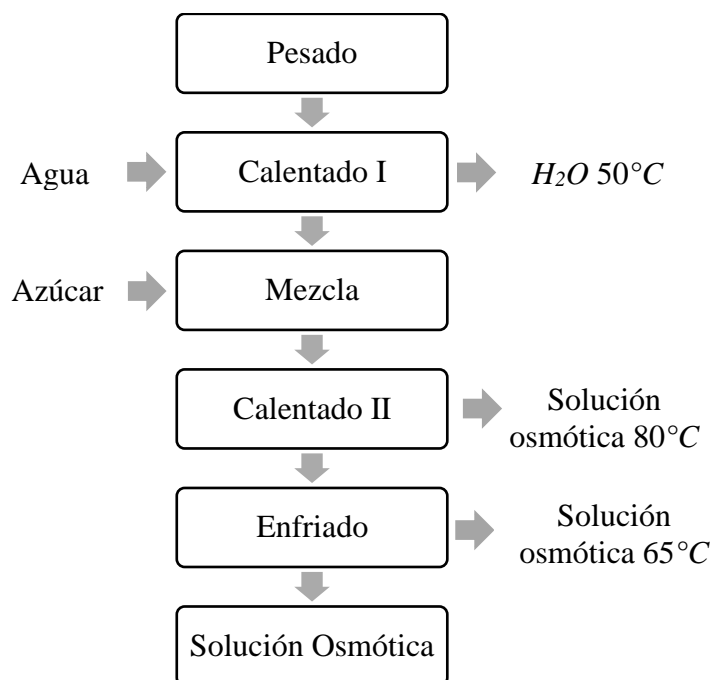
Se realizó bajo la NTE INEN 2172, en el que se determinó el contenido de sólidos solubles de mortiños deshidratados osmóticamente con un refractómetro marca VEE GEE Scientific BX-1, se colocó una muestra en el lector del dispositivo óptico, los resultados se expresaron en °Brix, previo a la toma de lectura se realizó una calibración con agua destilada, en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

**3.7.2.3. Determinación de la cantidad de antioxidantes y el contenido de polifenoles totales**

Se realizó la determinación de polifenoles totales y cantidad de antioxidantes a los mortiños deshidratados obtenidos de cada uno de los 12 tratamientos empleados para el deshidratado, la determinación de la actividad antioxidante, se llevó a cabo utilizando el método ABTS, esto con el propósito de identificar cuál de los tratamientos logra obtener mejores atributos antioxidantes y para la determinación del contenido de polifenoles totales, se llevó a cabo utilizando el método Folin-Ciocalteu, en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, donde las muestras serán analizadas en un espectrofotómetro.

### 3.7.3. Manejo de la investigación

#### 3.7.3.1. Diagrama de flujo para la elaboración de la solución osmótica



#### Descripción del proceso

- **Pesado:** Se inició pesando todos los ingredientes en una balanza analítica (*kg*) como lo indica la tabla 16.
- **Calentado I:** Una vez pesados todos los ingredientes se calentó el agua hasta obtener una temperatura de 50°C.
- **Mezcla:** Seguido se preparó la sacarosa para mezclarla con el agua.
- **Calentado II:** Se calentó la mezcla hasta que llegue a una temperatura de 80°C.
- **Enfriado:** Se enfrió la solución osmótica hasta llegar a una temperatura ambiente.

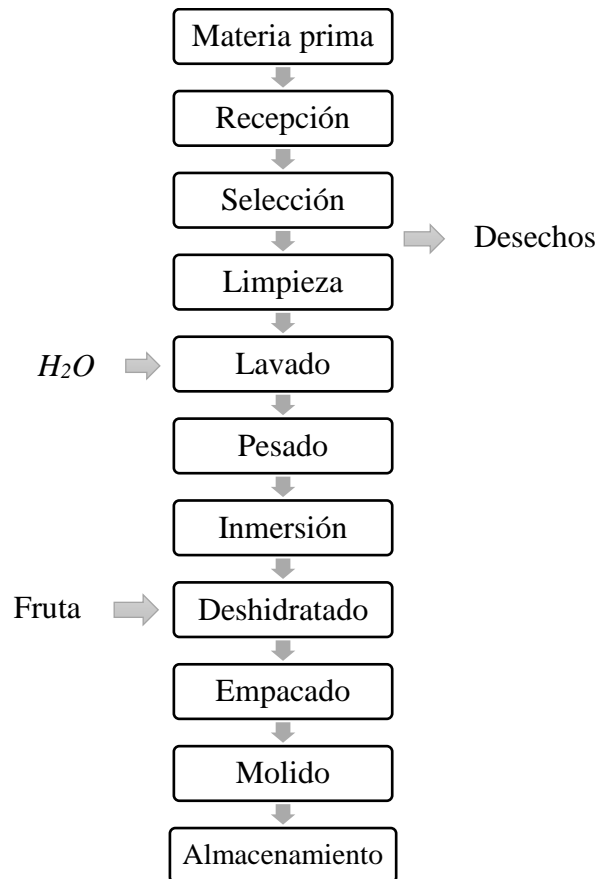
**Tabla 16**

*Ingredientes azúcar invertida/agua*

Ingredientes	Cantidad
Agua	100mL
Sacarosa	95g
Miel de abeja	175g
Sucralosa	110g

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

**3.7.3.2. Diagrama de flujo de la elaboración de un concentrado soluble orientado al fortalecimiento del sistema inmunológico a partir de dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*)**



**Descripción del proceso**

- **Adquisición de la materia prima:** Se adquirió la materia prima en el mercado de la Parroquia Salinas, perteneciente al Cantón Guaranda.
- **Recepción:** La materia prima fue recibida en el Complejo Agroindustrial con la verificación de la calidad adecuada y la cantidad requerida para la investigación.
- **Selección:** Se realizó manualmente donde se escogió las frutas que estén en buen estado de madurez y las que están en mal estado o presenten algún deterioro fueron separadas, además se especificó un tamaño similar y regular en todo el lote de mortiños.
- **Limpieza:** Se retiró cualquier tipo de material extraño como piedras, palos, etc que venga con la fruta.
- **Lavado:** La fruta fue lavada con abundante agua corriente y limpia con el fin de eliminar impurezas y cuerpos extraños.

- **Pesado:** Se pesó cada una de los frutos en una balanza analítica (*kg*) que se utilizó para la investigación, en base a los porcentajes determinados, y de acuerdo a las fórmulas predeterminadas.
- **Inmersión:** La fruta fue sumergida por *10min* en la solución osmótica con el fin de evitar el pardeamiento enzimático, así también se evitará la contaminación microbiana (mohos y levaduras) que podrían fermentar la solución osmótica.
- **Deshidratación:** Se efectuó en un deshidratador, donde las muestras fueron colocadas en varias bandejas, donde se trabajó con dos temperaturas *50* y *70°C*.
- **Empacado:** El producto obtenido fue colocado en fundas Doypack metalizadas en cantidades pequeñas.
- **Molido:** Las muestras fueron introducidas en un molino eléctrico marca Retsch y receptadas en frascos de vidrio para posteriormente ser almacenadas en fundas Doypack metalizadas.
- **Almacenado:** El producto final fue almacenado con fin de evitar el contacto con la humedad o el calor excesivo.

### 3.8. Análisis proximal

Los análisis realizados a la materia prima fueron:

- **Humedad**

Se realizó la determinación de humedad con el método AOAC 925.10. Se colocó 6 cápsulas en una estufa marca Memmert por 1 hora para tarar el material, las cápsulas fueron colocadas en un desecador por *4min*. Se añadió *9g* de muestra en un mortero y se procedió a triturarlo con la ayuda de un pistilo de una manera homogénea. Pasado los *40min* de haber estado las cápsulas en el desecador se colocó *3,0002g* de muestra en cada cápsula donde fueron colocadas en la estufa por *1h* a *130°C* y *40min* en el desecador. Las muestras fueron retiradas del desecador con la ayuda de una pinza y se procedió a pesar para obtener los datos, los análisis se realizaron por triplicado.

- **Ceniza**

Para la determinación del contenido de cenizas se aplicó el método AOAC 923.03. Se colocó 6 crisoles en la mufla marca Thermoline para tarar por *1h* a *550°C*, después de haber transcurrido *1h* se retiro los crisoles de la mufla y se colocó en el desecador por *40min* para posteriormente ser pesados. Se peso cada crisol y se colocó *3,0001g* de muestra donde

fueron llevados a una mufla por 8hrs, pasadas las 8hrs se colocó los crisoles en el desecador por 40min para ser pesados, los análisis se realizaron por triplicado.

- **Grasa**

Se determinó el contenido de grasa según el método AOAC 2003.06. Se colocó 6 cazos metálicos en la estufa para tarar por 1h a 130°C donde se dejó en el desecador por 40 min, se pesó el papel film y se introdujo 3g de muestra para ser colocados en los dedales. Se colocó 50mL de hexano en cada uno de los casos metálicos y se llevó al determinador de grasa por 40min donde se esperó 1h hasta que se volatilice el solvente y se procedió a pesar, los análisis se realizaron por triplicado.

- **Fibra**

Para la determinación del contenido de fibra se aplicó el método WEENDE. Dejar el papel film en la estufa por 1h y colocar en el desecador por 40min. Se peso 9g de muestra y trituro en un mortero de forma homogéneamente. Se prepara el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y el hidróxido de sodio ( $NaOH$ ) al 12%. Para la preparación del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ); en el extractor de gases se midió en una pipeta 12,5mL ácido sulfúrico y se aforo con agua destilada. Se pesó 12,5g de hidróxido de sodio ( $NaOH$ ) y se disolvió en agua destilada. Se peso 0,5g de muestra en los Erlenmeyer con la ayuda de la probeta se colocó 100mL de ácido sulfúrico y se llevó a la plancha de calentamiento por 1h. Se colocó el papel film en los embudos posterior a los Erlenmeyers para filtrar las muestras. Se fue filtrando el residuo que queda con agua caliente cada 5min hasta llegar a los 400mL. Los papeles film fueron llevados a una estufa por 20min y 40min en el desecador para ser pesados, los análisis se realizaron por triplicado.

### **3.9. Determinación de la Osmodeshidratación**

- **Preparación de la materia prima**

La selección de la materia prima se realizó manualmente donde se encogieron las frutas que están en buen estado y de un tamaño específico, donde fue lavado con abundante agua. Se pesó en una balanza analítica 200g de materia prima de las dos variedades de mortiño.



- **Preparación de la solución osmótica**

En un vaso de precipitación de 600mL, se colocó 100mL de agua y se calentó a una temperatura de 50°C, se agregó la solución osmótica; (sacarosa, sucralosa, miel de abeja) hasta obtener una temperatura de 80°C, se dejó enfriar la solución a temperatura ambiente.

- **Determinación de los sólidos solubles (*°Brix*)**

En un refractómetro se procedió a introducir una gota de solución osmótica hasta obtener una concentración de 50 y 60°*Brix*.

- **Tiempo de inmersión**

Se añadió la materia prima en la solución osmótica previamente preparada durante un periodo de 10min. Pasado ese tiempo la fruta fue lavada con abundante agua para retirar el exceso de jarabe y posterior ser secada con papel absorbente.

### **3.10. Deshidratación**

Se efectuó en un deshidratador, las muestras fueron colocadas en varias bandejas de acero inoxidable, el deshidratador fue programado a dos temperaturas de deshidratación 50°C y 70°C con un tiempo establecido de 24h.

- **Determinación de humedad**

Se realizó la determinación del contenido de humedad del mortiño deshidratado utilizando un analizador automático de humedad marca OHAUS que funciona a base de radiación infrarroja. Se encendió el analizador automático, luego se taro, en un plato de aluminio se colocó 1g de mortiño deshidratado. Después se tapó y se presionó el botón Start y esperamos hasta que el analizador de humedad nos da el resultado, el cual se expresó en porcentaje (%) de humedad. Las muestras fueron tomadas cada 4h para determinar su % de humedad.

- **Peso de las muestras deshidratadas**

Las muestras deshidratadas fueron recogidas en fundas Doypack metalizadas, cada una de las muestras fueron medidas en una balanza analítica (kg) para determinar el peso final.

- **Pulverizado**

Las muestras fueron introducidas en un molino marca Retsch y receptadas en frascos de vidrio para posteriormente ser almacenadas en fundas Doypack metalizadas.

### **3.11. Determinación del contenido de polifenoles; Método Folin-Ciocalteu**

- **Preparación de Solución (Metanol)**

Se realizó una extracción metanólica ( $CH_3OH$ ) al 70% y ácido fórmico ( $CH_2O_2$ ) al 0,1%, se colocó en una probeta 280mL de metanol ( $CH_3OH$ ) y 120mL de  $H_2O$  destilada.

- **Obtención de extractos**

Se pesó 300mg de muestra y se colocó en los tubos de centrifuga, luego se agregó 5mL de metanol ( $CH_3OH$ ) con la adición de un magneto, posteriormente se llevó a la plancha de agitación por 10min y a baño ultrasónico por 10min, después se llevó a la centrifuga por 10min y este procedimiento se realizó por 5 veces, pasado el tiempo determinado, se procedió aforar en balones de 25mL, para luego ser colocados en los tubos de centrifuga y ser almacenados.

- **Preparación de Solución (Patrón)**

Se pesó en un tubo Eppendorf 2mg de ácido gálico ( $C_7H_6O_5$ ), diluir con  $H_2O$  destilada y aforar.

- **Preparación de Solución (Carbonato de sodio)**

Se pesó en un vaso de precipitación 1,88g de carbonato de sodio ( $Na_2CO_3$ ) diluir y aforar en un balón de 25mL con  $H_2O$  destilada. Utilizamos 5 tubos de Eppendorf de 2mL para la curva, colocar el volumen respectivo de solución ácido gálico ( $C_7H_6O_5$ ) y aforar cada uno con  $H_2O$  destilada.

- **Elaboración de la curva de calibración**

Se preparó 5 tubos de Eppendorf de 2mL, en cada uno de ellos colocamos 40μL del patrón ácido gálico + 40μL Folin ciocalteu + 800μL de carbonato de sodio ( $Na_2CO_3$ ) al 7,5%, aforar 1,120μL de  $H_2O$  destilada, cada una de las muestras fueron sometidas a un agitador Vortex y dejar en reposo en un lugar oscuro por 1h. Se realizó las lecturas en el

Espectrofotómetro NANODROP a una longitud de onda de 750nm, se realizó 3 lecturas por cada muestra.

- **Preparación de las muestras**

Se preparó 12 tubos Eppendorf de 2mL, se añadió en cada uno de ellos 100μL de muestra + 200μL solución extractora (metanol), diluimos y mezclamos en un agitador Vortex, cogemos 40μL de muestra + 40μL Folin ciocalteu + 800μL de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 7,5%, aforar 1,120 μL de H<sub>2</sub>O destilada y para el blanco se utilizó 40μL solución extractora (metanol) + 40μL Folin ciocalteu + 800μL de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 7,5%, aforar 1,120μL de H<sub>2</sub>O destilada y dejar en reposo en un lugar oscuro por 1h. Se realizó las lecturas en el Espectrofotómetro NANODROP a una longitud de onda de 750nm, se realizó 3 lecturas por cada muestra.

- **Cálculos**

El contenido de polifenoles se expresa en mg ácido gálico/g muestra utilizando la ecuación 11.

$$PT = \frac{Abs - b}{m} = \frac{V * FD}{PM}$$

*Ecuación 11. Cálculo de polifenoles totales*

**Donde:**

*PT*: Polifenoles totales en mg/g.

*Abs*: Absorbancia.

*b* y *m*: Son la pendiente de la curva de calibración de ácido gálico y el punto de corte respectivamente.

*V*: Volumen de aforo.

*FD*: Factor de dilución.

*PM*: Peso de la muestra en g.

### **3.12. Determinación de la cantidad de antioxidantes; Método ABTS**

- **Preparación de Solución (ABTS)**

**Solución 1.** Se pesó en un tubo Eppendorf 5,76mg de ABTS y diluir con 1,5mL de H<sub>2</sub>O destilada.

**Solución 2.** Se pesó en un tubo Eppendorf 1mg de persulfato de potasio y diluir con 1,5mL de H<sub>2</sub>O destilada.

Las dos soluciones se mezclaron en una relación 1:1 y posteriormente se colocó en un frasco ámbar para ser almacenado.

- **Preparación de Solución (Tampón fosfato de sodio)**

**Solución A:** En un vaso de precipitación se pesó 1,037g de fosfato de sodio monobásico, diluimos con  $H_2O$  destilada y agregamos la solución en un balón de 100mL y aforamos con  $H_2O$  destilada.

**Solución B:** En un vaso de precipitación se pesó 2,67g de fosfato de sodio dibásico, diluimos con  $H_2O$  destilada y agregamos la solución en un balón de 250mL y aforamos con  $H_2O$  destilada.

En un frasco boeco de 500mL se mezcló 53mL de la solución A + solución 225mL de la solución B y añadimos 222mL de  $H_2O$  destilada a esta solución se ajustó a un pH de 7 (se calibro con el fosfato de sodio monobásico).

- **Preparación de Solución (Patrón)**

Para la curva de calibración se utilizó un antioxidante comercial trolox, donde se pesó 1,25mg de trolox y se aforo a 5mL de metanol ( $CH_3OH$ ).

Se preparó 5 tubos Eppendorf de 1,5mL para la curva, donde se colocó el volumen respectivo de la solución trolox y se aforo cada uno con metanol ( $CH_3OH$ ).

- **Elaboración de la curva de calibración:**

Se preparó 5 tubos Eppendorf colocar 950 $\mu$ L de ABTS + 50 $\mu$ L de trolox, dejar por 45min en un lugar oscuro. Se realizó las lecturas en el Espectrofotómetro NANODROP a una longitud de onda de 734nm, se realizó 3 lecturas por cada muestra. Para el banco se utilizó solución buffer pH 7.

- **Preparación de las muestras**

Se preparó 12 tubos Eppendorf de 1,5mL, se añadió en cada uno de ellos 100 $\mu$ L de muestra + 900 $\mu$ L tampón fosfato de sodio, diluimos y mezclamos en un agitador Vortex, cogemos 50 $\mu$ L del extracto diluido y mezclamos 950 de ABTS, cada una de las muestras fueron sometidas a un agitador Vortex y dejar en reposo en un lugar oscuro por 45min. Se realizó las lecturas en el Espectrofotómetro NANODROP a una longitud de onda de 734nm, se realizó 3 lecturas por cada muestra.

- **Cálculos**

Los resultados se muestran expresados en  $\mu\text{mol trolox/g}$  muestra, utilizando las ecuaciones 12 y 13.

$$Abs\ Neta = Abs_{ST} - Abs$$

*Ecuación 12. Corrección de la absorbancia neta de la muestra para ABTS*

**Donde:**

*Abs Neta*: Absorbancia neta.

*Abs<sub>ST</sub>*: Absorbancia solución trabajo.

$$ABTS = \frac{Abs - b}{m} = \frac{V * FD}{PM}$$

*Ecuación 13. Cálculo de la cantidad de antioxidantes por ABTS*

**Donde:**

*ABTS*: Cantidad de antioxidante en  $\mu\text{mol trolox/g}$  muestra.

*Abs*: Absorbancia.

*b* y *m*: Son la pendiente de la curva de calibración de trolox y el punto de corte respectivamente.

*V*: Volumen de aforo en *mL*.

*FD*: Factor de dilución.

*PM*: Peso de la muestra en *g*.

### **3.13. Análisis Estadístico**

Se realizó una estadística descriptiva diferencial, análisis de varianza, prueba de rangos múltiples mediante la utilización del software Statgraphics.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del análisis proximal de humedad, ceniza, grasa y fibra

En la tabla 17 se detalla los resultados obtenidos del análisis proximal de dos variedades de mortiño en estudio.

**Tabla 17**

*Porcentaje del análisis proximal de dos variedades de mortiño en estudio*

Variables	Método	Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )
		%	
Humedad	AOAC 925.10	90,40	81,05
Ceniza	AOAC 923.03	2,03	1,87
Grasa	AOAC 2003.06	0,08	0,14
Fibra	WEENDE	1,93	5,99

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 17 se muestra los resultados del análisis proximal de dos variedades de mortiño en el cual se realizó análisis de humedad, ceniza, grasa y fibra. El índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro donde presentan valores de un 90,40% de humedad para la variedad (*Vaccinium myrtillus*), cada una de las variedades presentaron contenido de humedad diferente, donde a diferencia de la variedad (*Vaccinium myrtillus*) la variedad (*Vaccinium meridionale*) tuvo el valor más bajo con un 81,05% de humedad.

Ortiz (2018), realizó la obtención de un extracto rico en polifenoles a partir del residuo de la pulpa de mortiño (*Vaccinium meridionale*) donde señala que el contenido de humedad del mortiño es de  $81,0 \pm 2,0\%$ , por otro lado García & Rúaless (2018), estudiaron el efecto del pretratamiento de secado de mortiño con referencia a la tasa de secado y al contenido total de polifenoles solubles y antocianinas señalando un  $83,47 \pm 3,02\%$  de humedad por lo que corresponde a los valores obtenidos en nuestra investigación. La variedad (*Vaccinium myrtillus*) representa un contenido alto de humedad de 90,40% debido a que es una fruta con un alto contenido en agua.

La variedad (*Vaccinium myrtillus*) presenta un valor 2,03% de ceniza, por lo cual es la variedad que representa el mayor porcentaje. La variedad (*Vaccinium meridionale*) obtuvo un valor de ceniza de 1,87%, donde cada una de las variedades mostraron una ligera variación de contenidos de ceniza.

Gambo & Silva (2018), mencionan que en la determinación de la temperatura y concentración de la solución osmótica en la deshidratación de mortiño obtuvo un valor de 1,17% de ceniza, sin embargo, Falcón (2017), reporta un valor de 1,21%. Mientras que los resultados reportados por Guerrero (2021), muestran un valor de 1,56% de ceniza, por lo que concuerda con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

La variedad (*Vaccinium myrtillus*) tuvo un porcentaje de grasa de 0,08%, en cuanto a la variedad (*Vaccinium meridionale*) reporta un valor 0,14% de grasa, por lo cual es uno de los valores más representativos.

Reupo (2018), realizó una investigación del efecto de la pasteurización sobre las características, fisicoquímica, sensoriales y microbiológicos de la pulpa de mortiño y menciona el porcentaje de grasa de  $0,48 \pm 0,01\%$ , por otro lado Cortez (2018), realizó un estudio de polifenoles totales, vitamina C y capacidad antioxidante de las láminas deshidratadas de pulpa de mortiño y manzana, presentan un valor  $0,078 \pm 0,05\%$  de grasa, valor similar al obtenido en nuestra investigación.

Por otro lado, se observan los resultados obtenidos del contenido de fibra con: 1,83% para variedad (*Vaccinium myrtillus*) y 5,99% de contenido de fibra para la variedad (*Vaccinium meridionale*) siendo uno de los valores más representativos.

Torrenegra et al., (2016), indicaron que el contenido de fibra realizado en la evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L es de 2,107- 3,637% de fibra, por otro lado, Coronel (2015), señala que la baya de mortiño en fresco aporta un total de 7,6% de fibra por lo que concuerda con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Se puede evidenciar que los resultados varían significativamente, esto puede atribuirse al lugar de producción y también a los factores edafoclimáticos del cultivo, tales como: suelos, agua, vientos, etc.

#### 4.2. Resultados del análisis del contenido de proteína

En la tabla 18 se detalla los resultados del análisis de contenido de proteína de dos variedades de mortiño.

**Tabla 18**

*Resultados de los análisis de proteína de dos variedades de mortiño*

Variable	Método	Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )
		%	
Proteína	MO-LSAIA-01.04 U. FLORIDA 1970	2,85	4,65

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos del contenido proteico de dos variedades de mortiño. El índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro cuyo valor más bajo fue para la variedad (*Vaccinium myrtillus*), cada una de las variedades presentaron contenido proteico diferente, (*Vaccinium meridionale*) tuvo el valor más alto con 4,65% y (*Vaccinium myrtillus*) el más bajo contenido proteico con 2,85% debido a la taxonomía y botánica del fruto.

Tupuna, Vera, & Rúales (2016), realizaron la obtención de jugo clarificado concentrado de mortiño mediante el uso de tecnología de membranas donde señalaron un contenido proteico de 0,76%. Por otro lado, Pinedo (2018), estudió la caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de mortiño y otras especies del género *Vaccinium* donde indicaron valores de contenido proteico de 4,4% y 2,56%, por lo que corresponde a los valores obtenidos en nuestra investigación, en donde la mayor cantidad de proteína le corresponde a la variedad (*Vaccinium meridionale*).

**Tabla 19**

*Resultados reportados de pH y °Brix de dos variedades de mortiño*

Variable	Método	Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )
pH	NTE INEN 389	3,40	3,27
°Brix	NTE INEN 2172	14	7

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)



En la tabla 19 se muestran los resultados del *pH* obtenido de dos variedades de mortiño. El índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro cuyo valor más bajo fue para la variedad (*Vaccinium meridionale*) con un 3,27 de *pH*, cada una de las variedades presentaron un *pH* diferente, (*Vaccinium myrtillus*) tuvo el valor más alto con 3,40 de *pH*.

Flores et al., (2019), realizaron la obtención del colorante natural a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus L.*) para uso alimenticio donde señalaron un *pH* 3,24. Por otro lado, Buitrago et al., (2015), realizaron la tipificación de diferentes estados de madurez del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) donde reportaron valores que oscilaron entre *pH* 2,5-3,4 por lo que concuerda con los valores obtenidos en nuestra investigación.

La variedad (*Vaccinium meridionale*), cuyo índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro, no obstante, de presentar los valores más bajos del contenido de azúcar  $7^{\circ}\text{Brix}$ , se han reportado también valores más altos de  $14^{\circ}\text{Brix}$  por la variedad (*Vaccinium myrtillus*).

La variedad (*Vaccinium myrtillus*), presentó un contenido de sólidos solubles  $14^{\circ}\text{Brix}$  valor similar reportado por Cardozo & Puerto (2019), por otro lado, Luna (2015), reportó un valor de  $12,3 \pm 0,5^{\circ}\text{Brix}$  por lo que concuerda con los valores obtenidos en nuestra investigación. Los sólidos solubles incorporan el ácido orgánico predominante del fruto, donde existe un aumento del índice de la relación de madurez el cual corresponde probablemente al pico máximo de la tasa respiratoria del fruto, en respuesta al aumento de su metabolismo.

### 4.3. Resultados de la pérdida de agua y ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica

En la siguiente tabla se detalla los resultados de la pérdida de agua y ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño.

**Tabla 20**

*Resultados de la pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño*

Tratamientos	Ho	Hf	WL (%)	So (°Brix)	Sf (°Brix)	SG (%)
T1	85,73	6,17	39,78	7	8	14,29
T2	85,73	6,13	39,80	7	8	14,29
T3	85,73	3,91	40,91	7	12	71,43
T4	85,73	4,88	40,43	7	12	71,43
T5	85,73	5,26	40,24	7	8	14,29
T6	85,73	5,49	40,12	7	8	14,29
T7	85,73	3,17	41,28	7	12	71,43
T8	85,73	3,37	41,18	7	12	71,43
T9	85,73	4,85	40,44	7	10	42,86
T10	85,73	4,57	40,58	7	10	42,86
T11	85,73	3,98	40,88	7	12	71,43
T12	85,73	3,80	40,97	7	12	71,43

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 20 se da a conocer los resultados obtenidos de la pérdida de agua y ganancia de sólidos de dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus* y *Vaccinium meridionale*) deshidratados osmóticamente en cada uno de los procesos realizados. El índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro. Se puede apreciar una pérdida de agua debido a que a medida que aumenta el tiempo de inmersión y la concentración del agente osmótico, se produce una mayor pérdida de agua y una ganancia de sólidos. Por otro lado, se realizó el contenido de sólidos solubles, en el cual se comprobó que durante 10min de inmersión los sólidos solubles aumentaron significativamente en relación con la fruta en estado fresco, debido a la migración de azúcar hacia el interior de la fruta osmodeshidratada.

Soto & Guablocho (2016), afirman que la concentración del jarabe influye directamente con la pérdida de agua, debido al alto contenido de sólidos solubles en el medio

osmótico, por otro lado, Gamboa & Silva (2018), mencionan que este comportamiento puede explicarse debido a la salida inicial de agua de la superficie del fruto hacia el exterior, también se debe a que el fruto se adapta a las condiciones de deshidratación, esto sucede hasta que logre estabilizarse.

Casillas (2019), señala que la correlación entre sólidos solubles con el tiempo se indica en los primeros minutos un estado de pseudoequilibrio donde hay una tendencia a ganar sólidos para las distintas concentraciones utilizadas probablemente debido a la rápida acción de los mecanismos hidrodinámicos que provoca la ganancia inicial de la solución osmótica.

**Tabla 21**

*Análisis de varianza para el contenido de humedad*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
<b>Efectos principales</b>					
A: Tipo de Ag. Osmótico	7,00056	2	3,50028	286,39	0,0000
B: Concentración de Ag. Osmótico	24,8835	1	24,8835	2035,92	0,0000
C: Temperatura de Deshidratación	0,411736	1	0,411736	33,69	0,0000
<b>Interacciones</b>					
AB	1,87749	2	0,938744	76,81	0,0000
AC	0,395622	2	0,197811	16,18	0,0000
BC	0,455625	1	0,455625	37,28	0,0000
ABC	0,366867	2	0,183433	15,01	0,0001
Residuos	0,293333	24	0,0122222		
Total (Corregido)	35,6847	35			

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 21 se detalla el análisis de varianza para el contenido de humedad, donde los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 7 valores-p son menores que 0,05: factor A (Tipo de agente osmótico), factor B (Concentración del agente osmótico) y factor C (Temperatura de deshidratación) y sus interacciones AB (Tipo de agente osmótico y Concentración del agente osmótico), AC (Tipo de agente osmótico y Temperatura de deshidratación), BC (Concentración del agente

osmótico y Temperatura de deshidratación), ABC (Tipo de agente osmótico, Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación) estos tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de humedad con un 95,0% de nivel de confianza.

Se realizaron pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor A con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 22**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por tipo de agente osmótico*

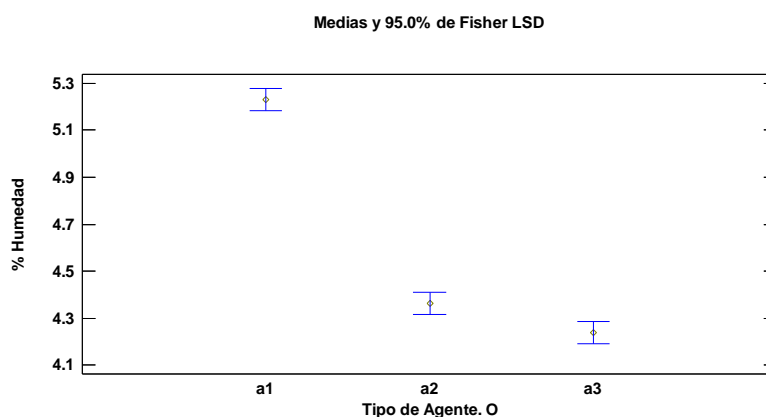
Tipo de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a1	12	5,22917	0,0319142	A
a2	12	4,3625	0,0319142	B
a3	12	4,2375	0,0319142	C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 22 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencias entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 5,22917% del contenido de humedad que corresponde al nivel a1 por lo tanto mediante el tipo de agente osmótico Sacarosa presenta mayor contenido de humedad debido al agente osmótico utilizado.

**Figura 4**

*Gráfico de medias del contenido de humedad del factor A.*

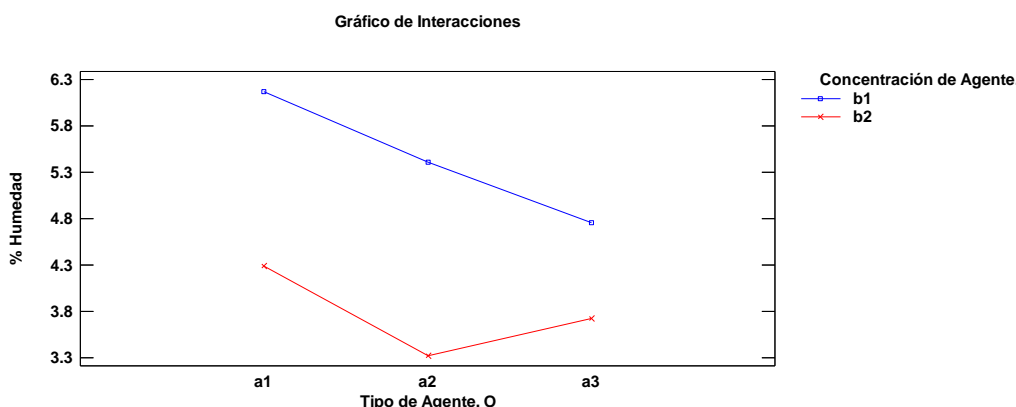


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 4 cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de humedad con un nivel de confianza del 95,0%.

### Figura 5

*Interacciones del contenido de humedad del factor A.*



*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor A en el contenido de humedad, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor B con un 95,0% de confiabilidad.

### Tabla 23

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por concentración de agente osmótico*

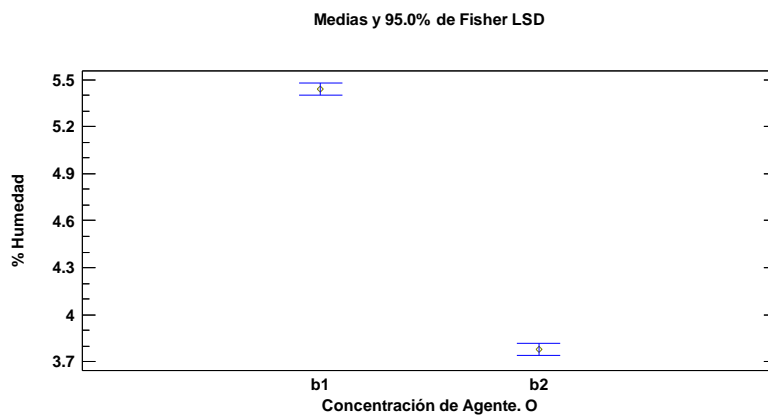
Concentración de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	18	5,44111	0,0260579	A
b2	18	3,77833	0,0260579	B

*Nota.* Trabajo experimental, (Arias, Hidalgo 2022)

En la tabla 23 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 5,44111% del contenido de humedad que corresponde al nivel b1 por lo tanto a 50°Brix presenta mayor contenido de humedad debido a la concentración de la deshidratación osmótica.

## Figura 6

Gráfico de medias del contenido de humedad del factor B.

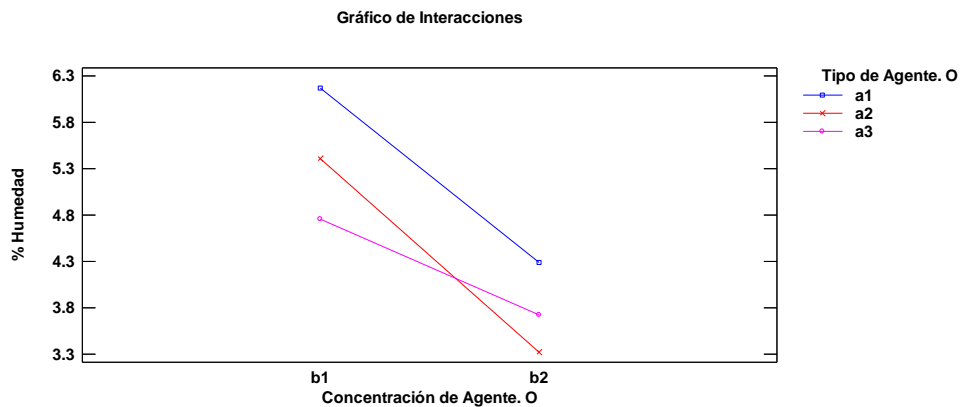


Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 6 cada uno de los niveles del factor B son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de humedad con un nivel de confianza del 95,0%.

## Figura 7

Interacciones del contenido de humedad del factor B.



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor B en el contenido de humedad, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor C con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 24**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de humedad por temperatura de deshidratación*

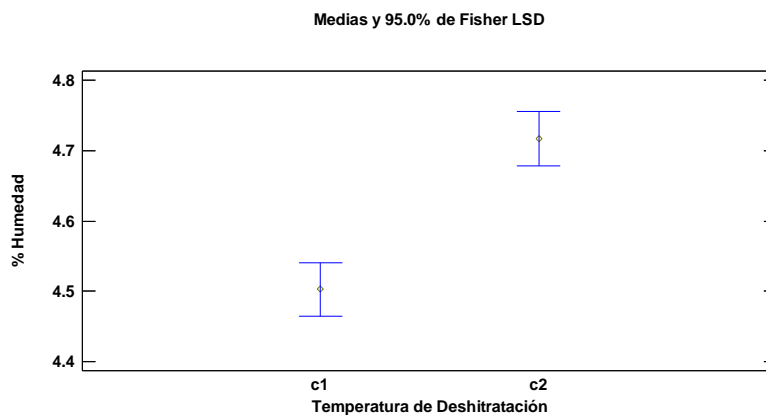
Temperatura de Deshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c2	18	4,71667	0,0260579	A
c1	18	4,50278	0,0260579	B

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 24 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 4,71667% del contenido de humedad que corresponde al nivel c2 por lo tanto a 70°C presenta mayor contenido de humedad debido a la temperatura de deshidratación osmótica.

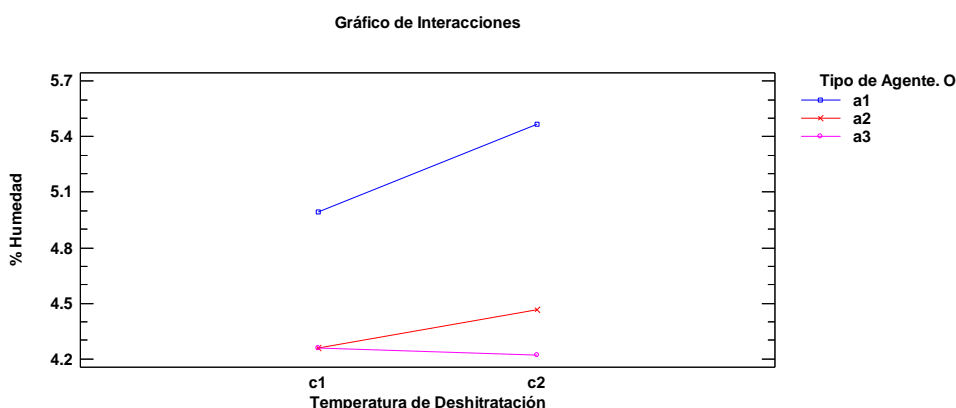
**Figura 8**

*Gráfico de medias del contenido de humedad del factor C.*



*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 8 cada uno de los niveles del factor C son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de humedad con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 9***Interacciones del contenido de humedad del factor C.*

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor C en el contenido de humedad, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

**Tabla 25***Análisis de varianza para contenido de sólidos solubles*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
A: Tipo de Ag. Osmótico	13,7222	2	6,86111	11.23	0.0004
B: Concentración de Ag. Osmótico	58,7778	1	58,7778	96.18	0.0000
C: Temperatura de Deshidratación	1,0	1	1,0	1.64	0.2131
Interacciones					
AB	2,72222	2	1,36111	2.23	0.1296
AC	1,16667	2	0,583333	0.95	0.3991
BC	0,111111	1	0,111111	0.18	0.6736
ABC	1,72222	2	0,861111	1.41	0.2639
Residuos	14,6667	24	0,611111		
Total (Corregido)	93,8889	35			

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)



En la tabla 25 se detalla el análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles, donde los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-p son menores que 0,05: factor A (Tipo de agente osmótico), factor B (Concentración del agente osmótico) y factor C (Temperatura de deshidratación) y sus interacciones AB (Tipo de agente osmótico y Concentración del agente osmótico), AC (Tipo de agente osmótico y Temperatura de deshidratación), BC (Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación), ABC (Tipo de agente osmótico, Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación) estos tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de sólidos solubles con un 95,0% de nivel de confianza.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor A con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 26**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por tipo de agente osmótico*

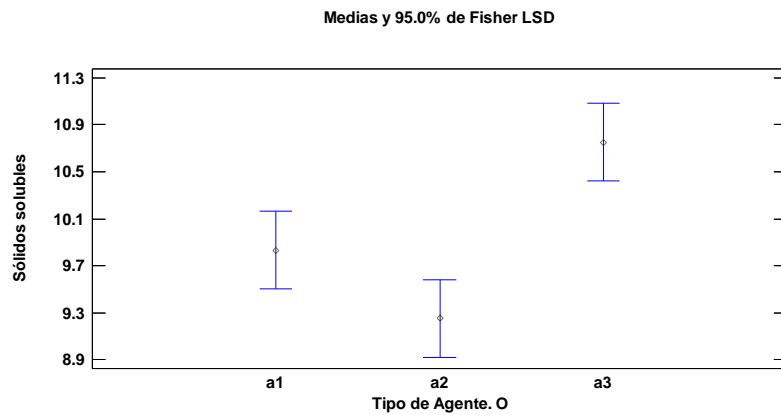
Tipo de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a3	12	10,75	0,225668	A
a1	12	9,83333	0,225668	B
a2	12	9,25	0,225668	C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 26 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 10,75°Brix que corresponde al nivel a3 por lo tanto mediante el tipo de agente osmótico Sucralosa presenta mayor contenido de sólidos solubles debido al agente osmótico utilizado.

### Figura 10

Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor A.

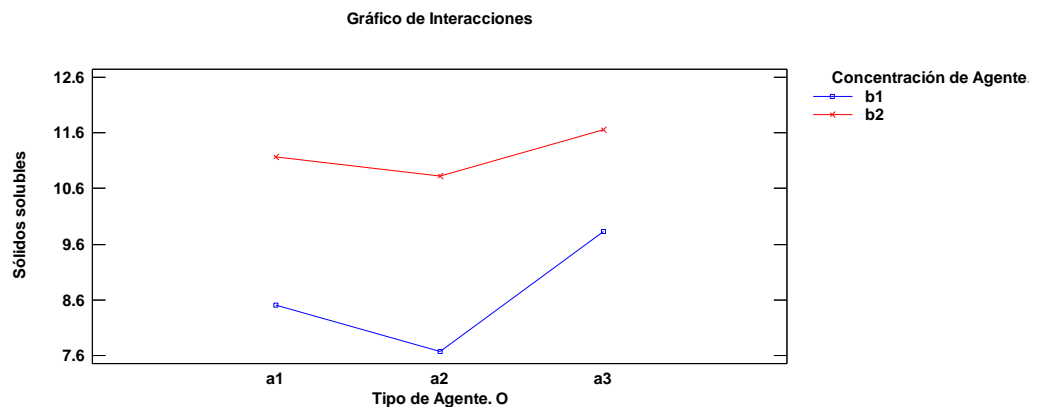


Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 10 cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de sólidos solubles con un nivel de confianza del 95,0%.

### Figura 11

Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor A.



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor A en el contenido de sólidos solubles, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor B con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 27**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por concentración de agente osmótico*

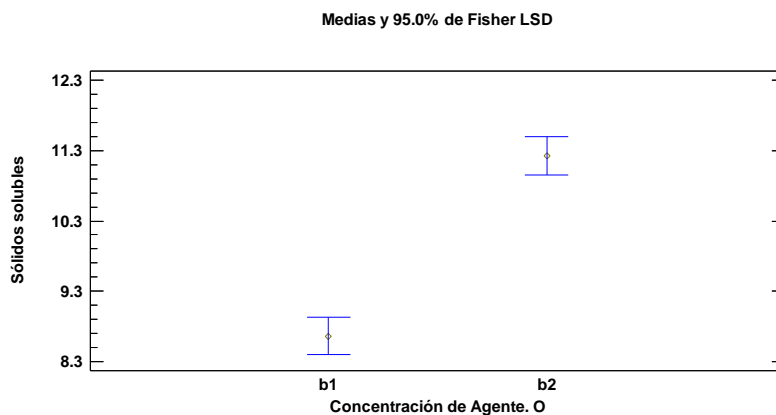
Concentración de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b2	18	11,2222	0,184257	A
b1	18	8,66667	0,184257	B

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 27 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 11,2222°Brix que corresponde al nivel b2 por lo tanto a 60°Brix presenta mayor contenido de sólidos solubles debido a la concentración de la deshidratación osmótica.

**Figura 12**

*Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor B.*

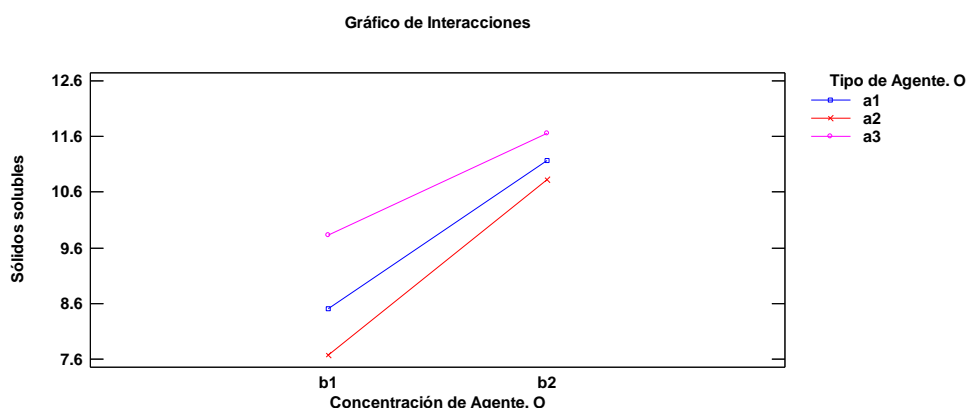


*Nota.* Trabajo experimental, (Arias, Hidalgo 2022)

En la figura 12 cada uno de los niveles del factor B son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de sólidos solubles con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 13**

*Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor B.*



*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor B en el contenido de sólidos solubles, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor C con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 28**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para el contenido de sólidos solubles por temperatura de deshidratación*

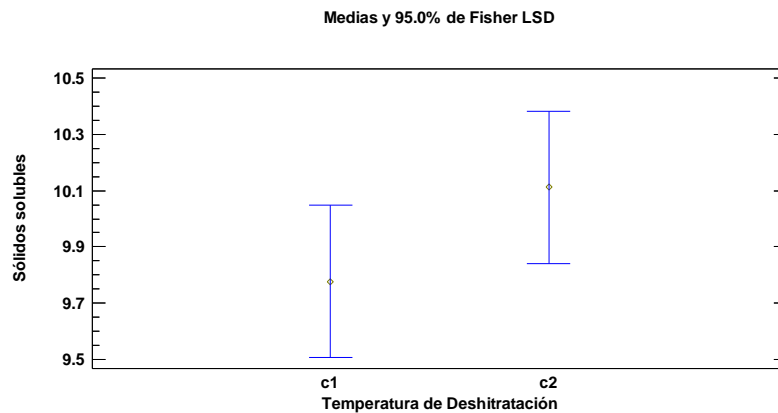
Temperatura de Deshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c2	18	10,1111	0,184257	A
c1	18	9,77778	0,184257	B

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 28 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que no existen diferencia entre los grupos homogéneos, sin embargo, se evidencia que el valor medio más alto es de 10,1111°Brix que corresponde al nivel c2 por lo tanto a 70°C presenta mayor contenido de sólidos solubles debido a la temperatura de la deshidratación osmótica.

## Figura 14

Gráfico de medias del contenido de sólidos solubles del factor C.

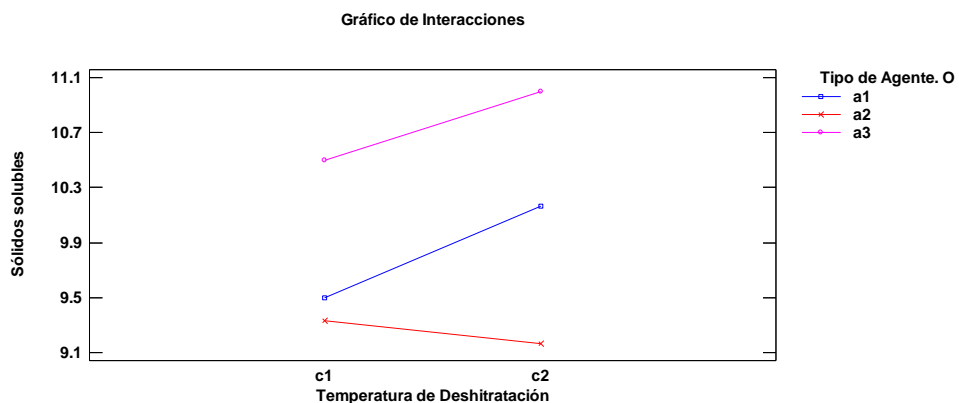


Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 14 cada uno de los niveles del factor C son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de sólidos solubles con un nivel de confianza del 95,0%.

## Figura 15

Interacciones del contenido de sólidos solubles del factor C.



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor C en el contenido de sólidos solubles, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

#### 4.4. Resultados de la deshidratación osmótica y secado del mortiño

Los resultados de la deshidratación osmótica y secado de dos variedades de mortiño se reportan en la siguiente tabla.

**Tabla 29**

*Resultados de la deshidratación osmótica y secado de dos variedades de mortiño*

Tratamientos	Deshidratación osmótica		Secado	
	Concentración (°Brix)	Tiempo de inmersión (min)	Tiempo (hrs)	Temperatura (°C)
T1	48	10	24	50
T2	47	10	24	70
T3	59	10	24	50
T4	57	10	24	70
T5	48	10	24	50
T6	48	10	24	70
T7	58	10	24	50
T8	57	10	24	70
T9	48	10	24	50
T10	47	10	24	70
T11	57	10	24	50
T12	57	10	24	70

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 29 se muestran los resultados de la deshidratación osmótica y secado del mortiño. El índice de madurez de las dos variedades de mortiño fue color negro 100% maduro donde se evidencia que el contenido de sólidos solubles disminuyó considerablemente en relación al tiempo debido a la transferencia de sólidos solubles por parte de la solución osmótica hacia la fruta, logrando que ésta se deshidrate incluso con menor tiempo de lo establecido con 10min de inmersión el cual no perdió su poder deshidratante, logrando que el mortiño disminuya los sólidos solubles al finalizar la deshidratación osmótica, por lo que se puede inferir que la reutilización de la solución osmótica es factible.

Sánchez (2015), señala que este comportamiento puede deberse a la concentración de la solución osmótica que permite la rápida transferencia de azúcares hacia la fruta. Después de este tiempo la ganancia de sólidos se incrementa levemente hasta alcanzar un

equilibrio. Por otro lado, Manzoor et al., (2021), señalan que la disminución de la tasa de la pérdida de agua con el tiempo podría atribuirse al bloqueo de los capilares dentro de las muestras debido a la deposición de solución osmótica de alta concentración en la superficie de la muestra durante la ganancia de sólidos.

#### 4.5. Resultados del análisis del contenido de polifenoles

Resultados del análisis del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, fueron expresados en *mg* ácido gálico/*g* muestra. En la tabla 30 se detalla los resultados obtenidos en el mortuño.

**Tabla 30**

*Resultados del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu*

Muestras	Absorbancia	Concentración [mg/L]	Promedio
T1	0,25	285,40	74,05
	0,27	304,44	
	0,27	304,44	
T2	0,24	275,87	71,14
	0,25	285,40	
	0,26	294,92	
T3	0,22	256,83	60,84
	0,22	256,83	
	0,22	256,83	
T4	0,22	256,83	63,38
	0,22	256,83	
	0,24	275,87	
T5	0,24	275,87	68,97
	0,24	275,87	
	0,24	275,87	
T6	0,24	275,87	69,58
	0,23	266,35	
	0,26	294,92	
T7	0,30	333,02	73,96
	0,26	294,92	

	0,24	275,87	
	0,23	266,35	66,41
T8	0,23	266,35	
	0,23	266,35	
	0,22	256,83	61,29
T9	0,20	237,78	
	0,21	247,30	
	0,20	237,78	60,12
T10	0,20	237,78	
	0,21	247,30	
	0,2	237,78	58,66
T11	0,19	228,25	
	0,21	247,30	
	0,18	218,73	54,46
T12	0,17	209,21	
	0,19	228,25	

Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 30 se muestra los resultados que se obtuvieron del análisis de contenido de polifenoles para los cuales se utilizó un índice de madurez de color negro 100% maduro de las dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*) osmodeshidratado, para cada uno de los procesos realizados. En el cual se observa en el Tratamiento 12 se obtuvo 54,46mg ácido gálico/g muestra, representa la cantidad más baja en polifenoles por el método Folin-Ciocalteu. Mientras que en el Tratamiento 1, se obtuvo 74,05mg ácido gálico/g muestra, siendo el valor más alto de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu debido al tipo de agente osmótico utilizado.

García & Rúaes (2018), mencionan que, en el estudio del efecto del pretratamiento de secado de mortiño con referencia a la velocidad de secado y el contenido total de polifenoles solubles y antocianinas, se observó que tuvo un 99,7% de contenido de polifenoles, por otro lado, Gallego et al., (2021), señalan que en el consumo de mortiño osmodeshidratado disminuye los niveles de biomarcadores proinflamatorios de adultos con sobrepeso y obesidad, en el cual presento un contenido fenólico total de  $692,7 \pm 47,4$ mg GAE/100g muestra, por lo que corresponde a los valores obtenidos en nuestra investigación.



**Tabla 31***Análisis de varianza para el contenido de polifenoles*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
<b>Efectos principales</b>					
A: Tipo de Ag. Osmótico	875,211	2	437,606	57,15	0,0000
B: Concentración de Ag. Osmótico	207,6	1	207,6	27,11	0,0000
C: Temperatura de Deshidratación	31,9413	1	31,9413	4,17	0,0522
<b>Interacciones</b>					
AB	194,946	2	97,4728	12,73	0,0002
AC	16,2524	2	8,12618	1,06	0,3617
BC	4,70167	1	4,70167	0,61	0,4409
ABC	69,5372	2	34,7686	4,54	0,0213
Residuos	183,778	24	7,65741		
Total (Corregido)	1583,97	35			

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 31 se detalla el análisis de varianza para el contenido de polifenoles, donde los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 4 valores-p son menores que 0,05: factor A (Tipo de agente osmótico), factor B (Concentración del agente osmótico) y factor C (Temperatura de deshidratación) y sus interacciones AB (Tipo de agente osmótico y Concentración del agente osmótico), AC (Tipo de agente osmótico y Temperatura de deshidratación), BC (Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación), ABC (Tipo de agente osmótico, Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación) estos tienen un efecto estadísticamente significativo sobre contenido de polifenoles con un 95,0% de nivel de confianza.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor A con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 32**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por tipo de agente osmótico*

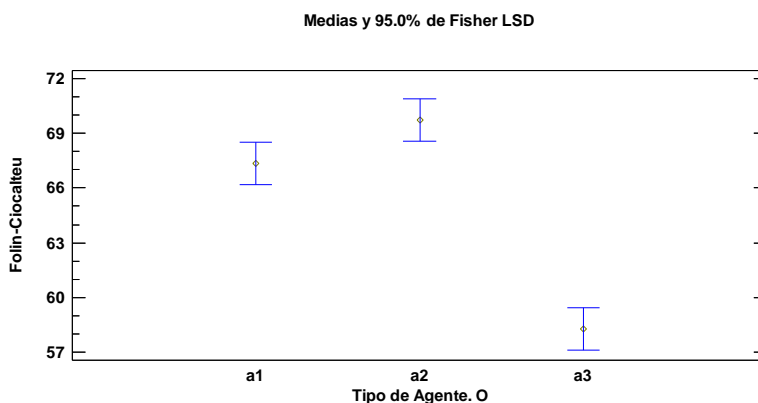
Tipo de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2	12	69,7292	0,798823	A
a1	12	67,3525	0,798823	B
a3	12	58,2858	0,798823	C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 32 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 69,7292mg ácido gálico/g muestra mediante el método Folin-Ciocalteu que corresponde al nivel a2 por lo tanto mediante el tipo de agente osmótico Miel de abeja presenta mayor contenido de polifenoles debido al agente osmótico utilizado.

**Figura 16**

*Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor A.*

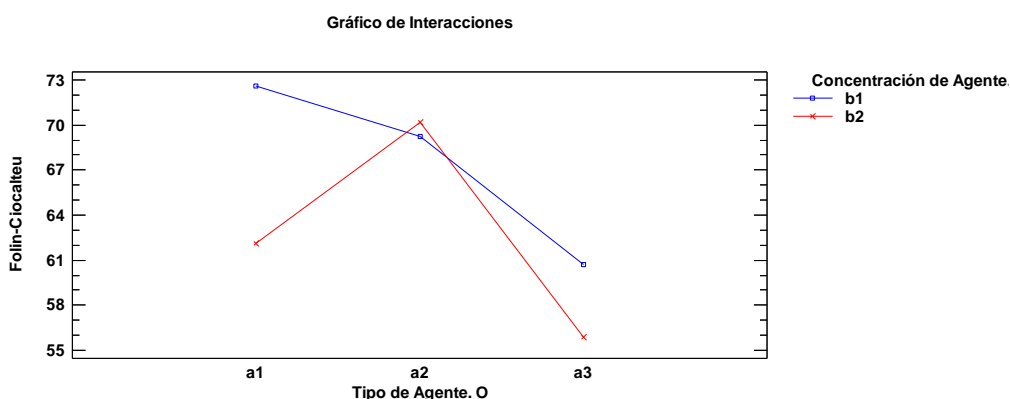


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 16 cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu con un nivel de confianza del 95,0%.

## Figura 17

Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor A.



Nota. Trabajo experimental, (Arias, Hidalgo 2022)

La interacción del factor A en el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor B con un 95,0% de confiabilidad.

### Tabla 33

Prueba de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por concentración de agente osmótico

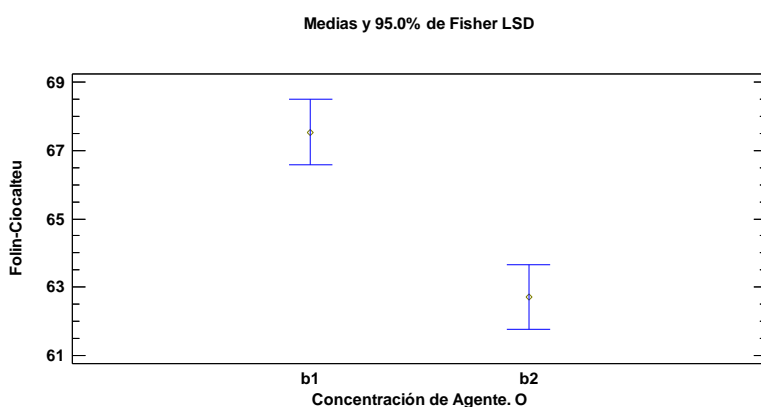
Concentración de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	18	67,5239	0,652236	A
b2	18	62,7211	0,652236	B

Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 33 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 67,5239mg ácido gálico/g muestra mediante el método Folin-Ciocalteu que corresponde al nivel b1 por lo tanto a 50°Brix presenta mayor contenido de polifenoles debido a la concentración de la deshidratación osmótica.

## Figura 18

Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor B.

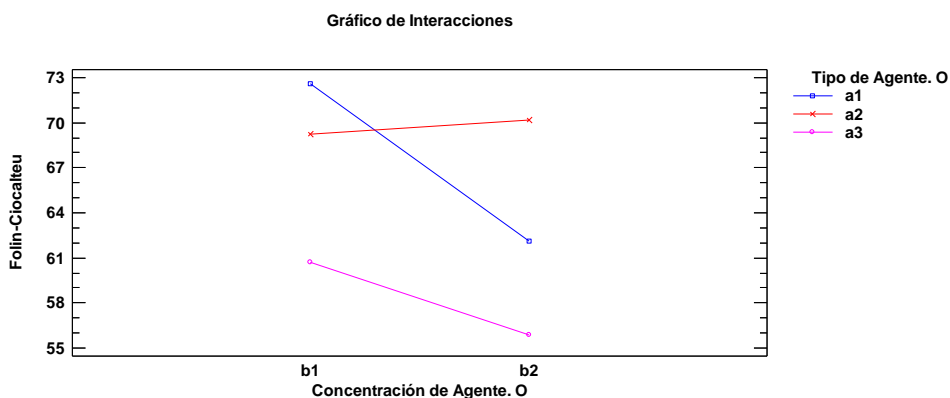


Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 18 cada uno de los niveles del factor B son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu con un nivel de confianza del 95,0%.

## Figura 19

Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor B.



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor B en el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor C con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 34**

*Prueba de rangos múltiples al 95% de confianza para Folin-Ciocalteu por temperatura de deshidratación*

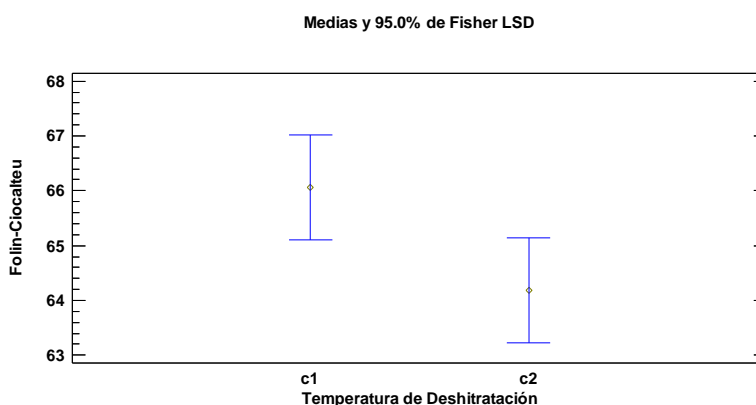
Temperatura de Deshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c1	18	66,0644	0,652236	A
c2	18	64,1806	0,652236	B

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 34 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que no existen diferencia entre los grupos homogéneos, sin embargo, se evidencia que el valor medio más alto es de 66,0644mg ácido gálico/g muestra mediante el método Folin-Ciocalteu que corresponde al nivel c1 por lo tanto a 50°C presenta mayor contenido de polifenoles debido a la temperatura de la deshidratación osmótica.

**Figura 20**

*Gráfico de medias del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor C.*

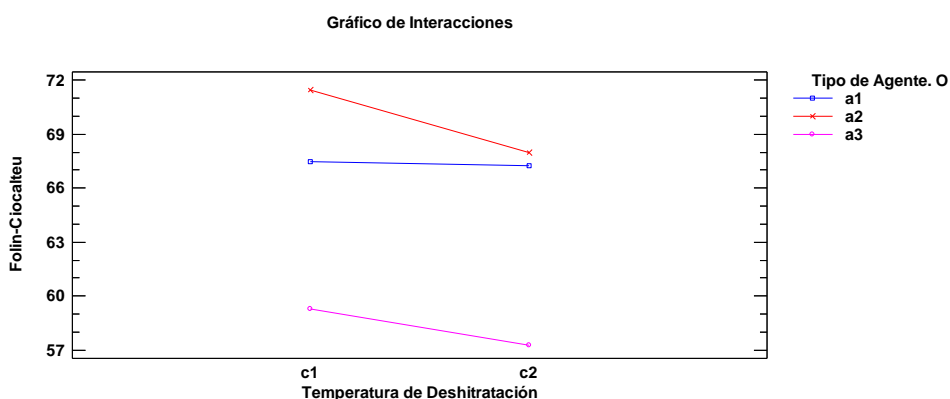


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 20 cada uno de los niveles del factor C son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 21**

*Interacciones del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu del factor C.*



*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor C en el contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

#### **4.6. Resultados del análisis de la cantidad de antioxidantes**

Los resultados que se presentan en los análisis de la cantidad de antioxidantes del método ABTS, fueron expresados en  $\mu\text{mol}$  trolox/ g muestra. En la siguiente tabla 35 se muestra la cantidad de antioxidantes del mortiño.

**Tabla 35**

*Resultados del análisis de la cantidad de antioxidantes ABTS*

Muestras	Absorbancia	Concentración [ $\mu\text{M}/\text{mL}$ ]	$\mu\text{mol ET/g}$ muestra	$\text{mmol ET/g}$ muestra	Promedio
T1	0,19	567,4342105	281931,54	281,93	289,08
	0,17	584,7039474	290512,06	290,51	
	0,16	593,3388158	294802,33	294,80	
T2	0,19	567,4342105	471447,50	471,45	469,06
	0,19	567,4342105	471447,50	471,45	
	0,20	558,7993421	464273,30	464,27	
T3	0,24	524,2598684	413976,52	413,98	409,43
	0,24	524,2598684	413976,52	413,98	
	0,26	506,9901316	400339,65	400,34	
T4	0,26	506,9901316	417069,87	417,07	407,6

	0,28	489,7203947	402863,11	402,86	
	0,28	489,7203947	402863,11	402,86	
	0,24	524,2598684	436883,22	436,88	
T5	0,21	550,1644737	458470,39	458,47	451,27
	0,21	550,1644737	458470,39	458,47	
	0,21	550,1644737	457251,06	457,25	
T6	0,22	541,5296053	450074,47	450,07	452,47
	0,22	541,5296053	450074,47	450,07	
	0,20	558,7993421	274369,56	274,37	
T7	0,24	524,2598684	257410,74	257,41	268,72
	0,20	558,7993421	274369,56	274,37	
	0,18	576,0690789	478780,82	478,78	
T8	0,16	593,3388158	493133,99	493,13	488,35
	0,16	593,3388158	493133,99	493,13	
	0,21	550,1644737	454531,12	454,53	
T9	0,22	541,5296053	447397,23	447,40	449,78
	0,22	541,5296053	447397,23	447,40	
	0,18	576,0690789	479099,37	479,10	
T10	0,18	576,0690789	479099,37	479,10	479,10
	0,18	576,0690789	479099,37	479,10	
	0,22	541,5296053	445336,85	445,34	
T11	0,22	541,5296053	445336,85	445,34	445,34
	0,22	541,5296053	445336,85	445,34	
	0,18	576,0690789	478144,99	478,14	
T12	0,19	567,4342105	470977,93	470,98	473,37
	0,19	567,4342105	470977,93	470,98	

Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 35, se presentan los resultados obtenidos de la cantidad de antioxidantes para los cuales se utilizó un índice de madurez de color negro 100% maduro de las dos variedades de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*) Osmodeshidratado, para cada uno de los procesos realizados. Como se puede observar en el tratamiento 7 se obtuvo  $268,72\mu\text{mol}$  trolox/g muestra representando a la cantidad más baja en antioxidantes por el método ABTS esto podría atribuirse a la dilución (1;5). Mientras que el tratamiento 8

se obtuvo 488,35  $\mu\text{mol}$  trolox/g muestra, siendo el valor más representativo con la cantidad más alta de antioxidantes por el método ABTS en comparación a los resultados obtenidos por menor tiempo de deshidratación. Esto se logró debido a la diferencia de tiempo y temperatura de deshidratación logrando obtener un producto Osmodeshidratado en un tiempo mínimo de lo establecido.

Arteaga & Arteaga (2016), realizaron la optimización de la actividad antioxidante del mortiño en la que muestra un 78,49% de contenido de antioxidantes, por otro lado García & Rúaless (2018), realizaron el estudio del pretratamiento de secado del mortiño con referencia a la velocidad de secado y el contenido total de antioxidantes, en la que muestran 439,6  $\mu\text{mol}$  trolox/g muestra, por lo que corresponde al tratamiento 8 de nuestra investigación, en donde a mayor temperatura de deshidratación se obtiene un producto deshidratado en menor tiempo logrando con ello no desnaturalizar al producto. Esto puede relacionarse con el tiempo de inmersión de la fruta y el tipo de agente osmótico utilizado.

**Tabla 36**

*Análisis de varianza de la cantidad de antioxidantes*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
<b>Efectos principales</b>					
A: Tipo de Ag. Osmótico	29108,0	2	14554,0	311,56	0,0000
B: Concentración de Ag. Osmótico	2398,55	1	2398,55	51,35	0,0000
C: Temperatura de	52054,7	1	52054,7	1114,33	0,0000
<b>Interacciones</b>					
AB	16415,1	2	8207,57	175,70	0,0000
AC	10783,6	2	5391,78	115,42	0,0000
BC	312,052	1	312,052	6,68	0,0163
ABC	60268,3	2	30134,2	645,08	0,0000
Residuos	1121,13	24	46,7139		
Total (Corregido)	172461	35			

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 36 se observa el análisis de varianza para la cantidad de antioxidantes, donde los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 7 valores-p son menores que 0,05: factor A (Tipo de agente osmótico), factor B



(Concentración del agente osmótico) y factor C (Temperatura de deshidratación) y sus interacciones AB (Tipo de agente osmótico y Concentración del agente osmótico), AC (Tipo de agente osmótico y Temperatura de deshidratación), BC (Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación), ABC (Tipo de agente osmótico, Concentración del agente osmótico y Temperatura de deshidratación) tienen un efecto estadísticamente significativo sobre cantidad de Antioxidantes con un 95,0% de nivel de confianza.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor A con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 37**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por tipo de agente osmótico*

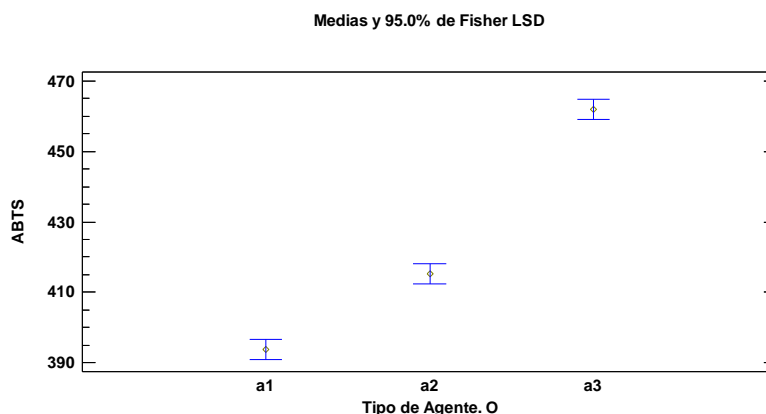
Tipo de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a3	12	461,896	1,97303	A
a2	12	415,2	1,97303	B
a1	12	393,792	1,97303	C

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 37 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 461,896  $\mu\text{mol/g}$  muestra mediante el método ABTS que corresponde al nivel a3 por lo tanto mediante el agente osmótico sucralosa presenta mayor cantidad de antioxidantes debido al agente osmótico utilizado.

**Figura 22**

*Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor A.*

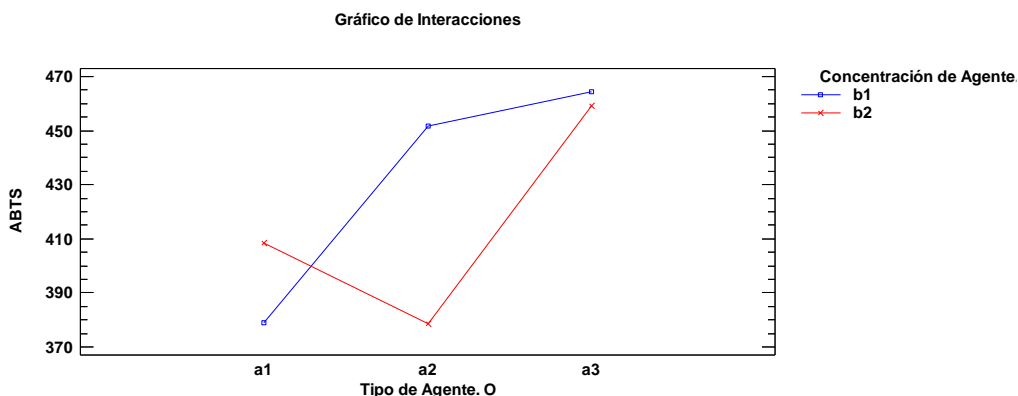


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 22 cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de antioxidantes por el método ABTS con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 23**

*Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor A.*



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor A en el contenido de antioxidantes por el método ABTS, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor B con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 38**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por concentración de agente osmótico*

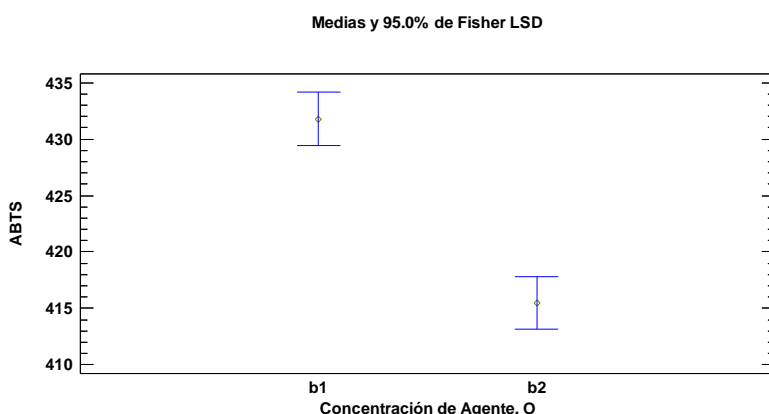
Concentración de Ag. Osmótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	18	431,792	1,61097	A
b2	18	415,467	1,61097	B

Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 38 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 431,792µmol/g muestra mediante el método ABTS que corresponde al nivel b1 por lo tanto a 50°Brix presenta mayor cantidad de antioxidantes debido a la concentración de la deshidratación osmótica.

**Figura 24**

*Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor B.*

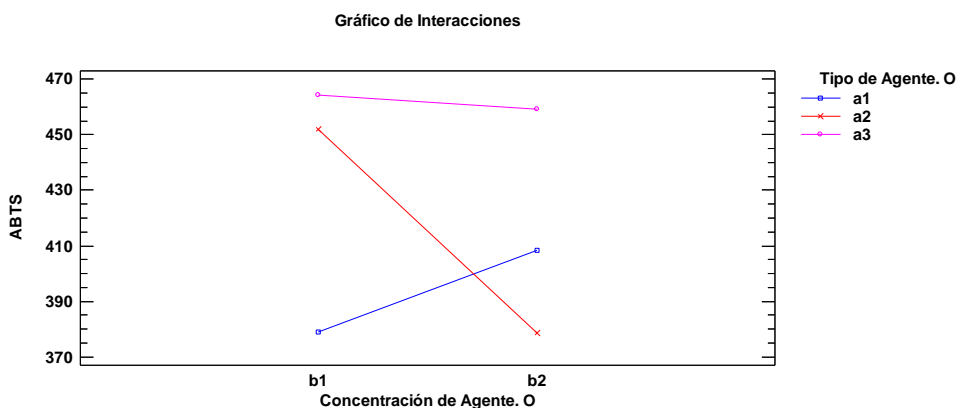


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 24 cada uno de los niveles del factor B son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de antioxidantes por el método ABTS con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 25**

*Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor B.*



*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor B en el contenido de antioxidantes por el método ABTS, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

Se realizó pruebas de rangos múltiples por el método LSD para establecer el nivel de incidencia del factor C con un 95,0% de confiabilidad.

**Tabla 39**

*Pruebas de rangos múltiples al 95% de confianza para ABTS por temperatura de deshidratación*

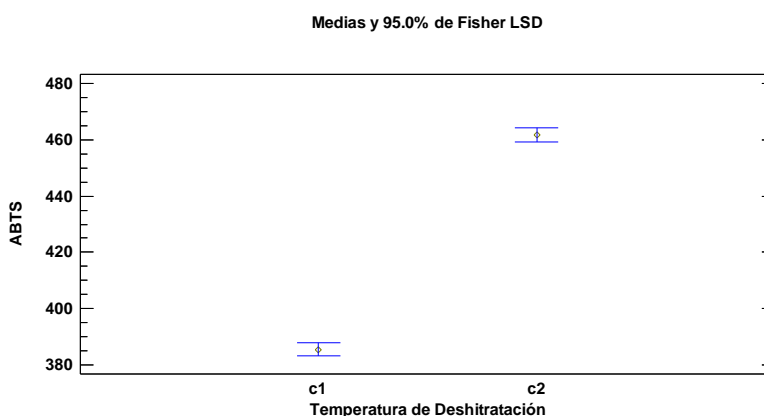
Temperatura de Deshidratación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c2	18	461,655	1,61097	A
c1	18	385,603	1,61097	B

*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la tabla 39 se observa la comparación de rangos múltiples en donde se detallan que existen diferencia entre los grupos homogéneos, dado que el valor medio más alto es de 461,655  $\mu\text{mol/g}$  muestra mediante el método ABTS que corresponde al nivel c2 por lo tanto a 70°C presenta mayor cantidad de antioxidantes debido a la temperatura de la deshidratación osmótica.

**Figura 26**

*Gráfico de medias del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor C.*

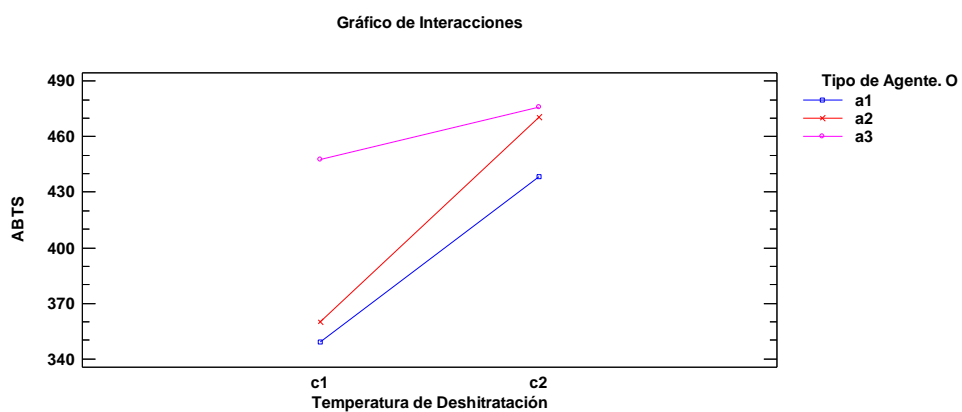


*Nota.* Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

En la figura 26 cada uno de los niveles del factor C son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de antioxidantes por el método ABTS con un nivel de confianza del 95,0%.

## Figura 27

Interacciones del contenido de antioxidantes por el método ABTS del factor C.



Nota. Trabajo experimental. (Arias & Hidalgo, 2022)

La interacción del factor C en el contenido de antioxidantes por el método ABTS, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones.

## **4.7. Comprobación de la hipótesis**

### **4.7.1. Hipótesis a verificar**

Las hipótesis de la investigación planteadas fueron:

#### **4.7.1.1. Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

La elaboración de un concentrado soluble a partir de dos variedades de mortiño no aporta al fortalecimiento del sistema inmunológico.

#### **4.7.1.2. Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )**

La elaboración de un concentrado soluble a partir de dos variedades de mortiño aporta al fortalecimiento del sistema inmunológico.

### **4.7.2. Verificación de la hipótesis para el contenido de polifenoles totales**

Los resultados obtenidos del contenido total de polifenoles tras haber realizado el diseño experimental se pueden evidenciar que existe diferencias significativas entre el tipo de agente osmótico y la concentración del agente osmótico además de ellos en la tabla 23 se evidencio la cantidad de polifenoles totales del mortiño en estudio, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

### **4.7.3. Verificación de la hipótesis para la cantidad de antioxidantes**

Los resultados obtenidos de la cantidad de antioxidantes tras haber realizado el diseño experimental se pueden evidenciar que existe diferencias significativas entre el tipo de agente osmótico, concentración del agente osmótico y temperatura de deshidratación osmótica, además de ellos en la tabla 27 se evidencio la cantidad de antioxidantes del mortiño en estudio, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### 4.8. Conclusiones

Se realizó el análisis proximal y elemental de la materia prima donde se observa un contenido de humedad de 90,40%, ceniza de 2,03%, grasa de 0,14%, fibra de 5,99%, proteína de 4,65%, *pH* de 3,40 y *°Brix* de 14, siendo un alimento que aporta favorablemente a la salud humana.

La velocidad de deshidratación osmótica de mortiño influye en la pérdida de agua y ganancia de sólidos donde se aplicó un pretratamiento de fruta fresca a un baño de inmersión de 10min mediante una solución osmótica, por lo que la concentración del agente osmótico fue de 60°*Brix* y una temperatura de 70°C en el cual ofrece un producto alternativo con características favorables.

Los parámetros adecuados para deshidratar osmóticamente los frutos fueron 70°C por 24hrs con 10min de inmersión en una relación fruta-jarabe lo que permitió disminuir el tiempo de deshidratación en el secador logrando con ello conservar las propiedades que nos brinda estos frutos, además de ello reducir los costos de producción y maximizar ganancias.

Los frutos de mortiño osmodeshidratado con Miel de abeja, 50°*Brix* a 50°C presentó el porcentaje máximo de cantidad de polifenoles totales 74,05mg *GAE/g* muestra, por otro lado, los frutos de mortiño osmodeshidratado con Sacarosa 50°*Brix* a 70°C presentó el porcentaje máximo de cantidad de antioxidantes 488,35mmol *ET/g* muestra, demostrando que el pretratamiento de inmersión tiene un efecto significativo en la cantidad total de polifenoles y antioxidantes.

#### **4.9. Recomendaciones**

Realizar la investigación con replicas en cuanto al análisis proximal y elemental y demás análisis como fisicoquímicos y biológicos con el fin de obtener datos confiables.

Realizar otros estudios utilizando otro tipo de agente osmótico como Stevia, fructosa a diferentes concentraciones para poder observar su efecto en la deshidratación osmótica de cualquier tipo de fruta.

Para mejorar la calidad del concentrado soluble se recomienda usar la temperatura de 70°C y otro método de deshidratación, ya que así se podría llegar a obtener la humedad deseada en menor tiempo de secado.

Se propone continuar con la investigación de este producto debido a la cantidad de antioxidante y polifenoles totales que presenta el producto, realizar estudios profundos que corroboren que las propiedades funcionales del mortiño osmodeshidratado ayuda a fortalecer el sistema inmunológico.



## BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, I., Qazi, I. M., & Jamal, S. (2016). Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables. *Innovative food science and emerging technologies*. doi:i: 10.1016/j.ifset.2016.01.00
- Alarcón-Barrera, K., Armijos-Montesinos, D., Garcia-Tenesaca, M., Iturralde, G., Jaramilo-Vivanco, T., & Granda-Albuja, M. (2018). Wild Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and Andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth) from the Highlands of Ecuador: Nutritional composition and protective effect on human dermal fibroblasts against cytotoxic oxidative damage. *J Berry Res*. Obtenido de <https://doi.org/10.3233/JBR-180316>
- Allcca, C. M. (2017). Influencia de la concentracion de sacarosa y temperatura en la deshidratacion osmotica de la oca (*Oxalis Tuberosa*). (*Tesis de Ingeniera Agroindustrial*). Universidad Nacional Jose Maria Arguedas, Andahuaylas, Peru. Obtenido de [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/280/Maribel\\_Tesis\\_Bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/280/Maribel_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Antamba, C. G. (2020). Rescate del mortiño como fruta ancestral en la provincia Imbabura en la aplicacion de cocteles . (*Tesis de Ingenieria en Administracion de Empresas Gastronomicas*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra. Obtenido de [https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/560/1/1\\_TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf](https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/560/1/1_TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 196-197. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000400005&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000400005&script=sci_abstract)
- Ayala, M. K. (2017). Caracterización morfologica del mortiño (*Vaccinium floribundum* kunt) en la cierra norte de Ecuador. *Trabajo de titulación*. UDLA. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8035/1/UDLA-EC-TIAG-2017-33.pdf>
- Bohorquez, R. (2016). Determiación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de *Diplostephium phlycoides* (Kunth) Wedd. *Universidad de ciencias aplicadas y*

- ambientales*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/591/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20actividad%20antioxidante%20Displostephium%20philyciode.pdf>
- Bolívar, G. (2020). *Determinación de cenizas: métodos y ejemplos*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/determinacion-de-cenizas/>
- Buitrago, C., Rincón, M., Balaguera, H., & Ligarreto, G. (2015). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Rev. Fac. Nac. Agron.*, 7-8. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/47840>
- Buitrago, M., & Soledad, R. (2015). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) Classification of Different Maturity Stages of Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) Fruit. *Facultad Nacional de Agronomía*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/273202775\\_Tipificacion\\_de\\_Diferentes\\_Estados\\_de\\_Madurez\\_del\\_Fruto\\_de\\_Agraz\\_Vaccinium\\_meridionale\\_Swartz\\_Classification\\_of\\_Different\\_Maturity\\_Stages\\_of\\_Agraz\\_Vaccinium\\_meridionale\\_Swartz\\_Fruit](https://www.researchgate.net/publication/273202775_Tipificacion_de_Diferentes_Estados_de_Madurez_del_Fruto_de_Agraz_Vaccinium_meridionale_Swartz_Classification_of_Different_Maturity_Stages_of_Agraz_Vaccinium_meridionale_Swartz_Fruit)
- Burbano, T. J. (2015). Mejora de los procesos de producción y de ventas de una pequeña empresa de la industria de deshidratación de frutas. (*Tesis de Magister en Administración de Empresas con mención en gerencia de la calidad y productividad*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10657/Tesis%20Aclalau%20Alimentos%20S.A.%20Juan%20Burbano.pdf?sequence=1>
- Burgos, P. (2020). Obtenido de Propiedades de los arándanos o mortiños: <https://pedronelburgos.com/propiedades-de-los-arandanos-o-mortinos/>
- Bustillo, A. A. (2018). El cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum*) y su proyección en Colombia. (*Tesis de Ingeniera Agronómica*). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/940/1/UNIVERSIDAD%20DE%20CIENCIAS%20APLICADAS%20Y%20AMBIENTALES%20entregar%201.pdf>
- Caballero, B. M. (2019). Determinación de los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan la calidad de café de inversiones Gavalis. *Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico*. Universidad de Santander, San José de Cucuta. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/4122/1/DETERMINACI%C3%93N%20DE%20FACTORES%20EXTR%C3%89NICOS%20E%20INTR%C3%89NICOS%20QUE%20AFECTAN%20LA%20CALIDAD%20DE%20CAF%C3%A9%20DE%20INVERSIONES%20GAVALIS.pdf>

20DE%20LOS%20FACTORES%20EXTR%C3%8DNSECOS%20E%20INTR%C3%8DNSECOS%20QUE%20AFECTAN%20LA%20CALIDAD%20DEL%20CAF%C3%89%20DE%20INVERS.pdf

- Cardozo, J., & Puerto, R. (2019). Agregado del valor de frutos silvestres de Agraz a través de la aplicación de recubrimientos comestibles a base de almidones de papas Andinas. *Trabajo de grado*. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Obtenido de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2815/1/TGT\\_1419.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2815/1/TGT_1419.pdf)
- Casillas, P. M. (2019). Diseño del proceso de deshidratación osmótica para Cidrayota (*Sechium edule*) de la variedad virens levis. (*Tesis de Ingeniera en Alimentos*). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador . Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30559/1/AL%20725.pdf>
- Castelo, E. D. (2017). Influencia de la deshidratación osmótica como pretratamiento para deshidratación por convección con aire caliente en mango (*Manguifera indica*). (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Manabí, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2282/1/ULEAM-AGROIN-0054.pdf>
- Cautin, L. M., & Escobar, H. J. (2019). Influencia del método de secado sobre la obtención de mortiño (*Vaccinium Floribundum* Kunth) deshidratado y en polvo . (*Tesis de Ingeniera de Alimentos*). Universidad del Valle, Cali, Colombia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17829/CB0591983.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cayhualla, Y. M. (2015). Determinación de parámetros óptimos en la obtención de slides de carambola (*Averrhoa carambola* L.) por osmodeshidratación. (*Tesis de Ingeniera Agroindustrial*). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. Obtenido de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/942/Tesis%20AI152\\_Cay.pdf?sequence=1](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/942/Tesis%20AI152_Cay.pdf?sequence=1)
- Cedeño, A. V. (2017). Efectos del pre-tratamiento de secado en la pérdida de peso de la piña deshidratada. (*Tesis de Ingeniería en Alimentos*). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Chone, Manabí, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1720/1/ULEAM-IAL-0025.pdf>

- Cerdán, G. K., & Marianella, L. N. (2016). Efecto de la Concentración del Soluta en la Deshidratación Osmótica del Aguaymanto (*Physalis peruviana*). (*Tesis de Ingeniero Industrial*). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/2301/Cerd%c3%a1n%20Guevara%20y%20L%c3%b3pez%20Ninaquispe.pdf?sequence=1>
- Chávez, A. O. (2019). Influencia de la aolución de cubierta del jugo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en la calidad del fruto de arándano mínimamente procesado. (*Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias*). Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo", Huaraz, Perú. Obtenido de [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4300/T033\\_44130250\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4300/T033_44130250_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Coronel, D. (2015). Aislamiento e identificación de taxa de levaduras presentes en el fruto de mortiño con capacidad fermentativa y resistencia alcohólica. *Trabajo de titulación previo a la obtención del título de; Ingeniero en biotecnología de los recursos naturales*. Universidad Politecnica Salesiana, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8867/1/UPS-QT06534.pdf>
- Cortez, Q. R. (2018). Polifenoles totales, vitamina C y capacidad antioxidante de las láminas deshidratadas de pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum* E.) y manzana (*Malus domestica*), utilizando goma xantana. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional del centro del Peru, Tarma, Peru. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4840/Cortez%20Quintana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diaconeasa, Z., Leopold, L., Rugină, D., Ayvaz, H., & Socaciu, C. (2015). *Antiproliferative and Antioxidant Properties of Anthocyanin Rich Extracts from Blueberry and Blackcurrant Juice*. International Journal of Molecular Sciences. doi:<https://doi.org/10.3390/ijms16022352>.
- Diaz, U. C. (2018). Evaluación de tecnologías de secado en las propiedades fisicoquímicas del banano (Cavendish Valery). (*Tesis de de Ingeniero en Alimentos*). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25177/%20cediazu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Falcón, P. (2017). Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida fermentada a partir de arándano (*Vaccinium Myrtillus* L) al estado maduro. (*Tesis de Ingeniera de Alimentos*). Universidad Nacional Santiago Antúnez de

- Mayolo, Huaraz. Obtenido de [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2197/T033\\_3161505\\_3\\_TI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2197/T033_3161505_3_TI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Flores, L., Chango, G., Puente, C., & Dalgo, V. (2019). Obtención del colorante natural a partir de Mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.) para uso alimenticio. *Ciencia Digital*. doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.716>
- Flores, R. L. (2019). Rendimiento y calidad de 20 progenies de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.). (*Tesis de Ingeniera Agrònoma*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4160/flores-riveros-lenny-denis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallego, P. E., Torres, D., Gómez, A., Posada, G., & Maldonado, C. M. (2021). Consumption of osmo-dehydrated Andean Berry (*Vaccinium meridionale* Swartz) decreases levels of pro-inflammatory biomarkers of overweight and obese adults. *Journal Vitae*, 28(2), 5-7. doi:<https://dx.doi.org/10.17533/udea.vitae.v28n2a343810>
- Gamboa, C. W., & Silva, N. J. (2018). Determinación de la temperatura y concentración de la solución osmótica en la deshidratación del arándano. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3058/47045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gamboa, C. W., & Silva, N. J. (2018). Determinación de la temperatura y concentración de la solución osmótica en la deshidratación del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3058/47045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcés, H. B. (2019). Obtencion de harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) y oca (*Oxalis Tuberosa*) mediante deshidratacion para la elaboracion de pastas artesanales. (*Tesis de Licenciado en Gestion Gastronomica*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11786/1/84T00628.pdf>
- Garcia, A. T., & Loor, C. C. (2017). Desarrollo de una Propuesta para la Aplicación de Métodos de Conservación de Alimentos en casos de Desastres Naturales en la Zona

- Costera del Ecuador. (*Tesis de Licenciatura en Gastronomía*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20758/1/TESIS%20Gs.%20203%20-%20Aplc%20Meto%20Conser%20Alim%20en%20casos%20de%20Desastres%20Naturales.pdf>
- García, A., & Ruales, J. (2018). Study the Effect of Pre-Treatment of Drying ‘Mortiño’ (*Vaccinium Floribundum* Kunth) with Reference to Drying Rate and Total Content of Soluble Polyphenols and Anthocyanins. *Revista Politécnica*, 9-10. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1390-01292018000100047&lng=en&nrm=iso](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-01292018000100047&lng=en&nrm=iso)
- García, A., & Ruales, J. (2018). Study the Effect of Pre-Treatment of Drying ‘Mortiño’ (*Vaccinium Floribundum* Kunth) with Reference to Drying Rate and Total Content of Soluble Polyphenols and Anthocyanins. *Politécnica*, 40(2). Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v40n2/2477-8990-rpolit-40-02-00047.pdf>
- García, A., & Ruales, J. (2018). Study the Effect of Pre-Treatment of Drying ‘Mortiño’ (*Vaccinium Floribundum* Kunth) with Reference to Drying Rate and Total Content of Soluble Polyphenols and Anthocyanins. *Revista Politécnica*, 4-5. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v40n2/2477-8990-rpolit-40-02-00047.pdf>
- García, E. M. (2016). Utilización del método de deshidratación por congelación para hortalizas con gran actividad de agua. (*Tesis de Licenciado en Gestión Gastronómica*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11499/1/84T00555.pdf>
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de FolinCiocalteu-Ciocalteu. *Universidad Politencica de Valencia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%c3%adnez%20et%20al.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, F. (27 de junio de 2020). *El Heraldo*. Obtenido de Talleres para conocer la producción de Arandano: <https://www.elheraldo.com.ec/talleres-para-conocer-la-produccion-de-arandanos/>
- Gomez, J. M., Angeles, V. M., Merida, J., & Serratos, M. (2017). Bioactive Compounds of Chamber-Dried Blueberries at Controlled Temperature and Wines Obtained from Them. *Journal of Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1155/2017/1567106>

- Gonzalez, P. (2018). *Un pionero en cultivar de arándano*. Revista líderes, Quito-Ecuador. Obtenido de Google Maps. (2021). <https://www.google.com/maps/place/Facultad+de+ciencias+agropecuarias+Guaranda./@-1.6111696,-78.9993654,783m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x91d317c835c204b3:0x463ddb6ae24c710!8m2!3d-1.611175!4d-78.9971767?hl=es>
- Gramajo, P. M. (2017). Aplicación de los métodos de conservación de alimentos. *Ingeniería y Ciencia*, 1. Obtenido de <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/riyc/article/view/1009/893>
- Guerrero, Z. D. (2021). Determinación de parámetros para la elaboración de una bebida alcohólica fermentada de arándano. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias*). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2779/IAIA-GUE-ZAP-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haro, L. D. (2016). Utilización de mortiño (*Vaccinium Floribundum* Kunt) en la elaboración de un licor para la aplicación en el área mixología. (*Tesis de Licenciando en Gestión Gastronómica*). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/10121/1/84T00466.pdf>
- Lima, A. (2019). Crecimiento y desarrollo vegetativo de arándano (*vaccinium corymbosum* l. var. biloxi), en tres pisos altitudinales de la provincia de Loja. (*Tesis de Ingeniero Agrónomo*). Universidad Nacional de Loja, Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/22469/1/Andreina%20Mariela%20Lima%20Balc%20A%20Alzar.pdf>
- Loor, G. J., & Zambrano, N. A. (2016). Estudio del Mortiño, Beneficios, y Aplicación en la Repostería. (*Tesis de Licenciatura en Gastronomía*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14886/1/TESIS%20Gs.%20135%20-%20Estudio%20del%20morti%C3%B1o%20beneficios%20y%20aplicaci%C3%B3n%20en%20la%20Reposter%C3%ADa.pdf>
- Loor, J., & Zambrano, A. (2016). Estudio del Mortiño, Beneficios, y Aplicación en la Repostería. *Estudio del Mortiño, Beneficios, y Aplicación en la Repostería*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14886/1/TESIS%20Gs.%20135%20-%20Estudio%20del%20morti%C3%B1o%20beneficios%20y%20aplicaci%C3%B3n%20en%20la%20Reposter%C3%ADa.pdf>

- Lopez, C. J. (2021). Eficacia de tres metodos de deshidratacion en mandarina (Pokan) para la obtencion de snacks deshidratados. (*Tesis de Ingeniero Agronomo*). Universidad Agraria del Ecuador, Guayaqui, Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOPEZ%20CEDE%2091O%20JUAN%20ALBERTO.pdf>
- López, G. A. (2018). Parámetros de calidad y características sensoriales de la carne de terneros de raza Retinta criados en dos modelos de producción ecológica. (*Tesis Doctoral de Ingeniería agraria, alimentaria, forestal y del desarrollo*). Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/80945/Tesis%20Doctoral%20Adoraci%C3%B3n%20L%C3%93pez%20Gajardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luna, C. (2015). Estudio del contenido de antocianinas y de la capacidad antioxidante en la concentracion de la pulpa de mortiño (*Vaccinium floribundum*) con la adiccion de pulpa de tomate (*Solanum betaceum*). *Trabajo previo a la obtención de titulo de ingeniera de alimentos*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5132/1/59418\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5132/1/59418_1.pdf)
- Ma, L., Sun, Z., Zeng, Y., Luo, M., & Yang, J. (2018). Molecular Mechanism and Health Role of Functional Ingredients in Blueberry for Chronic Disease in Human Beings. *International Journal of Molecular Sciences*. doi:10.3390 / ijms19092785
- Manzoor, A., Alikhan, M., Abdul, M., & Ahmad, S. (2021). Estudio comparativo de la deshidratación osmotica por microondas y convencional a temperatura constante. *Revista de investigación agrícola y alimentaria*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100176>
- Maupoey, P., Grau, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. España: Editorial Universitat Politècnica de València. Obtenido de [https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC\\_4092\\_02\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true)
- Medina, C., Lobo, M., Castaño, Á., & Cardona, L. (2015). Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale Swart.*) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n1/v16n1a06.pdf>



- Medina, J. C. (2015). Estudio del proceso de deshidratación de alimentos frutihortícolas: empleo de microondas y energía solar. (*Tesis de Magister en Tecnología e Higiene de los Alimentos*). Universidad Nacional de la Plata, La Plata. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46496/Documento\\_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46496/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Melo, A. G. (2015). Estudio de la Deshidratación Osmótica de la piña y vida útil. (*Tesis de Ingeniera de Alimentos*). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14398/1/61049\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14398/1/61049_1.pdf)
- Mesa, T. P. (2015). ALGUNOS ASPECTOS DE LA FENOLOGIA, EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE DOS CULTIVARES DE ARANDANO (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) PLANTADOS EN GUASCA (CUNDINAMARCA, COLOMBIA). (*Tesis de Biólogo*. Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6675/MesaTorresPaolaAndrea2015.pdf;sequence=1>
- Montero, I. F. (2015). Caracterización fisico-química y sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.). (*Tesis de Licenciado en Biología*). Universidad de Guadalajara, Las Agujas. Obtenido de [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler\\_Montero\\_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler_Montero_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Nogales, D. (2018). Efecto de la forma y dimension de muestras de queso fresco y la velocidad de prueba sobre el analisis de perfil de textura instrumental. *Universidad Nacional del chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4809/1/UNACH-EC-ING-IND-2018-0004.pdf>
- Ortiz, J. (2018). Obtención de un extracto rico en polifenoles a partir del residuo de la pulpa de mortiño (*Vaccinium meridionale*). *Trabajo de Titulación, modalidad proyecto de Investigación, previa la obtención del Título*. Universidad Tecnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27310/1/AL%20662.pdf>
- Paita, P. M. (2017). Situación actual del cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en Huarmey. (*Tesis de Ingeniero Agrónomo*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2980/F01-P35->



- Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14285/1/62301\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14285/1/62301_1.pdf)
- Quiñones, R. M. (2019). Influencia de las condiciones de procesos para obtener osmodeshidratado en manzana (*Malus communis* var. *delicious*). (*Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4192/qui%C3%B1ones-reyes-miriam-marlene.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reupo, B. R. (2018). Efecto de la pasteurización sobre las características, fisicoquímica, sensoriales y microbiológicas de la pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum* L) variedad Biloxi. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior*). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5767/Reupo%20Bardales%20Renzo%20Jairzinho.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rocca, P., & Mascheroni, R. (2018). Modelado matemático del proceso de deshidratación osmótica utilizado como pretratamiento en el secado de papas. *Proyecciones*. Obtenido de [file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/ModeladomatematicodelprocesodedeshidratacinosmticautilizadocomopretratamientoenelsecadodepapasProy%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/ModeladomatematicodelprocesodedeshidratacinosmticautilizadocomopretratamientoenelsecadodepapasProy%20(1).pdf)
- Rodiles, L. J., Manivel, C. R., Zamora, V. R., & Martínez, F. H. (2016). Elaboración de una botana de nopal obtenida por deshidratación osmótica. *Superficies y vacío*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/sv/v29n2/1665-3521-sv-29-02-49.pdf>
- Salvatierra, I. (2019). *Manual conservación de alimentos*. INACAP. Obtenido de [http://www.inacap.cl/web/material-apoyocedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual\\_Conseervacion\\_de\\_Alimentos.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyocedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual_Conseervacion_de_Alimentos.pdf)
- Sánchez, M. (2015). Evaluación del uso de pulpa de mortiño en el jarabe para deshidratación osmótica de piña. *Trabajo previo a la obtención de título de ingeniera en alimentos*. Universidad Técnica Equinoccial. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14300/63121\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14300/63121_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Solange, G. J., & Navarro, A. J. (2016). Estudio del Mortiño, Beneficios, y Aplicación en la Repostería. (*Tesis de Licenciatura en Gastronomía*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14886/1/TESIS%20Gs.%20135%20->

%20Estudio%20del%20morti%C3%B1o%20beneficios%20y%20aplicaci%C3%B3n%20en%20la%20Reposter%C3%ADa.pdf

- Soto, M. G., & Guablocho, C. Y. (2016). Evaluación de la temperatura y concentración de dos agentes osmodeshidratantes en la obtención de *Vaccinium myrtillus* arándano deshidratado. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Peru. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/272/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20temperatura%20y%20concentraci%C3%B3n%20de%20dos%20agentes%20osmodeshidratantes%20en%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20vaccinium%20myrtillus%20ar%C3%A1ndano%20deshidratado.pdf>
- Tapia, M. S. (2020). Contribución al concepto de actividad del agua (aw) y su aplicación en la ciencia y tecnología de alimentos en Latinoamérica y Venezuela. *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*(2), 18-40. Obtenido de <https://boletines.acfiman.org/wp-content/uploads/2021/01/Paginas-desde-23-45-SEGUNDO-ARTICULO.pdf>
- Torrenegra, M., Villalobos, O., Castellar, H., León, G., Granados, C., Pajaro, N., & Caro, M. (2016). Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962016000400009&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962016000400009&script=sci_arttext&tlng=en)
- Tupuna, S., Vera, E., & Rúaless, J. (2016). Obtención de Jugo Clarificado Concentrado de Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) Mediante el Uso de Tecnología de Membranas. *Revista Politécnica*, 4-5. Obtenido de [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/641](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/641)
- Ullaguari, P. J. (2021). Influencia de la conservación de productos alimenticios en el desarrollo de las enfermedades transmitidas por alimentos. (*Tesis de Bioquímica Farmacéutica*). Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16990/1/E-12191\\_ULLAGUARI%20PINEDA%20JOSELYN%20PAULETT.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16990/1/E-12191_ULLAGUARI%20PINEDA%20JOSELYN%20PAULETT.pdf)
- Ulloa, J., Ulloa, P., Ramírez, J., & Ulloa, B. (2016). Modelación matemática de las cinéticas de hidratación a diferentes temperaturas de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) producidas en México. *Biotecnología y ciencias agropecuarias*.

Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v10n2/2007-7858-cuat-10-02-00052.pdf>

- Valverde, F. L. (2019). Efecto de la temperatura y concentracion de panela en la cinetica de osmodeshidratacion de kinkan (*Fortunella japonica*) asistido por ultrasonido. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo , Peru. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15668/Valverde%20Flores%20C%20Lourdes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, P. P., Cobo, M. M., Argudo, A., Gutierrez, B., Rowntree, J., & Torres, M. d. (2020). Characterizing the genetic diversity of the Andean blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth.) across the Ecuadorian Highlands. *PLOS ONE*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243420>
- Vicente, S. (2016). Deshidratación osmótica de tejido de manzana: Influencia de la naturaleza del agente osmótico y de la actividad de agua en la estructura, las propiedades reológicas y la movilidad molecular del agua. (*Tesis de Química Industrial*). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Obtenido de [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n6082\\_Vicente.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6082_Vicente.pdf)
- Vilca, Y. L. (2015). Determinacion de la cinetica de deshidratcion osmotica de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) en rodajas. (*Tesis de Ingeniero Agroindustrial*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2393/Vilca\\_Yucra\\_Liliana.pdf?sequence=1](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2393/Vilca_Yucra_Liliana.pdf?sequence=1)
- Viteri, Y. M. (2016). Elaboracion de yogurt de mortiño (*Vaccinium floribundum*) con dos tipos de fermentos lácteos (Yo-Mix 883 Lyo 50 Dcu y fermelac) y dos conservantes sorbato de potasio y benzoato de potasio) y dos temperaturas de incuacion en la empresa Asocolesig. (*Tesis de Ingeniera Agroindustrial*). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3272/1/T-UTC-00539.pdf>
- Wang, H., Guo, X., Hu, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R. (2017). *Comparación de perfiles fitoquímicos, actividades antioxidantes y antioxidantes celulares de diferentes variedades de arándano ( Vaccinium spp.)*. Química de Alimentos. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.002>
- Yanes, V. (2018). Correlación existente entre el contenido de sólidos solubles totales y grado de acidez con las longitudes de ondas obtenidas mediante la espectroscopia Vis/NIR

en la poscosecha del cultivo de la frutabomba (*Carica papaya* L.). *trabajo de diploma*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10227/Victor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yuanshan, Y., Tony, Z. J., Xuotong, F., & Jijun, W. (2018). Biochemical degradation and physical migration of polyphenolic compounds in osmotic dehydrated blueberries with pulsed electric field and thermal pretreatments. *Food Chemistry*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.071>

## ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

#### Complejo Agroindustrial



Fuente: (Google Maps, 2021).

#### Departamento de Investigación y Vinculación de la UEB



Fuente: (Google Maps, 2021).

**Anexo 2.** Resultados del análisis proximal de dos variedades de mortiño en estudio

<b>Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Humedad	%	AOAC 925.10	90,37
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				90,40
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				90,12
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				81,05
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				80,42
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				80,25
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Ceniza	%	AOAC 923.03	1,82
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				2,03
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				1,89
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				1,87
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				1,82
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				1,78
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Grasa	%	AOAC 2003.06	0,06
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				0,07
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				0,08
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				0,11
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				0,14
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				0,10
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Fibra	%	WEENDE	1,28
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				1,93
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )				1,55
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )				5,54



Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )			5,99
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )			5,12

**Anexo 3.** Resultados reportados de pH y °Brix de dos variedades de mortiño

Muestra	Parámetro	Método	Resultados
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	pH	NTE INEN 389	3,40
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )			3,27
Mortiño ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	Sólidos Solubles (°Brix)	NTE INEN 2172	14
Mortiño ( <i>Vaccinium meridionale</i> )			7

**Anexo 4.** Resultados de la pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de dos variedades de mortiño

Tratamientos	Ho	Hf	WL (%)	So (°Brix)	Sf (°Brix)	SG (%)
T1	85,73	6,17	39,78	7	8	14,29
T2	85,73	6,13	39,80	7	8	14,29
T3	85,73	3,91	40,91	7	12	71,43
T4	85,73	4,88	40,43	7	12	71,43
T5	85,73	5,26	40,24	7	8	14,29
T6	85,73	5,49	40,12	7	8	14,29
T7	85,73	3,17	41,28	7	12	71,43
T8	85,73	3,37	41,18	7	12	71,43
T9	85,73	4,85	40,44	7	10	42,86
T10	85,73	4,57	40,58	7	10	42,86
T11	85,73	3,98	40,88	7	12	71,43
T12	85,73	3,80	40,97	7	12	71,43

**Anexo 5.** Resultados de la deshidratación osmótica y secado de dos variedades de mortiño

<b>Tratamientos</b>	<b>Deshidratación osmótica</b>		<b>Secado</b>	
	<b>Concentración (°Brix)</b>	<b>Tiempo de inmersión (min)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
T1	48	10	24	50
T2	47	10	24	70
T3	59	10	24	50
T4	57	10	24	70
T5	48	10	24	50
T6	48	10	24	70
T7	58	10	24	50
T8	57	10	24	70
T9	48	10	24	50
T10	47	10	24	70
T11	57	10	24	50
T12	57	10	24	70

**Anexo 6.** Resultados obtenidos del contenido de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu

<b>Muestras</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Concentración [mg/L]</b>	<b>Vol. Aforo (L)</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>FD</b>	<b>mg GAE/g muestra</b>	<b>Promedio</b>
T1	0,25	285,40	0,025	0,3019	3	70,90	74,05
	0,27	304,44	0,025	0,3019	3	75,63	
	0,27	304,44	0,025	0,3019	3	75,63	
T2	0,24	275,87	0,025	0,3009	3	68,76	71,14
	0,25	285,40	0,025	0,3009	3	71,14	
	0,26	294,92	0,025	0,3009	3	73,51	
T3	0,22	256,83	0,025	0,3166	3	60,84	60,84
	0,22	256,83	0,025	0,3166	3	60,84	
	0,22	256,83	0,025	0,3166	3	60,84	
T4	0,22	256,83	0,025	0,3039	3	63,38	63,38
	0,22	256,83	0,025	0,3039	3	63,38	
	0,22	256,83	0,025	0,3039	3	63,38	
T5	0,24	275,87	0,025	0,3000	3	68,97	68,97
	0,24	275,87	0,025	0,3000	3	68,97	
	0,24	275,87	0,025	0,3000	3	68,97	
T6	0,24	275,87	0,025	0,3008	3	68,78	69,58
	0,23	266,35	0,025	0,3008	3	66,41	
	0,26	294,92	0,025	0,3008	3	73,53	
T7	0,3	333,02	0,025	0,3055	3	81,76	73,96
	0,26	294,92	0,025	0,3055	3	72,40	
	0,24	275,87	0,025	0,3055	3	67,73	
T8	0,23	266,35	0,025	0,3008	3	66,41	66,41
	0,23	266,35	0,025	0,3008	3	66,41	
	0,23	266,35	0,025	0,3008	3	66,41	
T9	0,22	256,83	0,025	0,3026	3	63,65	

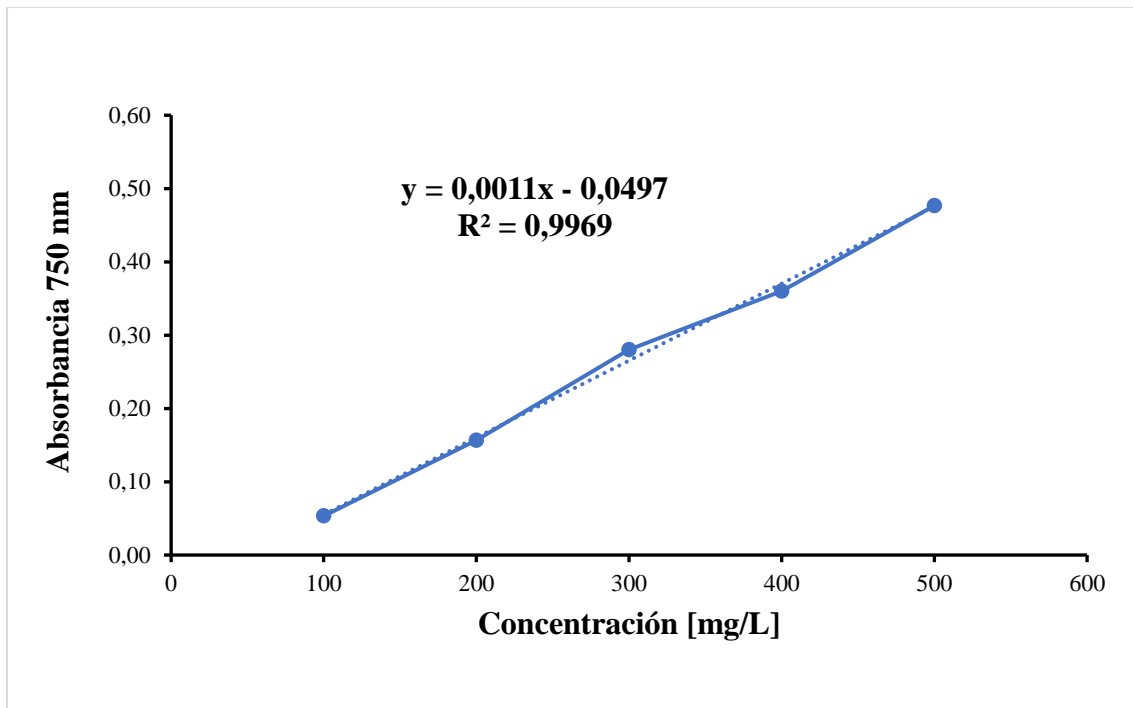
	0,2	237,78	0,025	0,3026	3	58,93	61,29
	0,21	247,30	0,025	0,3026	3	61,29	
T10	0,2	237,78	0,025	0,3006	3	59,33	60,12
	0,2	237,78	0,025	0,3006	3	59,33	
	0,21	247,30	0,025	0,3006	3	61,70	
T11	0,2	237,78	0,025	0,304	3	58,66	58,66
	0,19	228,25	0,025	0,304	3	56,31	
	0,21	247,30	0,025	0,304	3	61,01	
T12	0,18	218,73	0,025	0,3012	3	54,46	54,46
	0,17	209,21	0,025	0,3012	3	52,09	
	0,19	228,25	0,025	0,3012	3	56,84	

**Anexo 7.** Resultados obtenidos de la cantidad de antioxidantes por el método ABTS

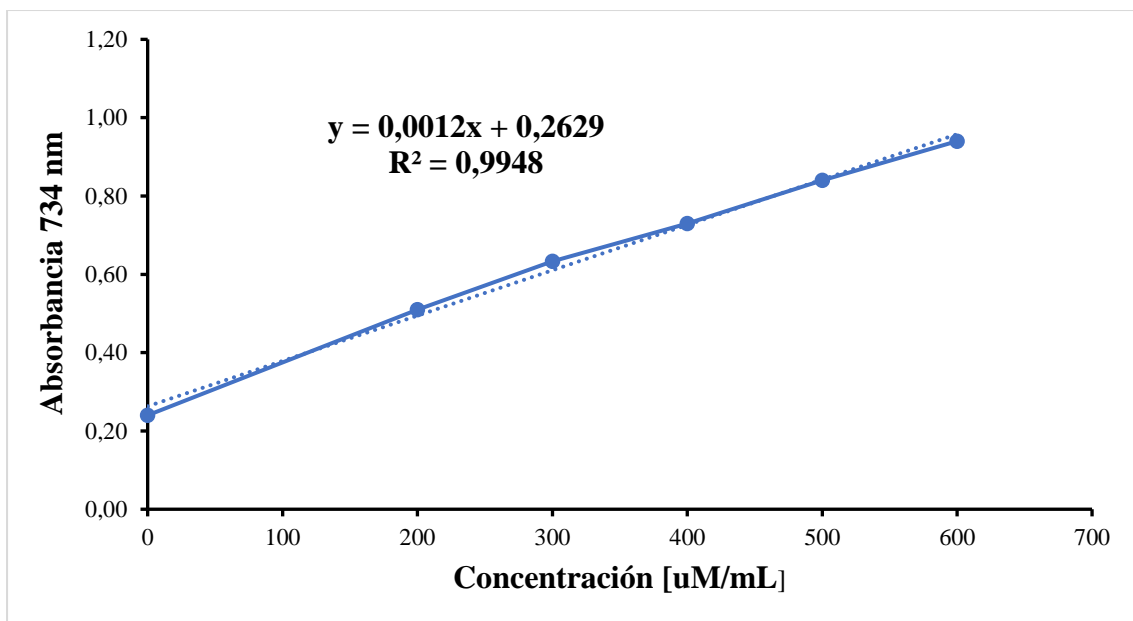
<b>Muestras</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Abs Neta</b>	<b>Concentración [uM/mL]</b>	<b>Vol. aforo (mL)</b>	<b>FD</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>umol ET/ g muestra</b>	<b>mmol ET/ g muestra</b>	<b>Promedio</b>
T1	0,19	0,92	567,4342105	25	6	0,3019	281931,54	281,93	289,08
	0,17	0,94	584,7039474	25	6	0,3019	290512,06	290,51	
	0,16	0,95	593,3388158	25	6	0,3019	294802,33	294,80	
T2	0,19	0,92	567,4342105	25	10	0,3009	471447,50	471,45	469,06
	0,19	0,92	567,4342105	25	10	0,3009	471447,50	471,45	
	0,2	0,91	558,7993421	25	10	0,3009	464273,30	464,27	
T3	0,24	0,87	524,2598684	25	10	0,3166	413976,52	413,98	409,43
	0,24	0,87	524,2598684	25	10	0,3166	413976,52	413,98	
	0,26	0,85	506,9901316	25	10	0,3166	400339,65	400,34	
T4	0,26	0,85	506,9901316	25	10	0,3039	417069,87	417,07	407,60
	0,28	0,83	489,7203947	25	10	0,3039	402863,11	402,86	
	0,28	0,83	489,7203947	25	10	0,3039	402863,11	402,86	
T5	0,24	0,87	524,2598684	25	10	0,3000	436883,22	436,88	451,27
	0,21	0,90	550,1644737	25	10	0,3000	458470,39	458,47	
	0,21	0,90	550,1644737	25	10	0,3000	458470,39	458,47	
T6	0,21	0,90	550,1644737	25	10	0,3008	457251,06	457,25	452,47
	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3008	450074,47	450,07	
	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3008	450074,47	450,07	
T7	0,2	0,91	558,7993421	25	6	0,3055	274369,56	274,37	268,72
	0,24	0,87	524,2598684	25	6	0,3055	257410,74	257,41	
	0,2	0,91	558,7993421	25	6	0,3055	274369,56	274,37	
T8	0,18	0,93	576,0690789	25	10	0,3008	478780,82	478,78	488,35
	0,16	0,95	593,3388158	25	10	0,3008	493133,99	493,13	
	0,16	0,95	593,3388158	25	10	0,3008	493133,99	493,13	
	0,21	0,90	550,1644737	25	10	0,3026	454531,12	454,53	

T9	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3026	447397,23	447,40	449,78
	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3026	447397,23	447,40	
T10	0,18	0,93	576,0690789	25	10	0,3006	479099,37	479,10	479,10
	0,18	0,93	576,0690789	25	10	0,3006	479099,37	479,10	
	0,18	0,93	576,0690789	25	10	0,3006	479099,37	479,10	
T11	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3040	445336,85	445,34	445,34
	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3040	445336,85	445,34	
	0,22	0,89	541,5296053	25	10	0,3040	445336,85	445,34	
T12	0,18	0,93	576,0690789	25	10	0,3012	478144,99	478,14	473,37
	0,19	0,92	567,4342105	25	10	0,3012	470977,93	470,98	
	0,19	0,92	567,4342105	25	10	0,3012	470977,93	470,98	

**Anexo 8.** Curva estándar para la calibración del contenido de polifenoles



**Anexo 9.** Curva estándar para la calibración de la cantidad de antioxidantes



**Anexo 10.** Norma Técnica Ecuatoriana 2996



**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2996**  
2015-XX

**PRODUCTOS DESHIDRATADOS. ZANAHORIA, ZAPALLO, UVILLA.  
REQUISITOS**

PRODUCTS DEHYDRATED. CARROT, PUMPKIN, CAPE GOOSEBERRY. REQUIREMENTS.

DESCRIPTORES: Deshidratados, zanahoria, zapallo, uvilla  
ICS: 67.080.

05  
Páginas



Norma Técnica Ecuatoriana	PRODUCTOS DESHIDRATADOS. ZANAHORIA, ZAPALLO, UVILLA. REQUISITOS	NTE INEN 2996:2015
---------------------------------	--	-----------------------

### 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la zanahoria el zapallo y la uvilla que han sido deshidratadas artificialmente (incluidas las desecadas por liofilización), bien sea a partir de productos frescos o bien en combinación con la desecación al sol, y comprende los productos a los que suele aludirse con la expresión "alimentos deshidratados".

### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a productos deshidratados como la zanahoria, zapallo, uvilla.

### 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 1529-8 *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli.*

NTE INEN 1529-10 *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.*

NTE INEN 1529-15 *Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección*

NTE INEN 1334-1 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos.*

NTE INEN 1334-2 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.*

NTE INEN-CODEX 192 *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios.*

NTE INEN-ISO 2859-1 *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.*

NTE INEN-ISO 2859-2 *Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL).*

NTE INEN-ISO 3951-2 *Procedimientos de muestreo para la inspección por variables. Parte 2: Especificación general para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote por lote de características de calidad independientes.*

ISO 3951-1 *Procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes de una sola característica.*

CPE INEN CODEX CAC/RCP-5:2014. *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas deshidratadas incluidos los hongos comestibles.*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 1 *Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas.*

#### 4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

**4.1 Deshidratación.** Se entiende por la eliminación de la humedad por medios artificiales y, en algunos casos, en combinación con el secado al sol.

#### 5. REQUISITOS

**5.1** las hortalizas pueden presentarse en forma de rodajas, cubitos, dados, granuladas o en cualquier otro tipo de división, o dejarse enteras antes de su deshidratación.

**5.2** La zanahoria el zapallo y la uvilla deshidratadas deben cumplir con los requisitos estipulados en CPE INEN CODEX CAC/RCP-5:2014.

**5.3** Las zanahorias zapallos y uvillas deshidratadas deben tener un olor y color característico de la variedad. Deben estar libres de olores extraños y trazas de olores procedentes de zanahorias, zapallos o uvillas fermentadas.

**5.4** En los alimentos regulados por la presente Norma podrán emplearse antioxidantes y conservantes de conformidad NTE INEN-CODEX 192.

**5.5** Los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente norma deberán cumplir con los niveles máximos contaminante y plaguicidas de la NTE INEN CODEX CAC/MRL 1

**5.6** Se Los productos deshidratados concernientes a esta norma deben estar libres de insectos vivos, ácaros, otros parásitos y mohos; deben estar prácticamente libres de insectos muertos, fragmentos de insectos y contaminación de roedores.

**5.7** La cantidad de materias extrañas, tales como tierra, restos de piel, tallos, hojas, restos de semilla y otras materias extrañas, que se adhieran o no a la fruta u hortaliza, no será superior a 1% en base a 100g de producto.

**5.8** Los productos deshidratados deben cumplir los parámetros de humedad descritos en la tabla 1

**Tabla 1. Límites de humedad para productos deshidratados**

Requisitos	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
<b>Zanahoria</b>				
Temperatura	°C	--	60	--
Humedad	% m/m	--	6	AOAC 934.06
<b>Zapallo</b>				
Temperatura	°C	--	60	--
Humedad	% m/m	--	8	AOAC 934.06
<b>Uvilla</b>				
Temperatura	°C	--	55	--
Humedad	% m/m	--	12	AOAC 934.06

**5.10** Requisitos microbiológicos, el producto debe estar exento de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento. No debe contener ninguna sustancia tóxica originada por microorganismos, y cumplir con lo establecido en la tabla 2.

**Tabla 2. Requisitos microbiológicos para productos deshidratados**

Requisitos	Unidad	n	m	M	c	Método de ensayo
Salmonella	50g	5	0	--	0	NTE INEN 1529-15
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	5	10	5x10 <sup>2</sup>	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	1,0x10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2	NTE INEN 1529-10
* Se podrán utilizar métodos validados para la determinación de estos requisitos						

En donde

n = número de muestras.

m = índice mínimo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = número de muestras permitidas con resultado entre m y M.

## 6. MUESTREO

### 6.1 Muestreo

La cantidad de muestras y los criterios de aceptación y rechazo serán acordados por las partes de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas técnicas:

- NTE INEN ISO 2859-1 para los procedimientos de inspección por atributo lote a lote de lotes continuos;
- NTE INEN- ISO 2859-2 para los procedimientos de inspección por atributos de lotes aislados;
- ISO 3951-1 para los procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes y de una sola característica.
- NTE INEN 3951-2 para los procedimientos de inspección por variables de una serie continua de lotes, una sola característica y con una desviación estándar no mayor al 10% de la desviación estándar del proceso.

### 6.2 Aceptación o rechazo.

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para rechazar el lote.

## 7. ENVASADO Y ROTULADO

**7.1** Los envases para los productos deshidratados deben ser de materiales que no alteren las características físicas y químicas y microbiológicas del producto y conserven las mismas durante su vida útil. No deben presentar deformaciones u otros defectos que atenten a la calidad y buena presentación del producto; el sellado debe ser hermético, pero el sistema debe permitir al consumidor



NTE INEN 2596

cerrar nuevamente el envase durante su uso.

**7.2** El rotulado de la mostaza debe cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1334-1 y la 1334-2.

**7.3** La etiqueta no debe llevar ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripciones de características del producto que no se puedan comprobar.

**7.4** En la etiqueta se puede declarar el contenido de sólidos solubles provenientes del tomate.

PROYECTO A2

**APENDICE Z**

**BIBLIOGRAFIA**

NTE INEN-ISO 7703 Duraznos desecados. Requisitos y métodos de ensayo (ISO 7703:1995+Cor.1:2001, IDT). Segunda revisión, 2014-10

NTE INEN 2787 Norma para el coco rallado desecado. (CODEX STAN 177-1991, MOD).

Ministerio de Salud República de Chile. D.OF. 13.05.97. Documento N° 977: 96. *Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Santiago, 2007.

ISO 6755 Dried sour cherries — Specification, Second edition 2001-08-15

VEGANAT, Especificación de producto terminado, AGRATECNIA, Zanahoria Deshidratada, 2009

ISABELLE FRUITS, Uvilla deshidratada. Descripción del producto, septiembre 2012

Ficha técnica Zapallo deshidratado disponible en: <http://dmacfoods.com.ar/productos.html>

Proceso de deshidratado de frutas y verduras disponible en:  
<http://www.gastronomiasolar.com/deshidratado-de-frutas-y-verduras/>

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: PRODUCTOS DESHIDRATADOS. ZANAHORIA, Código ICS:**  
**NTE INEN 2996 ZAPALLO, UVILLA REQUISITOS 67.080**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2015-10-03	<b>REVISIÓN:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública:

Comité Técnico de Normalización:

Fecha de iniciación:

Integrantes del Comité:

Fecha de aprobación:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Otros trámites:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como:  
No.

Por Resolución No.

Registro Oficial

**Anexo 11.** Norma Técnica Ecuatoriana ISO 2172



**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN-ISO 2172**

Primera edición  
2014-XX

**JUGO DE FRUTAS - DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE  
SÓLIDOS SOLUBLES - MÉTODO PICNOMÉTRICO (ISO 2172:1983,  
IDT)**

Fruit juice - Determination of soluble solids content - Pyknometric method (ISO 2172:1983, IDT)

---

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional (ISO 2172:1983).

## Prólogo nacional

Esta Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2172 es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 8197:1983, Fruit juice - Determination of soluble solids content - Pycnometric method by variables. El comité responsable de esta norma técnica Ecuatoriana y de su traducción es el Comité Técnico de Normalización del INEN.

Para el propósito de esta Norma Técnica Ecuatoriana se han hecho los siguientes cambios editoriales:

- a) Las palabras "esta Norma Internacional" han sido reemplazadas por "esta norma nacional"

Para el propósito de esta Norma Técnica Ecuatoriana se enlistan los documentos normativos internacionales que se referencian en la Norma Internacional ISO 2172:1983, para los cuales existen documentos normativos nacionales correspondientes que se enlistan a continuación:

### Documentos Normativo Internacionales

*ISO 2173* Fruit and vegetable products --  
Determination of soluble solids - Refractometric  
method

### Documento Normativo Nacional

*NTE INEN-ISO 2173* Productos vegetales y de  
frutas - Determinación de sólidos solubles -  
Método refractométrico



## Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de la ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con la ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Los Proyectos de Normas Internacionales adoptados por los comités técnicos son enviados a los organismos miembros para su aprobación antes de su aceptación como Normas Internacionales por el Consejo de la ISO.

Norma Internacional ISO 2172 fue desarrollado por el Comité Técnico ISO / TC 34, Productos alimenticios agrícolas, y se distribuyó a los organismos miembros en abril de 1982.

Que ha sido aprobado por los organismos miembros de los siguientes países:

Australia	Irán	Portugal
Brasil	Irak	Rumania
Canadá	Irlanda	Republica de Sudáfrica
Checoslovaquia	Israel	Tanzania
Egipto, Rep. De Arabia	Jamaica	Tailandia
Etiopía	Republica de Corea	Turquía
Francia	Malasia	Estados Unidos
Alemania	Nueva Zelanda	USSR
Hungría	Perú	Yugoslavia
India	Polonia	

Ningún organismo miembro expresó su desaprobación del documento.

## **Jugo de frutas - Determinación del contenido de sólidos solubles – Método picnométrico.**

### **1 Campo de Aplicación**

Esta Norma Internacional especifica un método picnométrico para la determinación del contenido de sólidos solubles de jugo de fruta.

El método es aplicable al zumo de frutas que no contiene materia en suspensión y para limpiar jugo concentrado. Este no es aplicable a otros productos hortofrutícolas, para lo cual se debe utilizar el método especificado en la norma ISO 2173.

### **2 Referencias normativas**

ISO 2173 *Frutas y hortalizas - Determinación del contenido de sólidos solubles - método refractométrico.*

### **3 Términos y definiciones**

**contenido de sólidos solubles de un jugo** (determinado por el método picnométrico): La concentración de sacarosa en una solución acuosa que tiene la misma densidad relativa como la de jugo analizado, en condiciones específicas de preparación y temperatura.

Esta concentración se expresa en gramos por 100 g. El contenido de sólidos solubles de jugo de fruta también puede ser expresada en gramos por 100 ml.

### **4 Principio**

Medición de la densidad relativa de una porción de ensayo a 20°C usando un picnómetro, y la conversión, utilizando una tabla, de la densidad relativa en el contenido de sólidos solubles en sacarosa.

### **5 Equipo**

Material habitual de laboratorio, y

#### **5.1 Picnómetro, capacidad de 50 ml.**

#### **5.2 Embudo de picnómetro**

#### **5.3 Baño de agua, capaz de ser controlada a 20°C ± 0,2°C**

#### **5.4 Termómetro calibrado, graduado en 0,2 ° C o 0,1 ° C divisiones en todo el rango de 10 a 30 ° C.**

#### **5.5 Balanza analítica.**

### **6 Procedimiento**

#### **6.1 Preparación de la muestra de ensayo**

##### **6.1.1 Jugo de frutas**

Mezclar bien la muestra de laboratorio.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> <b>NTE INEN-ISO 2172</b>	<b>TÍTULO:</b> JUGO DE FRUTAS - DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES - MÉTODO PICNOMÉTRICO (ISO 2172:1983, IDT)	<b>Código ICS:</b> <b>67.160.20</b>
---	--	--

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2014-10-01	<b>REVISIÓN:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico de: Fecha de iniciación: Integrantes del Subcomité:	Fecha de aprobación:
---	----------------------

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Otros trámites:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como:	Por Resolución No.	Registro Oficial No.
--------------------	--------------------	----------------------

## Anexo 12. Fotografías de la fase experimental

### ✚ Preparación de muestras




Recepción y selección del mortiño (*Vaccinium myrtillus*) y (*Vaccinium meridionale*).



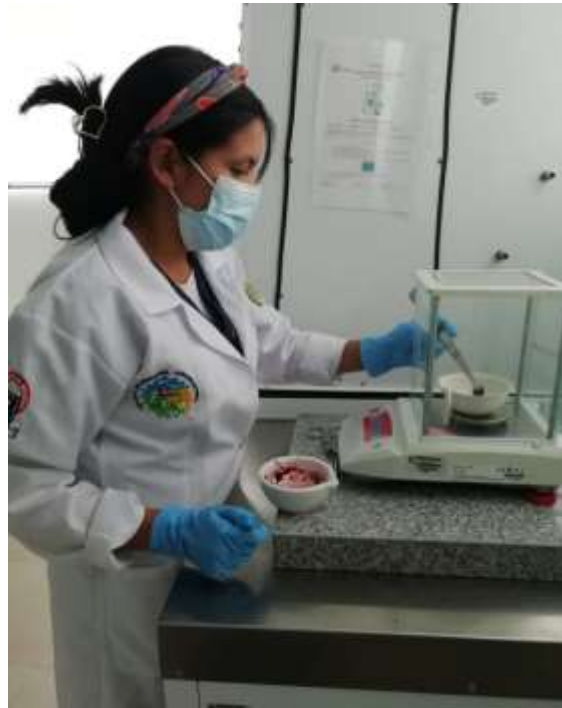
Limpieza y lavado del mortiño.



 **Análisis de Humedad**



Trituración de las muestras.



Pesado de las muestras.



Muestras en la estufa.



Resultado.

 **Análisis de Cenizas**



Trituración de las muestras.



Pesado de las muestras.



Muestras en la mufla.



Resultado.

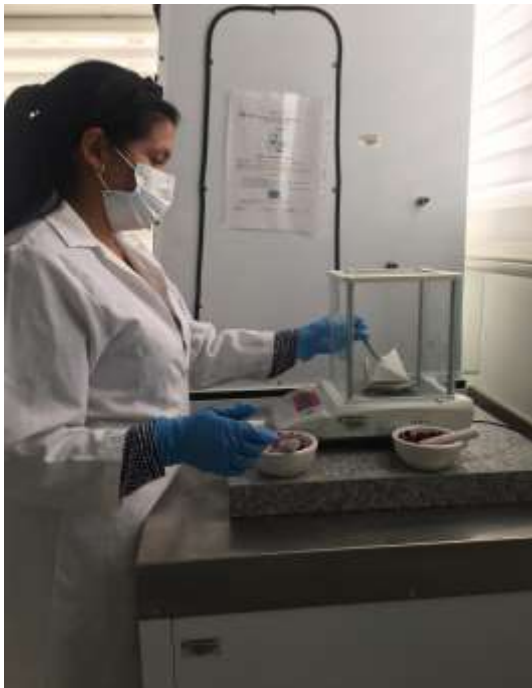
 **Análisis de Grasa**



Trituración de las muestras.



Preparación de los cazos metalicos.



Pesado de las muestras.

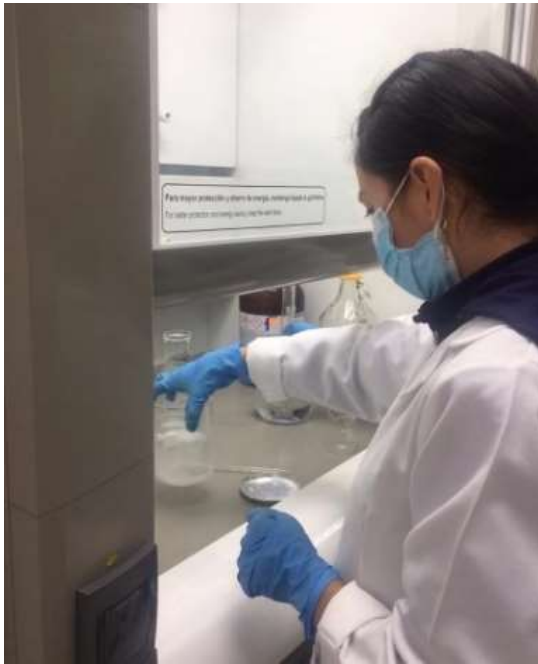


Resultado.

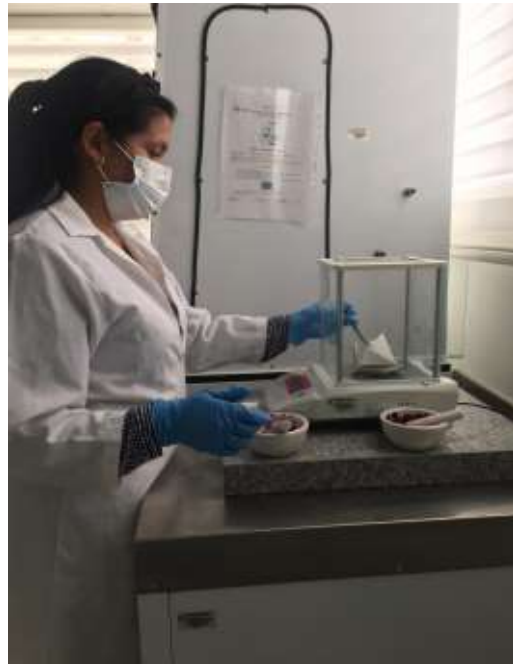




## Análisis de Fibra



Preparación de los reactivos ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y ( $\text{NaOH}$ )



Pesado de las muestras.



Filtración de las muestras.



Resultado.



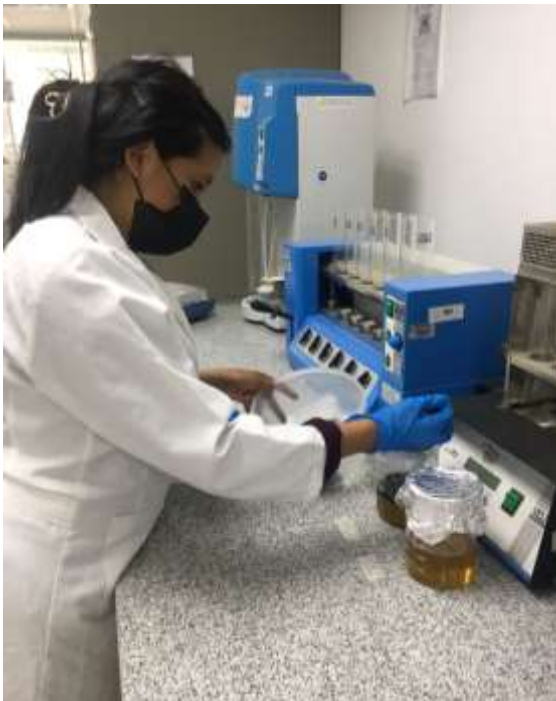
 **Deshidratación osmótica de las muestras**



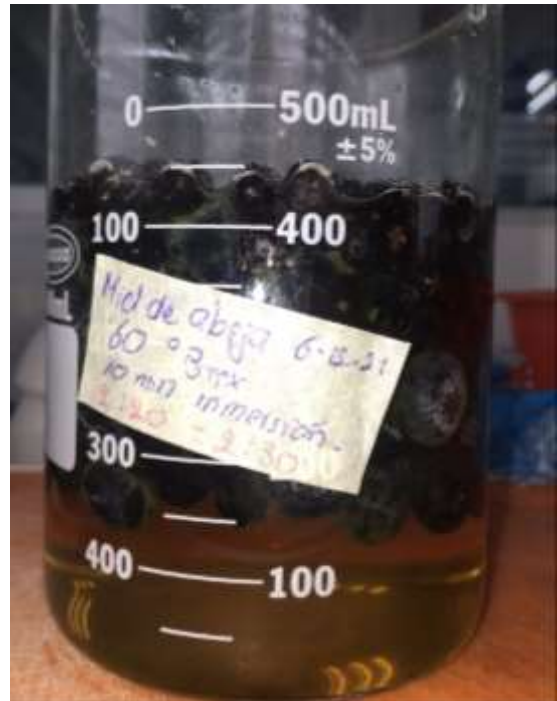
Preparación de la solución osmótica.



Enfriamiento de las soluciones.



Inmersión de la fruta.



Tiempo de inmersión.



Determinación del pH.



Determinación de los sólidos solubles.



Enjuague de la fruta.

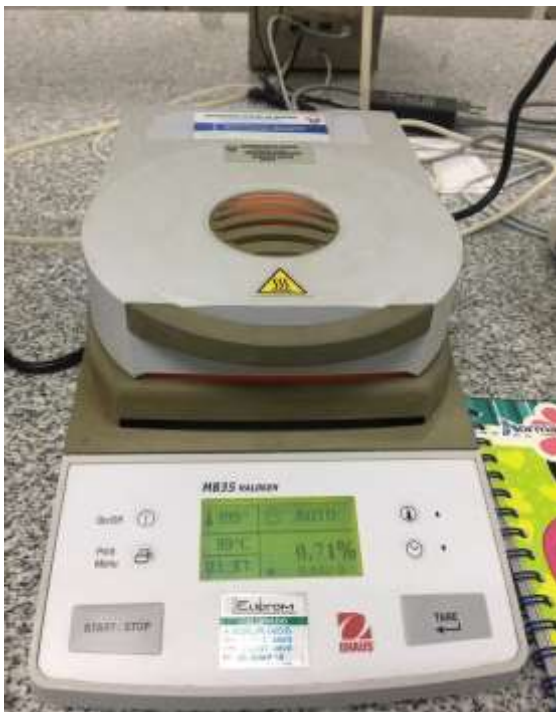


Secado de la fruta.

 **Deshidratación de las muestras y pulverizado**

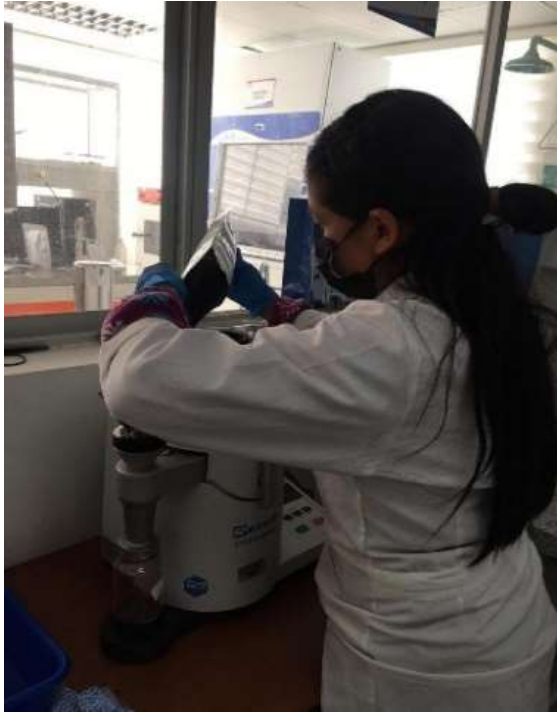


Colocación de las muestras en las bandejas. Deshidratación del mortño.



Determinación del % de humedad de las muestras. Recolección de las muestras deshidratadas.





Colocación de las muestras en el molino.

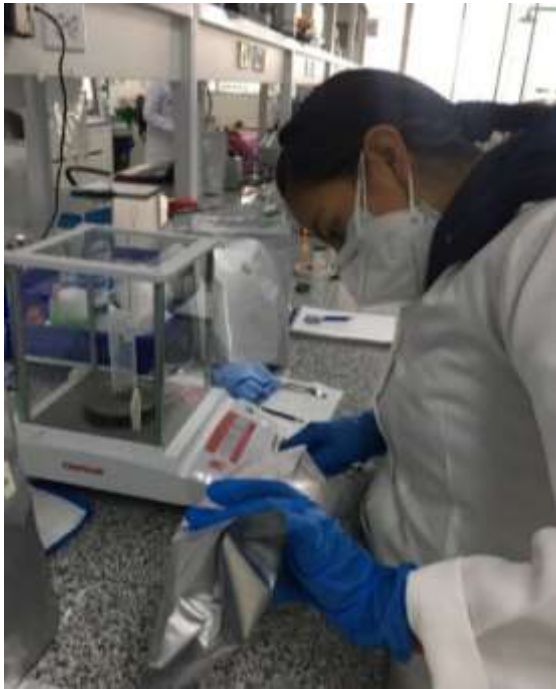


Producto pulverizado.



Almacenamiento del producto.

✚ **Obtención de extractos**



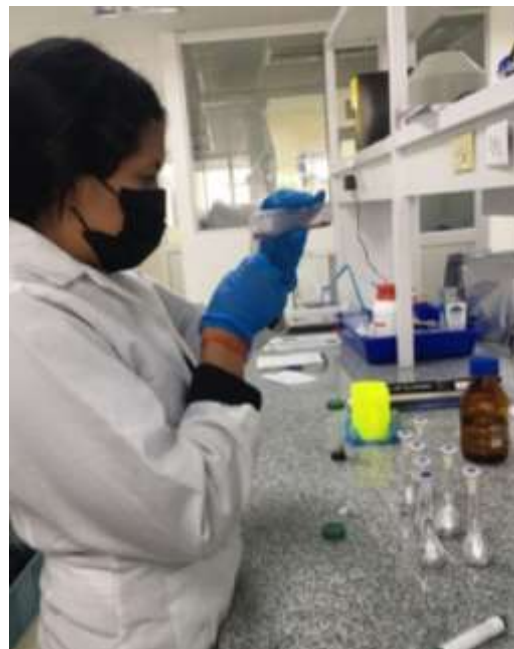
Pesado de las muestras.



Agitación de las muestras.



Centrifugación de las muestras.



Colocación de los extractos en los balones.



## Determinación del contenido de polifenoles totales; FOLIN-CIUCALTEU



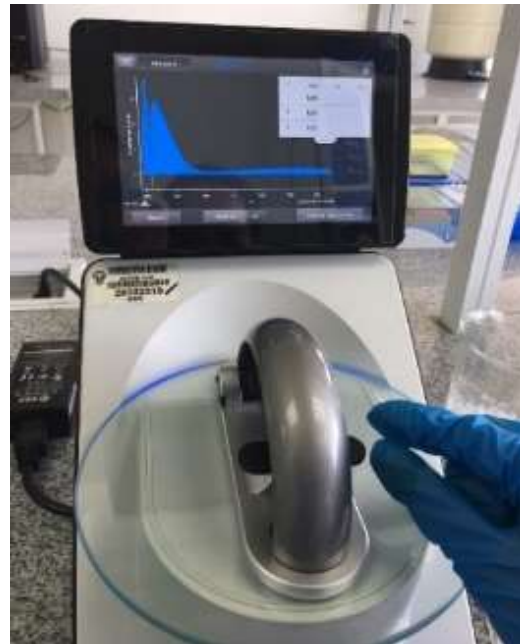
Preparación de la curva de calibración ácido gálico.



Lecturas en el Espectrofotómetro NANODROP.



Preparación de las muestras.



Lecturas de las muestras en el Espectrofotómetro NANODROP.



 **Determinación de la cantidad antioxidante – ABTS**



Pesado de los reactivos.



Preparación de la curva de calibración Trolox.



Preparación de las muestras.



Lecturas de las muestras en el Espectrofotómetro NANODROP.

🚩 **Visita de campo**





## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Antioxidantes:** Son compuestos químicos, forman un grupo de vitaminas minerales, colorantes naturales y otros compuestos que existen en frutas, vegetales, legumbres, cereales y hortalizas; tienen el poder de apropiarse de radicales libres que son los que logran impedir el daño en los tejidos.

**Atomización:** Es un método de deshidratación mediante partículas suspendidas, el alimento que se encuentra en estado líquido es transformado en gotas y luego en partículas secas.

**Conservación:** Permite contribuir a la seguridad y la inocuidad de los alimentos, así como inhibir las reacciones bioquímicas y limitar la entrada de microorganismos como bacterias u hongos.

**Deshidratación osmótica:** Consiste en sumergir trozos en una solución hipertónica (solución osmótica) compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, con una doble transferencia de masa.

**Fruto:** Es el ovario desarrollado luego de la fecundación. Se trata de una baya, un fruto carnoso pluriseminado, indehisciente a la madurez. También son carnosos los tabiques y las placentas.

**Mortino (*Vaccinium myrtillus*):** Es un frutal arbustivo perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia Ericáceas, originario del sotobosque hemisferio norte, básicamente en Norteamérica, y constituyen un grupo de especies ampliamente grande, distribuyéndose también por Europa Central y Eurasia, América del Sur.

**Mortino (*Vaccinium meridionale*):** Perteneciente a la familia de las Ericaceae, es uno de los componentes florísticos más sobresalientes del neotrópico, comunes en las zonas montañosas de noroccidente de Suramérica, especialmente en la vertiente pacífica de los Andes.

**Polifenoles:** Son un conjunto heterogéneo de moléculas que tienen la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas.

**Sacarosa:** Es el edulcorante natural por excelencia, soluble en agua la cual se obtiene de la caña de azúcar o remolacha; consta de una  $\alpha$ -glucosa y una  $\beta$ -fructosa, unidas mediante un enlace glicosídico entre sus dos carbonos anoméricos.

**Temperatura:** El concepto de temperatura está íntimamente relacionado con el estado de equilibrio térmico entre dos sistemas. Así, dos sistemas en equilibrio térmico tienen la misma temperatura.