



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

TEMA:

“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ANTIOXIDANTE A PARTIR DE MORTIÑO
(*Vaccinium meridionale*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*)”

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la
Carrera de Ingeniería Agroindustrial**

AUTORES:

Margarita Cristina Chochos Chimbo

Ricardo Serafín Maldonado García

DIRECTOR:

Ing. Juan Gaibor Chávez PhD

Guaranda - Ecuador

2022

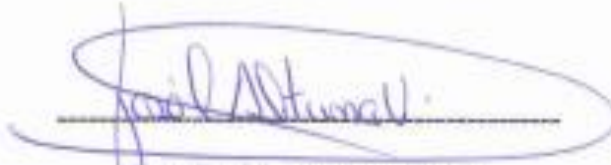
TEMA:

“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ANTIOXIDANTE A PARTIR DE
MORTIÑO (*Vaccinium meridionale*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*)”

REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. Juan Alberto Gaibor Chávez
DIRECTOR



Ing. José Luis Altuna MSc
BIOMETRISTA



Dra. Herminia Sanaguano
REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotros, Margarita Cristina Chocho Chimbo con C.I. 025018741-6 y Ricardo Serafín Maldonado García con C.I. 020250007-0, declaramos que el trabajo y los resultados presentados 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.



Margarita Cristina Chocho Chimbo

C.I. 025018741-6

AUTORA



Ricardo Serafín Maldonado García

C.I. 020250007-0

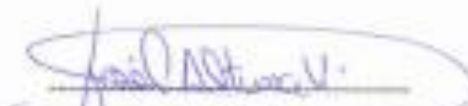
AUTOR



Dr. Juan Alberto Gaibor Chávez

C.I. 020105168-7

DIRECTOR



Ing. José Luis Altuna

C.I. 180253805-6

BIOMETRISTA



Dra. Herminia Samaguano

C.I. 060158728-0

REDACCIÓN TÉCNICA



Date June 25, 2022

Exclude URL:



Unique Content	100%	Word Count	723
Plagiarized Content	0%	Records Found	0
Paraphrased Plagiarism	0%		

CONTENT CHECKED FOR PLAGIARISM:

“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ANTIOXIDANTE A PARTIR DE MORTIÑO (*Vaccinium meridionale*) Y MORA (*Rubus ulmifolius*)”

RESUMEN

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) y la mora (*Rubus ulmifolius*), son frutos que poseen altas concentraciones de compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes, antocianinas y flavonoides, potenciales efectos beneficiosos para la salud humana. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la materia prima por medio de análisis físico químico, determinar el mejor tratamiento de los diferentes factores con sus niveles, realizar la evaluación sensorial de los mejores tratamientos y la capacidad antioxidante, polifenoles total, posterior aplicación en un producto terminado como es una bebida antioxidante. Se consideraron tres factores de estudio, factor A (combinación de frutos), el factor B (tipo de secado), y el factor C (tipo de edulcorantes).

Dr. Juan Guibor Chávez
DIRECTOR

Dra. Herminia Sanaguano
REDACCIÓN TÉCNICO

DEDICATORIA

Primer lugar dedicar a Dios por la oportunidad que nos brindó, y a las personas a quien más amado en este mundo a mis padres, María Chimbo y Luis Chochos, mi luz mi ángel por ser el pilar fundamental y hacer de nosotros mejores personas, a mis hermanos, hermanas, amigos y demás familiares por el apoyo moral.

A nuestros docentes que formaron en nosotros el deseo de superación y contribuyeron para hacer realidad nuestros sueños tan anhelados.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento y agradezco a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

Margarita Chochos

DEDICATORIA

A mis padres Serafín Maldonado y Mirian García quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A mis sobrinos que de alguna u otra forma lograron ser un motivo para seguir adelante y demostrarle en un futuro que todo se puede en esta vida si nos proponemos a cumplirlos, A toda mi familia porque con sus oraciones, 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.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis compañeros mis hermanos universitarios y amigos, por apoyarme cuando más los he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Ricardo Maldonado

AGRADECIMIENTO

Expreso un infinito agradecimiento a Dios por sus bendiciones y protección brindada, y a nuestro tribunal por apoyarnos en nuestras decisiones y estar en todo momento e incluso en los momentos más difíciles, ya que ellos son los autores principales de nuestros logros, a nuestros amigos, compañeros de clase que de una u otra forma fueron parte de nuestra vida, a nuestros maestros que han sabido compartir sus conocimientos en esta etapa de formación académica.

Agradecer también a nuestros directores, Dr. Juan Gaibor, Ing. José Luis Altuna y Dra. Herminia Sanaguano por su apoyo y paciencia para la culminación de nuestro proyecto de investigación, A todos ellos expresamos un infinito agradecimiento.

Margarita Chochos

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por nunca dejarme solo en este camino, por darme las fuerzas, el coraje y la valentía de seguir siempre adelante, quien con sus bendiciones llena siempre mi vida y a mis padres, que más que su apoyo económico, fue su apoyo moral y sus grandes valores que me motivaba cada día a terminar cada etapa de mi vida, a toda mi familia, compañeros, amigos por estar siempre presente.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Estatal de Bolívar, a toda la carrera de Ingeniería Agroindustrial por confiar en mí y abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo, a la secretaria de carrera Lic. Gloria Jácome, profesores en especial al, Ing. José Luis Altuna y a la Dra. Herminia Sanaguano, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Mis agradecimientos al personal de trabajo del Laboratorio de Investigación y Vinculación por la ayuda incondicional durante todo el proceso experimental de nuestro trabajo investigativo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Juan Gaibor Chávez, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Ricardo Maldonado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
2. PROBLEMA	3
2.1. Planteamiento de problema	3
2.2. Situación problemática	3
2.3. Formulación del problema.....	3
2.4. Sistematización del problema.....	3
CAPÍTULO III	5
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Origen del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>)	5
3.1.1. Descripción botánica	5
3.1.2. Taxonomía.....	6
3.1.3. Variedades en el Ecuador	6
3.1.4. Valor nutricional.....	7
3.1.5. Composición química.....	8
3.1.6. Producción.....	10
3.1.7. Usos del mortiño.....	10
3.2. Origen de la mora (<i>Rubus ulmifolius</i>).....	10
3.2.1. Descripción botánica	10
3.2.2. Taxonomía.....	12
3.2.3. Variedades en el Ecuador	12
3.2.4. Valor nutricional.....	13
3.2.5. Composición química.....	13
3.2.6. Producción.....	15
3.2.7. Usos de la mora	16

3.3. Edulcorantes.....	16
3.3.1. Edulcorantes naturales.....	16
3.3.2. Edulcorantes artificiales	16
3.3.3. Sucralosa.....	17
3.3.4. Stevia.....	17
3.3.5. Sacarosa.....	18
3.4. Bebidas.....	19
3.4.1. Componentes de la bebida.....	19
3.4.2. Beneficios de la bebida.....	19
3.5. Secado.....	19
3.5.1. Proceso de secado.....	20
3.5.2. Métodos de secado	20
3.5.3. Liofilización	20
3.5.4. Etapas del proceso	21
3.5.5. Ventajas y desventajas del liofilizador	22
3.5.6. Ventajas del liofilizador.....	22
3.5.7. Desventajas del liofilizador	22
3.5.8. Deshidratación por bandejas.....	23
3.5.9. Ventajas y desventajas del deshidratador de bandejas	24
3.5.10. Ventajas del deshidratador de bandejas.....	24
3.5.11. Desventajas del deshidratador de bandejas	24
3.6. Polifenoles.....	25
3.6.1. Clasificación de los polifenoles.....	25
3.6.2. Determinación del contenido de polifenoles totales.....	25
3.7. Antioxidantes.....	26
3.7.1. Características de los antioxidantes.....	26
3.7.2. Beneficio de la actividad antioxidante.....	26
3.7.3. Determinación del contenido de antioxidantes.....	26
3.8. Métodos de actividad antioxidante y contenido de polifenoles.....	27

3.8.1. Método ABTS	27
3.8.2. Método de Folin - Ciocalteu	27
CAPÍTULO VI	28
4. MARCO METODOLÓGICO	28
4.1. Localización de la investigación.....	28
4.2. Ubicación de la investigación.....	28
4.3. Situación geográfica y climática.....	28
4.4. Zona de vida (zonificación ecológica).....	29
4.5. Materiales.....	29
4.5.1. Material experimental.....	29
4.5.2. Material de oficina.....	29
4.5.3. Equipos y materiales.....	30
4.5.4. Materiales de laboratorio	31
4.5.5. Reactivos.....	32
4.6. Métodos	33
4.6.1. Factores en estudio	33
4.6.2. Tratamientos	33
4.6.3. Características del experimento.....	34
4.6.4. Diseño experimental.....	35
4.6.5. Prueba de rangos múltiples.....	37
4.7. Metodología experimental.....	37
4.7.1. Descripción del proceso de liofilización de los frutos mortiño y mora.....	37
4.7.2. Diagrama de flujo para la liofilización del mortiño y mora	40
4.7.3. Descripción del proceso de deshidratación del mortiño y mora.....	41
4.7.4. Diagrama de flujo para la deshidratación del mortiño y mora	43
4.7.5. Descripción del proceso de la bebida a partir de mortiño y mora	44
4.7.6. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida a partir del mortiño y mora	45

4.8. Análisis físicos químicos	45
4.9. Determinación de contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.....	47
4.10. Determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS	48
4.11. Análisis estadísticos.....	50
CAPITULO V	51
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
5.1. Análisis físicos químicos de las materias primas	51
5.1.1. Análisis de pH, acidez, grados Brix, humedad, cenizas del mortiño y de la mora.....	51
5.2. Determinación de la actividad antioxidante y concentración de polifenoles totales.....	53
5.2.1. Resultados de los análisis de la actividad antioxidante por tres factores de estudio	53
5.3. Determinación de la concentración de polifenoles.....	59
5.3.1. Resultados de los análisis de la concentración de polifenoles totales con tres factores .	59
5.4. Análisis sensorial.....	66
5.5. Etiquetado y envasado	73
5.6. Información nutricional	74
5.7. Logo y presentación de la bebida antioxidante a partir de mortiño y mora	75
CAPÍTULO VI	77
6. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	77
6.1. Hipótesis nula (Ho).....	77
6.2. Hipótesis alterna (Hi).....	77
6.3. Verificación de la hipótesis	77
CAPÍTULO VII.....	78
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7.1. Conclusiones.....	78
7.2. Recomendaciones	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS	
GLOSARIO	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pág
Tabla 1 Taxonomía del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>)	6
Tabla 2 Composición química y nutricional del mortiño	9
Tabla 3 Taxonomía de la mora (<i>Rubus ulmifolius</i>)	12
Tabla 4 Composición química y nutricional de la mora.....	15
Tabla 5 Ubicación de la investigación.....	28
Tabla 6 Situación geográfica y climática	29
Tabla 7 Equipos utilizados	30
Tabla 8 Reactivos utilizados.....	32
Tabla 9 Factores en estudio	33
Tabla 10 Combinación de tratamientos	34
Tabla 11 Características del diseño experimental	35
Tabla 12 Variables de respuesta	35
Tabla 13 Modelo de análisis de varianza (ANOVA) para un DCA- AxBxC factorial de 3 factores.....	36
Tabla 14 Coordenadas de muestra del mortiño	37
Tabla 15 Coordenadas de muestra de mora.....	38
Tabla 16 Valores promedios de pH, acidez, grados Brix, humedad, cenizas en los frutos.....	51
Tabla 17 Análisis de varianza para la actividad antioxidante.....	53
Tabla 18 Pruebas de rangos múltiples al 95 % de confianza para actividad antioxidante del factor A (combinación de fruto).....	54

Tabla 19 Pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor B (tipos de secado)	56
Tabla 20 Pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor C (tipos de edulcorante)	58
Tabla 21 Análisis de varianza para concentración de polifenoles totales	60
Tabla 22 Pruebas de rangos múltiple al 95 % de confianza para la concentración de polifenoles del factor A (combinación de frutos).....	61
Tabla 23 Pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipos de secado.	62
Tabla 24 Pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipos de edulcorante.....	64
Tabla 25 Análisis de varianza para el color.....	66
Tabla 26 Pruebas de rangos múltiples para el color por tratamientos	67
Tabla 27 Análisis de varianza para el olor.....	68
Tabla 28 Pruebas de rangos múltiples para el olor por tratamiento	69
Tabla 29 Análisis de varianza para el sabor	70
Tabla 30 Pruebas de rangos múltiples para sabor por tratamiento	71
Tabla 31 Análisis de varianza para aceptabilidad.....	72
Tabla 32 Pruebas de rangos múltiples para aceptabilidad por tratamiento	72
Tabla 33 Información nutricional	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág
Figura 1 El mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>)	6
Figura 2 Morfología del mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i>).....	8
Figura 3 La mora (<i>Rubus ulmifolius</i>).....	11
Figura 4 Morfología de la mora (<i>Rubus ulmifolius</i>).....	14
Figura 5 Estructura molar de la sucralosa ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$).....	17
Figura 6 Estructura molar de la stevia ($C_{38}H_{60}O_{18}$).....	18
Figura 7 Diagrama molecular de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	18
Figura 8 Proceso de liofilización.....	21
Figura 9 Proceso de deshidratador de bandejas.....	24
Figura 10 Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor A (combinación de frutos) con intervalos de confianza del 95,0 %	55
Figura 11 Interacción de la actividad antioxidante entre combinación de frutos por tipos de edulcorante.....	55
Figura 12 Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor B (tipos de secado) con intervalos de confianza del 95,0 %	57
Figura 13 Interacción de actividad antioxidante entre combinación de frutos por el tipo de secado	57
Figura 14 Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor C (tipo de edulcorante) con intervalos de confianza del 95,0 %	58
Figura 15 Interacción de la actividad antioxidante entre tipos de edulcorante por tipos de secado	59

Figura 16 Medias por mínimos cuadrados para concentración de polifenoles por combinación con intervalos de confianza del 95,0 %	61
Figura 17 Interacción de concentración de polifenoles entre combinación por el tipo de edulcorante.....	62
Figura 18 Medias por cuadrados mínimos para concentración de polifenoles por el tipo de secado con intervalos de confianza del 95,0 %	63
Figura 19 Interacción de la concentración de polifenoles entre el tipo de secado y por combinación de frutos	64
Figura 20 Medias por cuadrados mínimos para concentración de polifenoles por los tipos de edulcorante con intervalos de confianza del 95,0 %	65
Figura 21 Interacción de la concentración de polifenoles entre los tipos de edulcorante y por los tipos de secado	65
Figura 22 Medias por cuadrados mínimos de color por tratamiento con un intervalo de confianza del 95,0 %	68
Figura 23 Medias por cuadrados mínimos de olor por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%	69
Figura 24 Medias por cuadrados mínimos para sabor por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%	71
Figura 25 Valores promedio de la evaluación sensorial aceptabilidad	73

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1** Mapas de las ubicaciones en donde se realizó la investigación
- Anexo 2** Curva de calibración de ácido gálico para cuantificación de polifenoles totales
- Anexo 3** Curva de calibración de Trolox para determinación de actividad antioxidante
- Anexo 4** Informe de resultados sobre la concentración de polifenoles totales por el método Folin - Ciocalteu expresadas en unidades mg GAE/g muestra
- Anexo 5** Informe de resultados sobre la concentración de polifenoles totales por el método Folin - Ciocalteu expresadas en unidades mg GAE/g muestra
- Anexo 6** Informe de resultados sobre la actividad antioxidantes por el método ABTS expresadas en unidades mmol GAE/g muestra
- Anexo 7** Análisis físico químicos
- Anexo 8** Proceso de secado por liofilización
- Anexo 9** Proceso de secado por deshidratador de bandejas
- Anexo 10** Determinación de la actividad antioxidantes (ABTS)
- Anexo 11** Determinación de la concentración de polifenoles (Folin - Ciocalteu)
- Anexo 12** Evaluación sensorial
- Anexo 13** Diseño de la presentación del producto

RESUMEN

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) y la mora (*Rubus ulmifolius*), son frutos que poseen altas concentraciones de compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes, antocianinas y flavonoides, potenciales efectos beneficiosos para la salud humana. Los objetivos de esta investigación fue caracterizar la materia prima por medio de análisis físico químico, determinar el mejor tratamiento de los diferentes factores con sus niveles, realizar la evaluación sensorial de los mejores tratamientos y la capacidad antioxidante, polifenoles totales, posterior para obtener una bebida antioxidante. Se consideraron tres factores de estudio, factor A (combinación de frutos), el factor B (tipo de secado), y el factor C (tipo de edulcorantes). Se evaluó la concentración de polifenoles totales según el método de Folin-Ciocalteu la actividad antioxidante mediante el método de ensayo de actividad antioxidante total (ABTS). Los datos obtenidos muestran que el mejor tratamiento con mayor concentración de polifenoles totales y actividad antioxidante fue el deshidratado de frutas posee mayor concentración de antioxidantes con un valor de 686,107 μmol de Trolox/muestra y finalmente la concentración de polifenoles se realizó por el método Folin-Ciocalteu, demostró tener una concentración de 35,3083 mg ácido gálico/100g muestra T3 código (a1b1c3), con la descripción, 50 % mortiño + 50 % mora + deshidratado + sacarosa. El de mayor probabilidad fue el nivel de significancia (0.05), por lo tanto, se aceptó la hipótesis alterna determinando que el tipo de secado y tipo de edulcorante influyen en la actividad antioxidante, polifenoles totales de la bebida con un nivel del 95 %.

Palabras claves: liofilizado, deshidratado, polifenoles, antioxidantes.

SUMMARY

The blueberry (*Vaccinium meridionale*) and the blackberry (*Rubus ulmifolius*), are fruits that have high concentrations of bioactive compounds such as polyphenols, antioxidants, anthocyanins and flavonoids, potentially beneficial effects for human health. The objective of this research was to characterize the raw material by means of physical chemical analysis, determine the best treatment of the different factors with their levels, carry out the sensory evaluation of the best treatments and the antioxidant capacity, total polyphenols, subsequent application in a product. finished as it is an antioxidant drink. Three study factors were considered, factor A (combination of fruits), factor B (type of drying), and factor C (type of sweeteners). The concentration of total polyphenols was evaluated by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity by the total antioxidant activity assay method (ABTS).

The data obtained show that the best treatment with the highest concentration of total polyphenols and antioxidant activity was the dehydrated fruit, which has the highest concentration of antioxidants with a value of 686.107 μmol of Trolox/sample and finally the concentration of polyphenols was carried out by the Folin method. Ciocalteu, showed to have a concentration of 35.3083 mg gallic acid/100g sample T3 code (a1b1c3), with the description, 50 % blueberry + 50 % blackberry + dehydrated + sucrose. The highest probability was the level of significance (0.05), therefore, the alternative hypothesis was accepted, determining that the type of drying and type of sweetener influence the antioxidant activity, total polyphenols of the drink with a level of 95 %.

Key words: *freeze-dried, dehydrated, polyphenols, antioxidants.*

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium meridionale*), y la mora (*Rubus ulmifolius*), son considerados como frutos rojos, un grupo de especies frutales de poco desarrollo a nivel industrial, pero con una importancia económica en los mercados nacionales y mundiales, dichos frutos varias son endémicas y otras introducidas en el Ecuador, debido a las condiciones climáticas idóneas que han logrado ajustarse paralelamente con el lapso del tiempo, llegando a tener propiedades agroecológicas diferenciales que nos permiten obtener frutas de alta calidad. El mortiño y la mora en el Ecuador se origina a lo largo de la Cordillera de los Andes empezando a partir del Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Cañar, Azua y Loja, en altitudes, el mortiño de 1600 – 3800 m.s.n.m, y la mora a 1800 - 2400 m.s.n.m. En la actualidad el mortiño y la mora se los consumen de forma fresca o procesada como, jugos, mermeladas, dulces, flanes, tortas, helados y vinos. Cada una de los frutos rojos contiene sus propios compuestos de minerales y vitaminas, las mismas que son similares en todas ellas, pero lo que hace de estas frutas un grupo especial, es su elevado contenido de flavonoides y antocianos, pigmentos que conceden el tono característico a las frutas rojas y que les otorga la denominación de alimentos funcionales naturales las mismas que al ser consumidas resultan beneficiosa para la salud. Los antioxidantes tienen la posibilidad de provenir de fuentes naturales o artificiales, la mayor parte se hallan presentes en frutas y vegetales, los antioxidantes son compuestos químicos que tienen la posibilidad de neutralizar o retrasar el daño a las células, causadas por los radicales libres, cuyos aumentan su producción en el cuerpo por factores internos, como la inflamación, o externo como la contaminación, la exposición a los rayos UV, todo esto relacionándolos con el estrés oxidativo, provocando así, enfermedades respiratorias,

inmunodeficiencia, enfisema, enfermedad de Parkinson y otras afecciones inflamatorias o isquémicas. En los procesos agroindustriales para la conservación de los componentes bioactivos de los frutos, los que más se destacan, es la conservación por calor (deshidratado) y por frío (liofilizado), evitando la pérdida directa de las vitaminas y minerales de los frutos, convirtiéndolo de esta manera en un alimento o producto funcional ya que contienen componentes bioactivos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales básicos en uno o varias funciones del organismo, reduciendo los riesgos de sufrir enfermedades.

Objetivo General

Obtener una bebida antioxidante a partir de mortiño (*Vaccinium meridionale*) y mora (*Rubus ulmifolius*).

Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima por medio de análisis físico químico.
- Determinar el mejor tratamiento de los diferentes factores con sus niveles.
- Cuantificar la cantidad de polifenoles y actividad antioxidante.
- Realizar la evaluación sensorial de los mejores tratamientos.
- Diseñar la presentación final del producto.

CAPÍTULO II

2. PROBLEMA

2.1. Planteamiento de problema

Las materias primas agroindustriales (mortiño y mora), constituye un campo de estudio necesario a ser abordado en forma constante, debido a que en la actualidad sigue vigente la producción científica bibliográfica en el estudio de diferentes aspectos, tanto de la producción, del procesamiento y de sus bondades nutricionales. Sumado a esto, estas materias primas se producen a nivel local en los páramos de la provincia Bolívar, y también a nivel nacional, lo que conlleva a continuar en su estudio científico aportando con propuestas tecnológicas y descubrimientos que pueden ayudar a mejorar el aprovechamiento de estos productos.

2.2. Situación problemática

Existe escasa información científica de la realización de estudios científicos y tecnológicos a nivel de la provincia Bolívar, acerca del aprovechamiento de antioxidantes y polifenoles totales con respecto en la elaboración de una bebida a base de mortiño (*Vaccinium meridionale*), y mora (*Rubus ulmifolius*).

2.3. Formulación del problema

Tomando en consideración lo mencionado, se plantea la siguiente pregunta general que guía esta investigación:

¿Cuál es la actividad antioxidante y concentración de polifenoles totales de una bebida a base de mortiño (*Vaccinium meridionale*), y mora (*Rubus ulmifolius*)?

2.4. Sistematización del problema

¿Cuál es la composición físico química del mortiño y la mora?

¿Cuál es la mejor combinación de materias primas, tipo de secado y edulcorantes, para obtener un producto bebible?

¿Qué concentración de polifenoles y actividad antioxidante poseen las combinaciones?

¿Cuál de las técnicas de secado nos permitirá conservar la mayor cantidad de antioxidantes y polifenoles totales para la elaboración de la bebida?

¿Qué tipos de edulcorante será el más aceptado por los consumidores para la elaboración de la bebida?

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen del mortiño (*Vaccinium meridionale*)

El género *Vaccinium spp* son árboles frutales pertenecientes a la familia Ericáceas de los que constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas en el Hemisferio Norte, principalmente en América del Norte, América Central, partes de América del Sur, Europa Central y Eurasia; algunas especies también están presentes en África y sur de Madagascar. En las Américas, especialmente en los países que pasan por los Andes, el mortiño es endémico del norte de Sudamérica, entre Ecuador y Colombia (Vega, 2019).

Hay 450 a 500 especies distribuidas en todo el hemisferio norte. En el continente americano, el 35% de las especies son originarias de América del Norte y el 10% de América del Sur y Central, conocidas por las uvas de monte, las uvas andinas y la raspadura quemada, que en Colombia llaman agraz y macha, congama y pushgay (García, 2019).

3.1.1. Descripción botánica

Es un arbusto ramificado, de hasta 55-250 cm sobre el nivel del mar, con un promedio de 155,7 cm, márgenes de los folíolos dentados o piramidales, nervios plumosos, flores blancas de menos de 1 cm de largo, solas o en grupos, tallos pedunculados y entrelazados de 4 a 4 de largo entre 30 cm, entre marrón y verde, con 5 lóbulos lanceolados, corola en forma de vaso, con 5 lóbulos, calidad de hoja bastante vigorosa, con significativamente más de 8 ramas primarias, tan largas como el tubo de la corola, cerca de Filamentos crudos, anteras con túbulos cortos, ápice con espinas y dehiscencia; ovario ínfero, de 5 lóbulos, estilo un poco más largo que el tubo de la corola (Moncayo, 2020).

Figura 1

El mortiño (Vaccinium meridionale)



Nota: El mortiño se cultiva en su entorno natural. Moncayo (2020)

3.1.2. Taxonomía

Se detalla la clasificación taxonómica del mortiño.

Tabla 1

Taxonomía del Mortiño (Vaccinium meridionale)

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

Nota: descripción de la taxonomía del mortiño Chamorro (2019).

3.1.3. Variedades en el Ecuador

Endémica, se considera endémica a una planta que existe en un solo lugar del mundo.

En nuestro país se encuentran especies como *Vaccinium Floribundum*, *Vaccinium Crenatum* y

Vaccinium Distichum, las mismas que tienen las siguientes especificaciones. Según Veloz (2020), el país cuenta con 3 especies de la fruta que se detallan a continuación.

***Vaccinium floribundum*:** Es un arbusto alcanza una elevación de 2,5 m, sus tallos son ramificados, tiene hojas pequeñas y sus flores permanecen agrupadas. Los frutos son bayas redondas, de 5 a 8 mm de diámetro, de color azul. La temperatura óptima para su desarrollo está entre 8°C y 16°C, que corresponde a climas fríos y templados. Se la halla en alturas que van desde 1000 - 4500 m.s.n.m. Se la localiza en la Sierra, específico en Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar.

***Vaccinium crenatum*:** Es un género originario de la naturaleza sudamericana. Alcanza 1 m de elevación, es un arbusto rastrero con hojas almenadas en los márgenes, y sus flores son solitarias, aunque además poseen inflorescencias axilares trifloras. El fruto es negro o verde, redondo, de 9 mm de diámetro. Se distribuye entre los 1500 - 3500 m.s.n.m, primordialmente en las provincias de Loja y Azuay.

***Vaccinium distichum*:** Su tallo es pequeño y tiene ramas colgantes, hojas delgadas y sus flores son axilares y solitarias. La planta presenta frutos redondos de 7,5 mm y se la localiza en altitudes que van desde los 2000 - 2500 m.s.n.m, principalmente en la provincia de Pichincha.

3.1.4. Valor nutricional

El mortiño fresco contribuye 80 % agua; proteína 0,7 %; grasa 1 %; carbohidratos totales 16,9 %, 18,1 %; cenizas 0,4 %; fibra total 7,6 %, 2,9 %; 75 calorías/100 gramos de fruta fresca. Se ha demostrado la existencia de minerales como Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), con 0,64 mg de hierro y 17 g de Ca/ 100 g de fruta fresca 100 g de fruta fresca, estos valores contribuyen a la dieta diaria recomendada de 10 mg/día para hombres y 18 mg/día para féminas respectivamente (Cana, 2019).

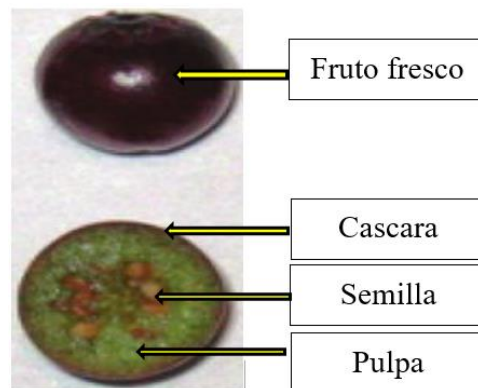
3.1.5. Composición química

Posee la presencia de compuestos fenólicos, fibra, alto contenido de vitaminas, presencia de compuestos considerados nutraceuticos con propiedades antioxidantes, presentan alto contenido de compuestos polifenólicos, tales como ácido cinámico, flavonoides, antocianinas y antocianinas que están presentes en flores, frutos y otros órganos expuestos a la luz en la familia Ericáceas y el color negro del fruto es por la concentración de antocianinas como polifenoles que actúan como antioxidantes (Hidalgo, 2016).

El mortiño es un fruto conformado por tres partes: pulpa, cáscara y semillas que se muestra en la figura

Figura 2

Morfología del mortiño (Vaccinium meridionale)



Nota: Se describe la morfología del mortiño de sus partes principales Tapia (2018).

Cáscara: es muy rica en compuestos antocianinas.

Semilla: contienen compuestos bioactivos de vital importancia, debido a que la cantidad de antioxidantes.

Pulpa: tiene una alta actividad antioxidante compuestos fenólicos que debe ser aprovechada usándolo como ingrediente de alimentos funcionales.

Tabla 2*Composición química y nutricional del mortiño*

Componentes	Cantidad	Unidad 100g
Grasa	1,00 ± 0,04	(g)
Proteína	0,70 ± 0,02	(g)
Ceniza	0,40 ± 0,03	(g)
Carbohidratos totales	16,90 ± 0,10	(g)
Fibra dietética total	7,60 ± 2,20	(g)
Fibra dietética soluble	1,20 ± 1,00	(g)
Fibra dietética Insoluble	6,50 ± 2,50	(g)
Azúcares solubles		
Fructosa (C ₆ H ₁₂ O ₆)	4,40 ± 0,40	(g)
Glucosa (C ₆ H ₁₂ O ₆)	2,60 ± 0,30	(g)
Valor Calórico	84,00 ± 0,40	(kcal/100gpf)
Ácidos orgánicos		
Ácidos cítricos (C ₆ H ₈ O ₇)	31,42 ± 6,14	(mg)
Ácidos málico (C ₄ H ₆ O ₅)	18,23 ± 2,74	(mg)
Minerales		
Hierro (Fe)	0,64 ± 0,20	(mg)
Potasio (K)	60,70 ± 73,00	(mg)
Calcio (Ca)	17,00 ± 2,30	(mg)
Magnesio (Mg)	10,20 ± 1,10	(mg)
Cobre (Cu)	0,12 ± 0,02	(mg)
Zinc (Zn)	0,13 ± 0,02	(mg)
Componentes antioxidantes		
Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆)	9,00 ± 2,00	(mg)
B-caroteno (C ₄₀ H ₅₆)	36,00 ± 6,00	(µg)
Contenido fenólico soluble total	88,20 ± 38	(mg AG)
Capacidades antioxidantes (TEAC)	12,03 ± 9,40	(mg Trolox)
Antocianinas	345	(mg PF)

Nota: Descripción del contenido químico y nutricional presente en el mortiño Tapia (2018).

3.1.6. Producción

El mortiño se encuentra en los páramos andinos del Ecuador, en la Cordillera Andina que atraviesa toda la sierra ecuatoriana, se registra la existencia del mortiño en alturas alcanzadas entre los 2500 - 3200 m.s.n.m, abundante en bosques húmedos, crece de manera silvestre y no requiere tratamiento ni cuidados especiales, produce frutos anualmente, donde la cosecha frecuentemente es en el mes de octubre hasta diciembre; los páramos de la provincia de Pichincha e Imbabura son los mayores productores de mortiño; el desarrollo ideal se da en climas fríos y templados, en temperaturas entre los 8 °C y 16 °C (Almeida, 2019).

3.1.7. Usos del mortiño

El mortiño se puede consumir directamente como fruta, se utiliza para la elaboración de diferentes productos como helados, mermeladas, gelatinas, pasteles, cremas, vinos y la tradicional colada morada, o sus usos industriales empleados en la fabricación de tintes, tinturas y combustibles (Villate, 2018).

3.2. Origen de la mora (*Rubus ulmifolius*)

La mora es una planta silvestre, existen alrededor de 400 especies en el mundo, del género mora y frambuesa (*Rubus ulmifolius*), la mayoría de las cuales son nativas de las regiones templadas y frías de América del Norte, Europa y Asia, y son muy silvestres. En Centroamérica, pero no se puede considerar nativo de esa región, también crece en las tierras altas de Ecuador, entre 2.500 y 3.000 m.s.n.m (Ceballos, 2020).

3.2.1. Descripción botánica

La mora es una planta perenne, de tallos rastreros, espinosos, de tres hojas, hojas lanceoladas, verdes por encima y peludas por debajo con raíces distribuidas en los primeros 30 cm del suelo, con una longitud de 50 - 120 cm del suelo el tallo principal es el mismo tallo que

puede ramificarse con espinas, el tallos brota constantemente nuevos brotes en base a estos están formados por la capa de trasplante y el cuello de los esquejos, los cuales se reproducen presentando brotes vegetativos para reproducir nuevos. (Garzo, 2019)

El tallo es muy largo Variante, posiblemente con ramificaciones espinosas, brotando constantemente en la base del tallo, agrupado en los extremos de las ramas. Flores blancas con muchos estambres, autofertilizantes, de 2-2,5 cm de diámetro, agrupadas en las puntas de las ramas o ramas enteras. Tiene cinco sépalos permanentes y cinco pétalos; tienen muchos estambres y están en racimos terminales (Benavides & Muñoz, 2018).

Figura 3

La mora (Rubus ulmifolius)



Nota: El producto de la mora cultivado en su medio natural (*Rubus ulmifolius*) Rodas (2020).

3.2.2. Taxonomía

Se detalla la clasificación taxonómica de la mora

Tabla 3

Taxonomía de la mora

Nombre científico	<i>Rubus ulmifolius, Rubus spp</i>
Reino	Vegetal
División	Antofita
Clase:	Dicotiledónea
Subclase	Arquiclamídea
Orden	Rosales
Familia	Rosácea
Género:	Rubus
Subgéneros	Eubatus (<i>Rubus glaucus Benth</i>) Idaeobatus Orobatus 9 Subgéneros más. <i>loxensis, R. azuayensis, R. acanthophyllos, R. coriaceus</i>
Especies (Encontrada en Ecuador)	<i>R. laegaardii, R. glabratus, R. roseus R. nubigenus, R. compactus, R. ellipticus, R. niveus, R. glaucus, R.</i>

Nota: Descripción de la taxonomía de la mora y sus especies en el Ecuador Yugcha (2018).

3.2.3. Variedades en el Ecuador

Según las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuario (INIAP), determinaron que las principales variedades de mora presentes en el Ecuador son:

Rubus glaucus benth: Es de tipo arbustiva y perenne, conocida como (*Glaucus, Floribundos, Gigantus*), pertenece a la familia Rosácea, su origen se concentra en los países de Ecuador y México donde que el cultivo se adapta a altitudes desde los 1200 - 3500 m.s.n.m, con un rango óptimo entre los 1800 - 2400 m.s.n.m, temperatura entre 11 y 18 °C, humedad entre 70% y 80%, en suelo con una profundidad efectiva de textura de al menos 50 cm.

Rubus floribundos HBK: Es un arbusto trepador, y su especie también es similar a *R. peruvianus*, excepto que tiene hojas de cinco lóbulos, inflorescencias sueltas, flores numerosas y frutos con más drupas.

Rubus adenotrichas: Es una planta silvestre de hasta 6 m de altura con gran flexibilidad, semitrepadoras, angulosos provistas de espinas cortas es una especie mesoamericana de zarzas de la familia de las rosáceas cuyo fruto es conocido como mora o zarzamora, su hábitat se localiza en zonas altas de las montañosas de México y Ecuador.

Variedad Ollalie: Originaria de California, traída al Ecuador en 1987 se cultiva con fines de exportación se caracteriza por ser moderadamente precoz, de frutos largos, firmes, negro brillante, las plantas son muy productivas y vigorosas y la variedad brazos proveniente de Texas, se ha adaptado a nuestro país y es apta para su exportación debido a su rusticidad y alta productividad (Quespaz, 2018).

3.2.4. Valor nutricional

Esta fruta es de bajo valor calórico, debido a su escaso aporte de hidratos de carbono, lo que la hace un alimento beneficioso para el metabolismo del humano, posee una actividad antioxidante, debido a su gran contenido de compuestos polifenólicos, betacarotenos y bioflavonoides la mora es que aporta una buena cantidad de fibra. Además, las moras contienen vitamina C, vitamina E y buena Fuente de ácido fólico (Cardona & Benavides, 2019).

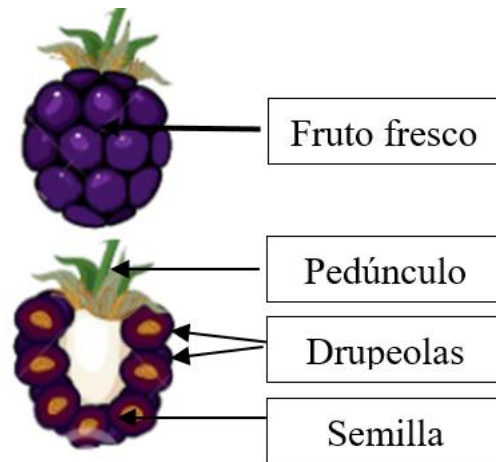
3.2.5. Composición química

Son reconocidos y cotizados por su sabor dulce, aroma afrutado y actualmente por sus propiedades nutraceuticos en general, las moras están compuestos de carbohidratos y vitaminas, minerales, fibra dietética, ácido málico, ácido ascórbico, carotenoides y polifenoles

concentrados que les otorgan el color, sabor y propiedades nutraceuticos que los caracteriza, además de contener también trazas minerales (Rodríguez,2020).

Figura 4

Morfología de la mora (Rubus ulmifolius)



Nota: Se describe la morfológica de la mora de sus partes principales Ramos (2020).

Pedúnculo: En el ámbito de la botánica, el pedúnculo alude a la rama de tamaño pequeño que permite el sostén del fruto, la flor o la hoja.

Drupeolas: Es el mesocarpio carnoso de la mora, coriáceo o fibroso que rodea un endocarpio que contienen una sola semilla (a veces dos, como en el caso del café).

Semilla: Son diminutas, de color café claro, pubescentes, cuyo diámetro polar oscila de 1.2 a 1.3 milímetros; el diámetro ecuatorial de 1.0 a 1.1 milímetros. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada puede llegar a producir hasta 130,000 semillas.

Tabla 4*Composición química y nutricional de la mora*

Componentes	Cantidad	Unidad 100g
Ceniza	0,37	G
Proteína	1,39	G
Fibra	5,30	G
Ácido ascórbico (C ₆ H ₈ O ₆)	0,21	Mg
Tiamina (C ₁₂ H ₁₇ N ₄ OS)	0,02	Mg
Riboflavina (C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆)	0,03	Mg
Niacina (C ₆ H ₅ NO ₂)	0,65	Mg
Ácido pantoténico (C ₉ H ₁₇ NO ₅)	0,28	Mg
Vitamina B6	0,03	Mg
Calcio (Ca)	0,29	Mg
Hierro (Fe)	0,62	Mg
Magnesio (Mg)	0,20	Mg
Potasio (K)	1,62	Mg
Fosforo (P)	0,22	Mg
Sodio (Na)	1,00	Mg

Nota: Se describe la composición química y nutricional de la mora Ceballos (2016).

3.2.6. Producción

En Ecuador, la producción de mora se encuentra distribuida a lo largo de todo por los callejones de toda la Cordillera de los Andes, especialmente en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Carchi. La provincia con mayor producción es Bolívar, aportando 34.209 toneladas/año, lo que equivale al 39 % de la producción nacional de la fruta. Esta provincia registra un rendimiento de 6.90 tonelada/hectáreas (INIAP,2020).

3.2.7. Usos de la mora

La mora como alimento son deliciosas frescas y se usan como topping para yogures, helados, pancakes, o en ensaladas de frutas. También usada en la preparación de salsas para postres. Cerca del 98 % de las moras producidas comercialmente se procesan en forma de jaleas, mermeladas, jugos, vinos y brandys (López, 2017).

3.3. Edulcorantes

Son sustancias que se utilizan para sustituir los edulcorantes del azúcar (sacarosa) o los alcoholes de azúcar. También se les puede llamar sustitutos del azúcar y se utilizan en bebidas y alimentos. Los edulcorantes que no tienen costo nutricional ni calórico son aquellas sustancias que producen dulzor o mejoran la percepción del dulzor. Son sustancias que endulzan alimentos, bebidas o fármacos. El sabor y los riesgos para la salud pública de los edulcorantes son otros ingredientes que influyen de forma independiente en su preferencia, la sacarosa es un producto muy importante para el consumo humano por su alto contenido energético (Vargas, 2019).

3.3.1. Edulcorantes naturales

Son los extraídos de la naturaleza y utilizados sin ninguna modificación química, existen muchos productos naturales que se pueden utilizar como edulcorantes, aunque no son muy utilizados, el rebaudiósido es un ejemplo, por lo que los edulcorantes naturales o artificiales pueden usarse en la industria, excepto que sea inofensivo, debe cumplir otros requisitos: el dulzor debe percibirse rápidamente y desaparecer rápidamente, y debe ser lo más parecido posible al sabor de la sacarosa común (Vasquez & Ibarbo, 2017).

3.3.2. Edulcorantes artificiales

Camacho *et al.* (2018), señala que son aquellos que se sintetizan en un laboratorio, además son mucho más dulces que el azúcar y se utilizan en pequeñas cantidades de ciclamato

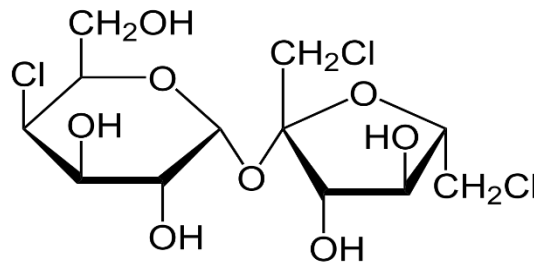
sacarina aspartamo acesulfamo k, sucralosa y alitamo pero también se los puede clasificar en naturales o artificiales en función de su procedencia.

3.3.3. Sucralosa

Es un edulcorante de uso más común, principalmente porque es 600 veces más dulce que el azúcar, lo que significa que se puede lograr el mismo dulzor del azúcar en una cantidad considerablemente menor, y es tan versátil que, en la medida de lo posible, es edulcorante en productos envasados como bebidas, chicles, lácteos, conservas, miel, mermeladas y condimentos, la sucralosa también realza el sabor de otros edulcorantes, convirtiéndolo en uno de los edulcorantes más populares en el mercado hoy en día es el complemento perfecto para edulcorantes y alimentos (Cavagnari, 2019).

Figura 5

Estructura molar de la sucralosa ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$)



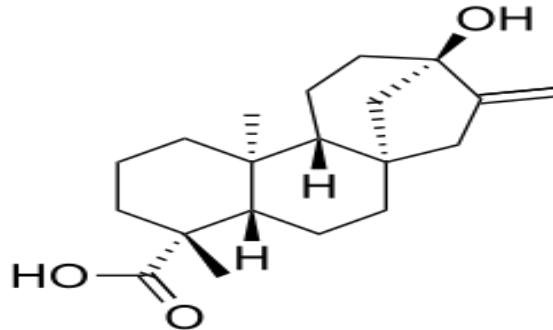
Nota: Descripción de la estructura molar de la sucralosa Lara (2022).

3.3.4. Stevia

La stevia es un sustituto del azúcar que, además de ser ideal para diabéticos golosos, estabiliza los niveles de azúcar en sangre y potencia la producción natural de insulina. a nivel de islotes y aumentar la resistencia a dichas sustancias, la stevia es de 100 - 400 veces más dulce que la sacarosa y puede incluirse en la dieta humana como edulcorante dietético natural debido a sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas Sabor, sin efectos secundario (Moreno, 2019).

Figura 6

Estructura molar de la stevia ($C_{38}H_{60}O_{18}$)



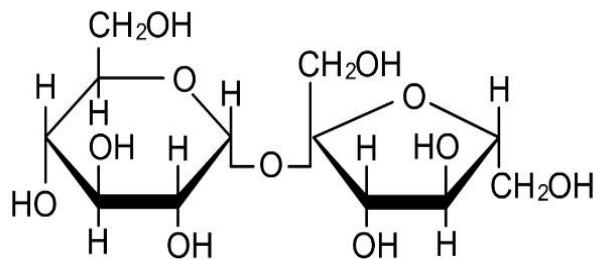
Nota: Descripción de la estructura molar de la stevia Castilla & León (2017).

3.3.5. Sacarosa

La sacarosa es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa, que aporta 4 kcal/g (alrededor de 16 kcal por cucharadita). Comercialmente, la sacarosa proviene del procesamiento de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, la refinación extrae el pigmento amarillento del azúcar sin refinar para obtener la forma cristalina blanca típica del azúcar de mesa, y la melaza es la forma de azúcar menos refinada (Aguilar, 2020).

Figura 7

Diagrama molecular de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$)



Nota: Descripción de la estructura molar de la sacarosa Aguilar (2020).

3.4. Bebidas

Las bebidas cumplen con diferentes requerimientos nutricionales adecuados para las personas, estas pueden tener distintas capacidades como: antioxidantes, antihipertensiva, hipocolesterolemia, antimicrobianas, antiinflamatorio y antitumoral, bebida con los antioxidantes están involucrados en muchas funciones orgánicas que promueven la buena salud las bebidas refrescantes es uno de los más dinámicos de la industria alimentaria, combinaciones de ingredientes que dan lugar a una gran variedad de productos (Alvarado, 2021).

3.4.1. Componentes de la bebida

Las bebidas saborizadas son aquellas que cuentan con componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional, entre ellos azúcar, agua, saborizantes artificiales, ácidos como el ácido fosfórico, ácido cítrico, ácido málico, ácido tartárico, cafeína, colorantes, edulcorantes, dióxido de carbono, el agua es el ingrediente principal de las bebidas, por lo que su tratamiento es fundamental, normalmente mediante ósmosis inversa, filtración, ozono o diferentes tipos de tratamiento para tratar el agua purificada Rodríguez *et al.*, (2017).

3.4.2. Beneficios de la bebida

Las bebidas funcionales dietético es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos pueden contribuir a la mejora de la hidratación del consumidor. Además de ser la solución al interés de los consumidores, quienes buscan alternativas nutritivas, naturales y saludables. Adicionalmente se considera bebida, aquel alimento en su estado natural (Veleña, 2021).

3.5. Secado

Según Martínez (2021), el secado o deshidratación es una técnica de conservación de alimentos cuyo objetivo principal es la disminución de la actividad del agua de los mismos,

como se ha comentado, el principal objetivo de la operación de secado es aumentar la estabilidad, el proceso en sí provoca ciertos cambios en los alimentos que deben tenerse en cuenta la deshidratación de alimentos constituidos por células vegetales, tales como las frutas, supone una serie de cambios físicos, químicos y sensoriales como consecuencia del estrés térmico e hídrico al que se ve sometido el tejido vegetal, de morfología compleja, durante todo el proceso.

El secado de frutas, granos, vegetales, ha sido ampliamente utilizado desde los inicios de la humanidad, proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia, por lo que hoy en día la industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria si la temperatura de secado es muy alta, especialmente en el inicio del secado, el exterior de la fruta se seca muy rápido y esto provocara que se endurezca; esta capa dura y seca provocara que la pérdida de humedad (González, 2021).

3.5.1. Proceso de secado

Teniendo en cuenta a Krokida (2020), la gran variedad de alimentos deshidratados que actualmente se encuentran disponibles en el mercado, como snack de sopa han despertado el interés sobre las especificaciones de calidad y conservación de energía, enfatizando la necesidad del entendimiento de los procesos de secado.

3.5.2. Métodos de secado

Existen diferentes métodos de secado, los más comunes son el secado al sol, el secado por aire caliente, el secado por contacto, el secado por infrarrojos, el secado por congelación, Liofilización, el secado en lecho fluido y el secado dieléctrico.

3.5.3. Liofilización

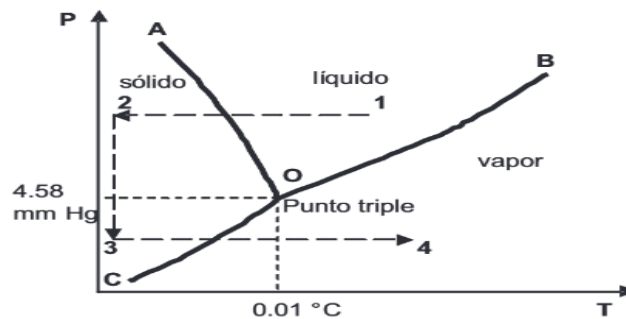
Por otro lado, para Guerra (2021), el proceso de liofilización se basa en el efecto de la sublimación agua en ambientes de baja temperatura y baja presión Normalmente se recomienda

para secar alimentos sensibles a la temperatura, ya que retienen la mayor parte de las propiedades organolépticas, así mismo, es un proceso que permite remover el contenido de agua alimento o producto sea más estable a temperatura ambiente, favoreciendo así su conservación.

La liofilización es una operación única por la que se hace pasar el agua congelada del alimento pasar directamente del estado sólido al estado vapor, bajo una presión alta de vacío para conseguir este cambio de estado, se precisa de una disminución de la presión, como se muestra en la figura, en la imagen inferior cuando sube la temperatura, el hielo se sublima y no se derrite (Martínez, 2021).

Figura 8

Proceso de liofilización



Nota: Se representa el proceso de liofilización Martínez (2021).

3.5.4. Etapas del proceso

El proceso de liofilización consta de 3 etapas:

Congelación: El producto se solidifica.

Secado primario: En esta etapa ocurre la sublimación, se remueve entre 70% - 90% del agua del producto.

Secado secundario: En esta etapa ocurre la desorción, donde el agua que no fue congelada se evapora.

3.5.5. Ventajas y desventajas del liofilizador

El principal objetivo de la liofilización es quitar el agua de un material, mientras queda la estructura básica y composición del material intacto. Hay dos razones para hacer esto con un alimento (Kusch, 2018).

Disminución del agua: Reducción de agua para prevenir la inducción de alimentos de microorganismos, tales como las bacterias que se alimentan de la materia y la descomponen. Las bacterias pueden generar enfermedades o causar el mal gusto en los alimentos.

Reducción de peso total del alimento: la mayoría de los alimentos está compuesto de una gran parte de agua (la mayoría de las frutas entre un 80 – 90 % de agua). Al eliminar el agua, se obtiene un alimento más ligero, facilitando el transporte del producto.

3.5.6. Ventajas del liofilizador

- Mantiene mejor la estructura y el aspecto original del alimento.
- La baja temperatura de trabajo impide la alteración de productos termolábiles.
- A medida que sube el hielo, la estructura porosa permanece, lo que permite una rápida remodelación.
- Inhibe el deterioro del color y sabor por las reacciones químicas y las pérdidas de propiedades fisiológicas.
- La humedad residual es baja.
- Largo tiempo de almacenamiento 31 g. La retención de aromas es muy alta.
- La contracción es insignificante.

3.5.7. Desventajas del liofilizador

- Es necesaria una gran inversión de equipamientos, alrededor de tres veces el de otros métodos.
- Alto coste energético.

- Alto tiempo de procesamiento.
- Alto precio del producto final.

3.5.8. Deshidratación por bandejas

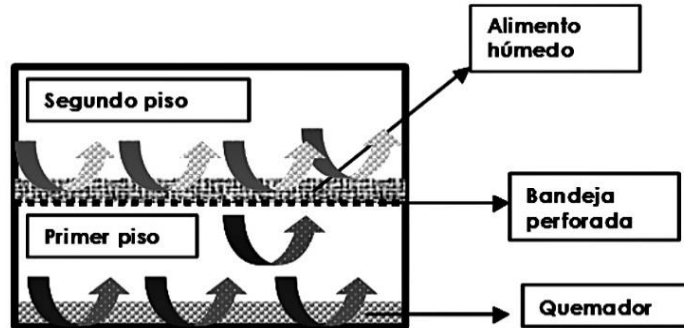
La deshidratación es una de las técnicas más antiguas utilizadas para la conservación de alimentos el secado al sol de frutas, cereales y hortalizas hoy en día, la industria de alimentos deshidratados es un sector muy importante en la industria alimentaria en expansión por todo el mundo las unidades varían en tamaño desde un simple secador solar hasta Instalaciones de secado grandes y sofisticadas Maupoey *et al.* (2017).

Este tipo de secador es caracterizado por contener de bandejas en donde es colocado el alimento las bandejas se colocan dentro de un compartimento del secador con exposición al aire caliente el secador cuenta con un ventilador y una serie de resistencias eléctricas en la entrada que permiten generar aire caliente el cual es llevado mediante la sección de bandejas.

Según Inga & Verastegui (2019), también llamado secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se utiliza calefacción eléctrica, especialmente si la calefacción es baja. Más o menos del 10 al 20 % del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado.

Figura 9

Proceso de deshidratación en bandejas



Nota: Se describe el proceso del deshidratador de bandeja y su interacción del calor.

3.5.9. Ventajas y desventajas del deshidratador de bandejas

Según Rico (2019), los alimentos deshidratados y/o secos son aquellos que se encuentran frescos deshidratado por métodos artificiales o naturales para reducir el riesgo de contaminación y prolongar la vida útil, es por ello que se detalla las ventajas y desventajas que conlleva este método de deshidratación.

3.5.10. Ventajas del deshidratador de bandejas

- Aumentan la vida útil.
- No se pierden proteínas, hidratos de carbono y grasas o lípidos.
- Reducen el peso y el volumen de los alimentos, por lo que reducen el espacio de almacenamiento y optimizan el transporte y la distribución.

3.5.11. Desventajas del deshidratador de bandejas

- Algunos compuestos activos volátiles, como la vitamina C, se pierden a medida que se pierde la humedad y los alimentos se exponen a ciertas temperaturas.
- El alimento puede perder algunas características organolépticas (olor, textura, etc.)

- Cuando prepares alimentos deshidratados por primera vez, puede que el resultado no sea igual que los alimentos deshidratados que se venden en las tiendas.

3.6. Polifenoles

Son un grupo de sustancias químicas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenólico los ácidos fenólicos son fenoles con solo un anillo, estos predominan en frutas y verduras como derivados del ácido hidroxibenzoico y el ácido hidroxicinámico y difieren por las hidroxilación y metoxilaciones de su anillo aromático, los polifenoles pertenecen a una de las principales clases de metabolitos secundarios de plantas, incluidos ácidos fenólicos, flavonoides y lignanos, estilbenos, cumarinas y taninos (Juarez, 2020).

Riveros *et al.* (2020), expresa su aprecio por la suplementación dietética con polifenoles del té bayas de café negro o verde cacao vino tinto granos de manzana o soja estimula el crecimiento de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* y en última instancia, *Enterococcus*, *Streptococcus* y de bacterias productoras de butirato como *prausnitzii* y *Eubacterium rectum*, clasificación de los polifenoles que se sabe que tienen efectos anti inflamatorios.

3.6.1. Clasificación de los polifenoles

Se clasifican en flavonoides y no flavonoides y generalmente son divididos en taninos hidrolizables que son ésteres del ácido gálico de glucosa y otros azúcares, fenilpropanoides como la lignina, flavonoles y taninos condensados (Valladares & Vergara, 2020).

3.6.2. Determinación del contenido de polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales fue determinado usando el método de Folin - Ciocalteu (ácido fosfotúngstico) y reportado como equivalentes de ácido gálico, a través de una curva de calibración, compuestos fenólicos son considerados el principal grupo fitoquímico que contribuye a la actividad antioxidante de las plantas esto explica la relación lineal positiva y significativa entre el contenido de fenoles totales Ramírez *et al.*(2018).

3.7. Antioxidantes

Los antioxidantes son definidos como cualquier molécula que en concentraciones normales es capaz de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas, generalmente sustratos biológicos como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos, la oxidación de tales sustratos podrá ser iniciada por radicales libres, y aquellas sustancias reactivas que son los suficientemente capaces de inducir la oxidación de estos sustratos (Estay, 2019).

3.7.1. Características de los antioxidantes

Tienen poder oxidante y evitan o detienen fácilmente la propagación de la cadena, estabilización oxidativa de radicales libres en general y reducción de la generación oxidante; disminuyendo el daño oxidativo del cuerpo, además las fuentes principales de antioxidantes se encuentran en los vegetales y frutas, debido a que poseen altos contenidos de polifenoles naturales, la mayoría de los casos los encuentran combinados con: ácidos orgánicos, azúcares o formando polímeros (Naspud, 2018).

3.7.2. Beneficio de la actividad antioxidante

Según Quispe (2017), poseen actividades fisiológicas entre las cuales se encuentran las actividades antivirales, antibacterianas, antimutagénicas, anticarcinogénicas, antiulcero, antifúngica, antimicrobiana e inhibidoras de la presión arterial, manifiesta que los antioxidantes que pueden prevenir o retrasar la oxidación al interferir con la iniciación o proliferación de las cadenas oxidativas endógenas; estos elementos también funcionan para eliminar los radicales libres de nuestro cuerpo.

3.7.3. Determinación del contenido de antioxidantes

La determinación de la capacidad antioxidante ayuda a evaluar la calidad de los alimentos, la cantidad de antioxidantes presentes en el sistema o la biodisponibilidad del

compuesto antioxidantes en humanos, métodos disponibles para medir el efecto potencial de las sustancias antioxidantes, presentes en los alimentos y en el organismo humano, contra las reacciones de oxidación Estrada *et al.* (2020).

3.8. Métodos de actividad antioxidante y contenido de polifenoles

3.8.1. Método ABTS

En este método, el producto de la oxidación del ABTS, el catión radical de larga vida ABTS, lo hará excelente herramienta en sí misma para determinar la actividad antioxidante de átomos donantes de hidrógeno. El radical ABTS se obtiene tras la reacción de ABTS milimolar (7 mM) con persulfato potásico (2.45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente de 25 °C y puestos en la oscuridad durante 16 hora. El radical ABTS + se diluye con metanol hasta el valor de la absorbancia de 754 nm y se genera por una reacción de oxidación del ABTS con persulfato de potasio. El método ABTS evalúa antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos y los resultados se expresan como valores $\mu\text{mol Trolox/g}$ (Iris & Yader, 2019).

3.8.2. Método de Folin - Ciocalteu

Es un método que se utiliza en el análisis de fenoles totales en productos naturales, los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo Folin - Ciocalteu bajo medios alcalinos ajustadas por una solución de carbonato de sodio a pH básico y se determinada espectrofotométricamente a una absorción de 765 nm, los resultados son expresados como equivalente del ácido gálico (Aguila, 2021).

CAPÍTULO VI

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del complejo Agroindustrial, en el Laboratorio General Laguacoto I y en el Laboratorio de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar.

4.2. Ubicación de la investigación

Se detalla la ubicación donde se desarrolló la investigación.

Tabla 5

Ubicación de la investigación

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Sector:	Laguacoto II
Parroquia:	Veintimilla
Dirección:	Laguacoto II km ½ vía Guaranda-San Simón
Establecimiento:	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de Producción	Laboratorio de investigación

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II (2022).

4.3. Situación geográfica y climática

Se detalla los parámetros climáticos y la situación geográfica del lugar de la investigación:

Tabla 6*Situación geográfica y climática*

Parámetro	Valor
Altitud	2800 msnm
Longitud	79 ° 0´ 02´´ Oeste
Latitud	01° 34´ 15´´ Sur
Temperatura media anual	14° C
Humedad	75 %

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II (2022).

4.4. Zona de vida (zonificación ecológica).

Según L. Holdridge, el lugar donde se desarrolló la investigación corresponde al bosque húmedo montano bajo o templado con una temperatura de 12 a 18 °C. Con una precipitación de 2.000 mm, cubre 4.588 km² (14,7 %) del área total.

4.5. Materiales

4.5.1. Material experimental

- Mora (*Rubus ulmifolius*)
- Mortiño (*Vaccinium meridionale*)
- Edulcorantes (Sacarosa, Stevia y Sucralosa)

4.5.2. Material de oficina

- Libreta de apuntes
- Escritorio
- Internet
- Computadora
- Esferográfico
- Calculadora

- Marcadores
- Hojas de papel bond
- Cámara
- Flash memory
- Impresora

4.5.3. Equipos y materiales

Se detallan los equipos utilizados en la presente investigación.

Tabla 7

Equipos utilizados

Nombre	Marca	Origen
Molino	RETSCH	Alemania
Estufa	MEMMERT	Alemania
Mufla	THERMOSCIENTIFIC	USA
Ultrasonido	FISHER SCIENTIFIC	USA
Balanza	OHAUS	USA
Ultra congelador	PANASONIC	Japón
Liofilizador	CHRIST	Alemania
Incubadora	MEMMERT	Alemania
Vortex	FISHER SCIENTIFIC	USA
Nanodrop	THEMO SCIENTIFIC	USA
Cámara de flujo laminar	INGLOBAL	Colombia
Refrigeradora	LG	Corea del Sur
Cámara de bioseguridad	INGLOBAL	Colombia
Centrífuga marca	5804R	Nacional
Plancha agitadora	VELP SCIENTIFICA	Nacional
Deshidratador	NACIONAL	Nacional
pH-metro	METTER TOLEDO	Nacional

4.5.4. Materiales de laboratorio

- Recipientes plásticos
- Bandejas plásticas
- Tubos eppendorf
- Gradilla
- Tubos boeco
- Embudo
- Pinzas
- Crisol
- Bolsas
- Tela organza
- Micro pipeta
- Jarras medidoras
- Baldes
- Cuchillos
- Tablas de picar
- Mesa de trabajo
- Vasos de precipitado de 250mL
- Embudos
- Desecador
- Balones de aforo
- Capsulas
- Micro pipetas automáticas

- Probetas
- Envases color ámbar
- Piseta
- Espátula

4.5.5. Reactivos

Se detallan los reactivos utilizados durante la investigación

Tabla 8

Reactivos utilizados

Reactivo	Formula	Concentración
Hexano	C ₆ H ₁₄	99.9 %
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	96.9 %
Metanol	CH ₃ OH	99.9 %
Ácido clorhídrico	HCl	33.4 %
Ácido acético	CH ₃ COOH	100.0 %
Acetato de sodio	C ₂ H ₃ NaO ₂	99.0 %
Acetato sódico trihidratado	C ₂ H ₃ NaO ₂	99.0 %
Trolox	C ₁₄ H ₁₈ O ₄	97.0 %
Dimetil sulfoxido	C ₂ H ₆ OS	99,9 %
Azinobis		98.0 %
Acido gálico	C ₇ H ₆ O ₅	99.0 %
Fosfato dibásico de sodio	Na ₂ HPO ₄	99.0 %
Fosfato monobásico de sodio	NaH ₂ PO ₄	98.0 %
Fenolftaleína	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	0.1 %

4.6. Métodos

4.6.1. Factores en estudio

En el presente trabajo de investigación se estableció tres factores de estudio; factor A (Combinación de fruta), Factor B (Tipos de secado) (Liofilizado y deshidratado), (factor C) Tipos de edulcorante (Sucralosa, Stevia, Sacarosa).

Tabla 9

Factores en estudio

Factores	Código	Niveles
Combinación de frutos	A	a1: 50 % Mortiño + 50 % mora a2: 75 % Mortiño +25 % mora a3: 25 % Mortiño +5 % mora
Tipos de secado	B	b1: Deshidratación b2: Liofilización
Tipos de edulcorantes	C	c1: Sucralosa c2: Stevia c3: Sacarosa

4.6.2. Tratamientos

Se describe las combinaciones realizadas.

Tabla 10*Combinación de tratamientos*

N° Trat	Código	Descripción
T1	$a_1b_1c_1$	50 % mortiño + 50 % mora + deshidratación + sucralosa
T2	$a_1b_1c_2$	50 % mortiño + 50 % mora + deshidratador + stevia
T3	$a_1b_1c_3$	50 % mortiño + 50 % mora + deshidratación + sacarosa
T4	$a_1b_2c_1$	50 % mortiño + 50 % mora + liofilización + sucralosa
T5	$a_1b_2c_2$	50 % mortiño + 50 % mora + liofilización + stevia
T6	$a_1b_2c_3$	50 % mortiño + 50 % mora + liofilización + sacarosa
T7	$a_2b_1c_1$	75 % mortiño + 25 % mora + deshidratación + sucralosa
T8	$a_2b_1c_2$	75 % mortiño + 25 % mora + deshidratador + stevia
T9	$a_2b_1c_3$	75 % mortiño + 25 % mora + deshidratación + sacarosa
T10	$a_2b_2c_1$	75 % mortiño + 25 % mora + liofilización + sucralosa
T11	$a_2b_2c_2$	75 % mortiño + 25 % mora + liofilización + stevia
T12	$a_2b_2c_3$	75 % mortiño + 25 % mora + liofilización + sacarosa
T13	$a_3b_1c_1$	25 % mortiño + 75 % mora + deshidratación + sucralosa
T14	$a_3b_1c_2$	25 % mortiño + 75 % mora + deshidratador + stevia
T15	$a_3b_1c_3$	25 % mortiño + 75 % mora + deshidratación + sacarosa
T16	$a_3b_2c_1$	25 % mortiño + 75 % mora + liofilización + sucralosa
T17	$a_3b_2c_2$	25 % mortiño + 75 % mora + liofilización + stevia
T18	$a_3b_2c_3$	25 % mortiño + 75 % mora + liofilización + sacarosa

4.6.3. Características del experimento

Se presenta las características del experimento que se realizó a continuación

Tabla 11*Características del diseño experimental*

Niveles factor A	3
Niveles factor B	2
Niveles factor C	3
Numero de repeticiones:	3
Numero de tratamientos:	18
Número de Unidades Experimentales: (t × r)	54
Tamaño de Unidades Experimentales	200 g
Variables de respuestas	6

Tabla 12*Variables de respuesta*

Variables	Método
Actividad antioxidante	ABTS
Concentración de polifenoles totales	Folin- Ciocalteu
Color	Análisis sensorial
Olor	Análisis sensorial
Sabor	Análisis sensorial
Aceptabilidad	Análisis sensorial

4.6.4. Diseño experimental

Se aplicó un Diseño completamente aleatorizado (DCA), en arreglo factorial AxBxC (3*2*3), con 3 repeticiones.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto del Factor A

B_j = Efecto del Factor B

C_k = Efecto del Factor C

$(AB)_{ij}$, $(AC)_{ik}$ y $(BC)_{jk}$ = representan los efectos de las interacciones dobles en los niveles ij , ik y jk respectivamente

ϵ_{ijkl} = Efecto del error experimental aleatorio

4.7. Análisis de varianza

Se presenta el modelo de ANOVA

Tabla 13

Modelo de análisis de varianza (ANOVA) para un DCA- AxBxC factorial de 3 factores

F. V	S.C	G. L	C.M	F_{exp}
<i>Factor A</i>	<i>SCA</i>	<i>a-1</i>	<i>CMA</i>	<i>CMA/CMR</i>
<i>Factor B</i>	<i>SCB</i>	<i>b-1</i>	<i>CMB</i>	<i>CMB/CMR</i>
<i>Factor C</i>	<i>SCC</i>	<i>c-1</i>	<i>CMC</i>	<i>CMC/CMR</i>
<i>AxB</i>	<i>SC(AB)</i>	<i>(a-1) (b-1)</i>	<i>CM(AB)</i>	<i>CM(AB)/CMR</i>
<i>AxC</i>	<i>SC(AC)</i>	<i>(a-1) (c-1)</i>	<i>CM(AC)</i>	<i>CM(AC)/CMR</i>
<i>BxC</i>	<i>SC(BC)</i>	<i>(b-1) (c-1)</i>	<i>CM(BC)</i>	<i>CM(BC)/CMR</i>
<i>AxBxC</i>	<i>SC(ABC)</i>	<i>(a-1) (b-1) (c-1)</i>	<i>CM(ABC)</i>	<i>CM(ABC)/CMR</i>
<i>Residual</i>	<i>SCR</i>	<i>abc(r-1)</i>	<i>CMR</i>	
TOTAL	SCT	Abcr - 1	CMT	

4.6.5. Prueba de rangos múltiples

Método de Tukey

Un método conservador para comparar pares de medias de tratamientos es el método de Tukey, según Gutiérrez y Salazar (2008), consiste en comparar las diferencias entre medias muestrales con el valor crítico dado por:

$$T\alpha = q\alpha (k, N - k) \sqrt{CME / n_i}$$

Dónde:

CME: cuadrado medio del error

n: número de observaciones por tratamiento

k: número de tratamientos

N – k: grados de libertad para el error

α : nivel de significancia prefijado

$q\alpha (k, N-k)$: distribución del rango estudentizado

4.7. Metodología experimental

4.7.1. Descripción del proceso de liofilización de los frutos mortiño y mora

Se recolectó el mortiño en el sector Herrerías, de la comunidad Tamboloma y la mora se recolectó del sector Perezan del cantón Chillanes de la Provincia Bolívar.

Se presenta las coordenadas de los muestreos de los frutos en estudio

Tabla 14

Coordenadas de la muestra del mortiño

Parámetros	Valor
Altitud	3.873 msnm
Latitud	1.37'53"S
Longitud	78 °55'27 "W

Tabla 15

Coordenadas de muestra de mora

Parámetros	Valor
Altitud	2.351m.s.n.m.
Latitud	1.56'33"S
Longitud	79°03'59 "W

- **Recepción materia prima**

Los frutos recolectados fueron llevados hasta el laboratorio de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Selección**

En este proceso se seleccionaron las frutas con mejor apariencia como, grado de madurez, olor, color, textura.

- **Lavado**

Las moras y el mortiño se lavaron y desinfectaron con 5 ml de hipoclorito sódico en una concentración de 100ppm en 10 L de agua) y se dejó secar por unos minutos.

- **Pesado**

Se lo realizó en una balanza analítica, aproximadamente 1kg de fruto (mortiño y mora).

- **Cortado**

Los mortiños y las moras, fueron cortados por la mitad, ya que este proceso es de importancia a la hora de realizar un producto liofilizado.

- **Ultra congelación**

Las muestras preparadas se transportaron al ultra congelador (marca PANASONIC), durante tres días a una temperatura de - 80 °C.

- **Liofilizado**

Se utilizó un liofilizador (marca CHRIST), durante 5 días donde cuyos procesos son:

- **Congelación**

Las muestras se solidifican a una temperatura a - 80 °C

- **Secado Primar**

En esta etapa ocurrió la sublimación, se remueve entre 70 % - 90 % del agua del producto.

- **Secado Secundario**

Etapa donde ocurre la desorción, es decir, el agua que no fue congelada se evapora.

- **Pulverizado**

Este proceso se realizó con la ayuda de un molino eléctrico, para reducir el tamaño de partículas, obteniendo la harina.

- **Tamizado**

Necesario para poder separar los restos de semillas y cortezas de las frutas presentes en el producto pulverizado.

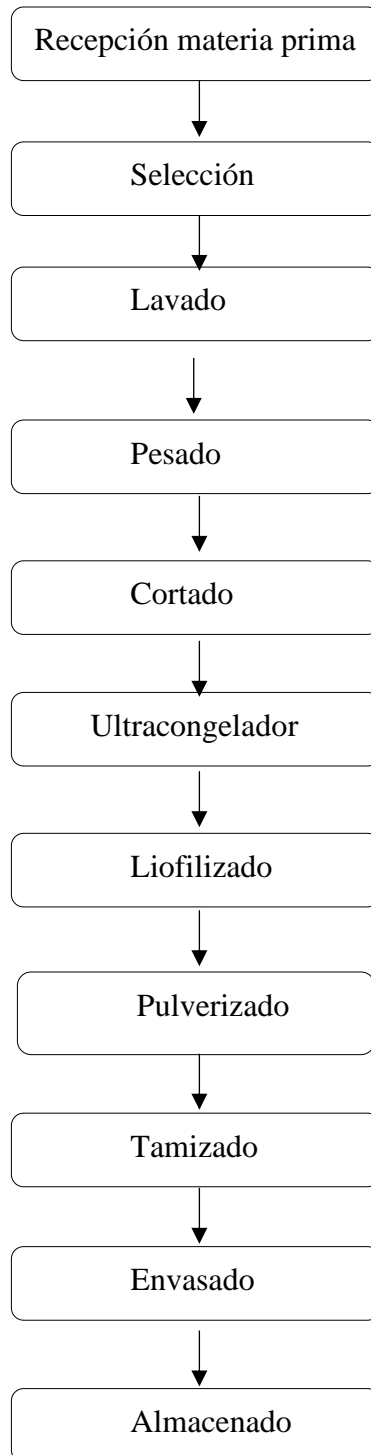
- **Envasado**

Fueron envasadas en fundas herméticas

- **Almacenado**

Conservado en lugares bien ventilados, limpios, secos y libres de humedad.

4.7.2. Diagrama de flujo para la liofilización del mortiño y mora



4.7.3. Descripción del proceso de deshidratación del mortiño y mora

- **Recepción materia prima**

Los frutos recolectados fueron llevados hasta el complejo agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Selección**

Para este proceso se escogió las frutas que presentaron mejor apariencia como grado de madurez, olor, color, textura.

- **Lavado**

Sumergiremos las frutas en agua con solución de hipoclorito de sodio, es necesario para eliminar la arena u otros residuos, reduciendo la carga microbiana.

- **Pesado**

Se lo realizó en una balanza analítica (marca OHAUS), aproximadamente 1kg de cada muestra fresca (mortiño y mora).

- **Cortado**

La mora fue cortada de un espesor de 5 mm y los mortiños solo por la mitad, esto para reducir el tiempo de deshidratación de los frutos.

- **Colocación en bandejas**

Se colocaron las frutas cortadas sobre una tela en bandejas con malla metálica de acero inoxidable, la misma que permitió la circulación del aire.

- **Deshidratado**

Se lo realizó en un deshidratador de bandejas con recirculación de aire forzado, a una temperatura de 60 °C durante 72 horas, hasta que el producto estuvo totalmente seco (ausencia de humedad).

- **Enfriado**

Se lo dejó reposar fuera del deshidratador a una temperatura ambiente durante 15 min.

- **Pulverizado**

Este proceso se realizó con la ayuda de un molino eléctrico (marca RETSCH), con el fin de reducir el tamaño de partículas y así obtener la harina.

- **Tamizado**

Se lo realizo para separar los residuos de semillas y cortezas de las frutas presentes en la harina.

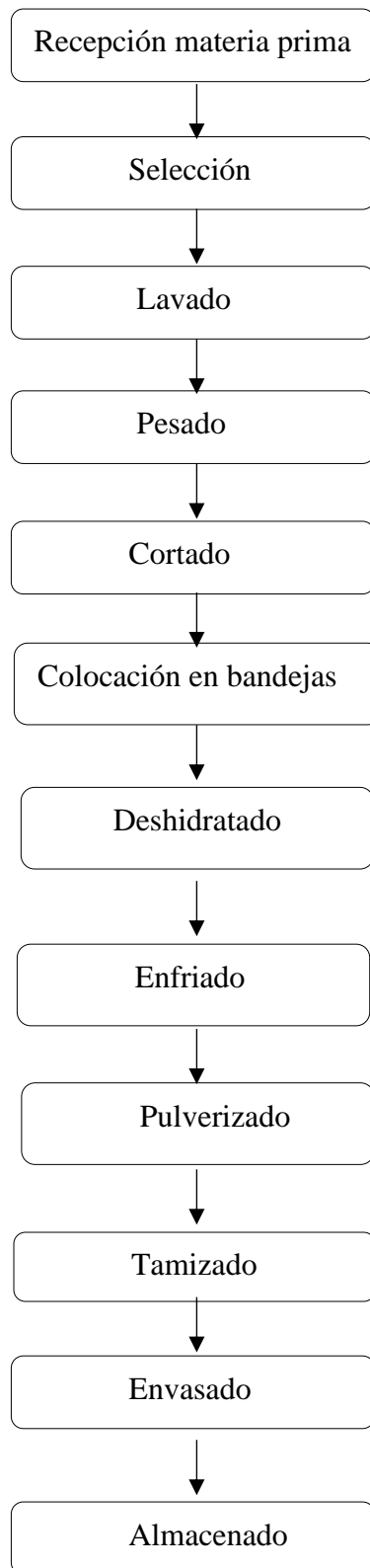
- **Envasado**

Fueron envasadas en fundas herméticas.

- **Almacenado**

Se lo conservó bajo un ambiente ventilado, limpio y seco, libre de humedad.

4.7.4. Diagrama de flujo para la deshidratación del mortiño y mora



4.7.5. Descripción del proceso de la bebida a partir de mortiño y mora

- **Recepción de la materia prima**

Los frutos deshidratados (mortiño y mora) obtenidos mediante los procesos de liofilización y deshidratador de bandejas deben estar totalmente pulverizados y tamizados.

- **Pesado**

Se lo realizará en una balanza analítica (marca OHAUS), 200 g de cada muestra.

- **Mezclado**

Se realizó las combinaciones de la cada muestra (50 % mortiño – 50 % mora, 75 % mortiño – 25 % mora, 25 % mortiño – 75 % mora), con diferentes tipos de secados y de edulcorantes.

- **Envasado**

Se envaso en bolsitas plásticas de 8 x 7 cm, previamente esterilizados, cumpliendo con las condiciones higiénicas de elaboración.

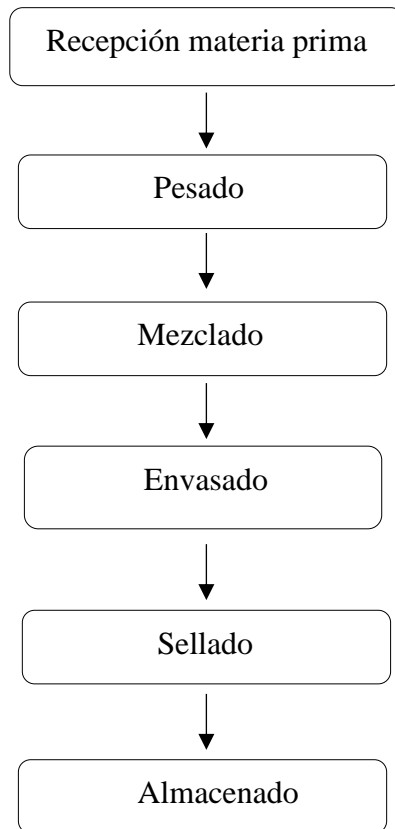
- **Sellado**

Se utilizó una selladora de fundas plásticas, hermetizando completamente el producto final.

- **Almacenado**

Será almacenado en cajitas de cartón de 10,5 x 15 cm y se lo conservará en espacios ventilados, limpios y secos, libres de humedad a una temperatura ambiente.

4.7.6. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida a partir del mortiño y mora



4.8. Análisis físicos químicos

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

Para la determinación del pH se siguió el procedimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 389, usando un pH-metro digital previamente calibrado. Se pesaron 10 g de la muestra mezclándolo con 100 ml de agua destilada y se realizó la medición por triplicado.

- **Determinación sólidos solubles (grados Brix)**

Para la determinación grados Brix se utilizó el refractómetro MR90, se colocaron 1 o 2 gotas del jugo de frutas el resultado lo expresamos siguiendo la norma técnica ecuatoriana INEN 380.

- **Humedad**

La metodología empleada para la determinación de humedad fue por la norma NTE INEN 382:2013 donde se colocó 1 g de cada muestra (mortiño y mora), llevándolos a la estufa a 105 °C por 3 horas, pasado el tiempo pasan a un desecador hasta obtener un peso constante. Se realizó triplicados por cada muestra, los mismos resultados fueron expresados en porcentaje el peso total. Para el cálculo pertinente se aplicó la ecuación 1.

$$\%H = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} * 100$$

Ecuación 1. *Cálculo de Humedad*

Donde:

%H = humedad

W_1 = masa de la cápsula vacía en g

W_2 = masa de la cápsula con muestra en g

W_3 = masa de la capsula con la muestra seca en g

- **Cenizas**

La metodología empleada para la determinación de contenido de cenizas según la NTE INEN 520. Se colocó 3 g de muestra en crisoles de porcelana tarados previamente, llevándolos a la mufla y se procedió a incinerar a 550 °C por 7 horas, pasado el tiempo pasan a un desecador hasta obtener un peso constante. Se realizó triplicados por cada muestra y el porcentaje de ceniza calculados mediante la ecuación 2.

$$\%C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Ecuación 2. Cálculo de la ceniza

En donde:

C = contenido de cenizas en harinas en porcentaje de masa.

m_1 = masa del crisol vacío, en g.

m_2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m_3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

- **Acidez titulable**

Se determinó la acidez titulable según la norma NTE INEN 2427:2015. Usando el método por titulación del extracto se pesa 18 g de harina y se coloca en un matraz aforado de 250 ml con tapón adicional 200 ml de agua libre CO₂, colocar al baño maría a 45 °C por una hora, procurando que el matraz este taponado flojamente, filtrar usando papel filtro 100 ml, titular con solución 0.05 m de NaOH, utilizando fenolftaleína como indicador.

4.9. Determinación de contenido de polifenoles totales por el método de Folin-

Ciocalteu

Los compuestos fenólicos solubles totales (TPC) se determinaron usando el reactivo de Folin – Ciocalteu, que es un agente oxidante y los valores se expresaron equivalentes al ácido gálico, siendo el estándar más comúnmente utilizado en las estimaciones fenólicas ya que el ácido gálico es más estable y farmacológicamente activo antioxidante. Se ha demostrado cuantitativamente que es equivalente a la mayoría de otros fenólicos y dan resultados consistentes y reproducibles, luego se mide la absorbancia a 750 nm utilizando el espectrofotómetro UV.

El análisis de concentración de polifenoles se realizó usando una curva de calibración con una solución de ácido gálico en un rango de concentración de 25 a 800 mg/L.

Se tomó 100 µl de muestra la muestra diluida más 100 µl del reactivo Folin - ciocalteu y 2 ml aforada de Na₂CO₃ con agua destilada, se dejó reposar en un lugar oscuro por 45 min para finalmente leer la absorbancia en una longitud de onda 750 nm usando un Espectrofotómetro UV Nano Drop. Los estudios realizados se analizaron por triplicado.

Cálculos:

Para el contenido de polifenoles se expresa como mg de ácido gálico/g de muestra seca, utilizando la ecuación.

$$PT = \frac{Abs - b}{a} * \frac{V * FD * 100}{PM * 1000}$$

Ecuación 3. *Cálculo de polifenoles totales*

Donde:

PT = Polifenoles totales en mg/g.

Abs = Absorbancia.

a y *b* = Son la pendiente de la curva de calibración y el punto de corte respectivamente

V = Volumen total en ml.

PM = Peso de la muestra seca en g.

FD = Factor de dilución.

4.10. Determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS

Para la actividad antioxidante este método se fundamenta en la cuantificación de la decoloración del radical ABTS⁺, debido a su reducción a ABTS por la acción de antioxidantes. El radical catiónico ABTS⁺ es un cromóforo verde azulado que absorbe a una longitud de onda de 734 nm y se genera por una reacción de oxidación del ABTS ((2,2-Azino-bis (3-

ethylbenzothiazoline-6-sulfinic acid) diammonium) con persulfato de potasio. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de inhibición del radical ABTS+ está determinado en función a la concentración, mientras disminuye el color de ABTS existe más actividad antioxidante.

Se preparó una curva de calibración con una solución del antioxidante de referencia de Trolox en un rango de concentración de 0 a 800 $\mu\text{mol/L}$.

Para el análisis se tomó de 0.2 ml de peroxidasa (4.4 unidades/ml), 0.2 ml de H_2O_2 (50 μM), 0,2 ml de ABTS (2,2-azino-bis (3-etilbenz-tiazolina-6- ácido sulfónico)), sal de diamonio, 100 μM) y 1,0 ml de H_2O . Se mezcla y se mantiene en la oscuridad durante 1h para formar un complejo verde azulado. Después de añadir 1,0 ml de extracto metanólico, se mide la absorbancia a 734 nm en el espectrofotómetro UV Nano Drop.

$$Abs_{real} = Bl_M - Abs_M$$

Ecuación 4. Corrección de la absorbancia real de la muestra para ABTS

$$ABTS = \frac{Abs - b}{a} * \frac{V * FD * 100}{PM * 1000}$$

Ecuación 5. Cálculo de la capacidad antioxidante por ABTS

Donde:

$ABTS$ = Capacidad antioxidante en $\mu\text{mol trolox/g}$.

Abs = Absorbancia.

a y b = pendiente de la curva de calibración de Trolox y el punto de corte respectivamente.

V = Volumen total en ml.

PM = Peso de la muestra seca en g.

FD = Factor de dilución.

4.11. Análisis estadísticos

Se realizó una estadística descriptiva diferencial, análisis de varianza, prueba de rangos múltiples, gráfico de medias y gráficos de interacciones mediante el software Statgraphics.

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis físicos químicos de las materias primas

5.1.1. Análisis de pH, acidez, grados Brix, humedad, cenizas del mortiño y de la mora

Tabla 16

Valores promedios de pH, acidez, grados Brix, humedad, cenizas en los frutos

Análisis	Materia prima		Método
	Mortiño %	Mora%	
Determinación de pH	3,00	3,00	NTE INEN 389
Acidez titulable	5,50	3,70	NTE INEN 2427:2015
Grados Brix	15,00	8,00	NTE INEN 380
Humedad	92,00	87,00	NTE INEN 382:2013
Cenizas	4,46	0,43	INEN 520

En la tabla 16, se detalla los valores obtenidos de los análisis físicos químicos realizados en la materia prima de pH, acidez, grados brix, humedad y cenizas de los frutos en estudio. En el mortiño, el valor de pH fue del 3 %, un valor menor en la investigación de Tobón (2017), el valor obtenido es de 3.05 %, y se comprueba que no hay diferencia entre los valores, en lo demás datos inferior al de obtenidos por Cifuentes (2017), con un valor de 2.61 % en otros estudios los datos encontrados son superiores a los obtenidos por Rivera (2018), con un valor de 3.28 %. Por otra parte la mora el valor de pH fue de 3 %, superior al obtenido por Cifuentes (2017), en su investigación con un valor de 2.98 %, en otros estudios Amarilis (2018), su datos de estudio fue 3.80 % superior y se encontró en un menor porcentaje según Rivera (2018), con 3.28 %, y los dos frutos se encuentran dentro del rango de la norma permitida debe tener un pH menor a 4,5.

En mortiño el índice de acidez es de 5,5 %, superior al obtenido por Guerrero (2019), al 3,14 % y teniendo en cuenta la investigación de Martínez (2017), obtuvo un valor de 1.62%. Por otro lado la mora tiene un valor de acidez de 3,7 % superior a los valores obtenidos por Peña (2017), con 2,80 % en otro estudio realizado por Arevalo (2018), 2,5 % donde analizaron el mismos parámetros obteniendo los siguientes resultado de Cuenca (2017), 1,85 %, esta variación puede ser causada por la contaminación de microorganismos alterando los valores de la acidez titulable.

El mortiño tiene un grado Brix de 15 %, superior al de Guerrero (2019), en su investigación fue de 6,87 % y Macas (2018), con 9,65 % por lo tanto en estudios los datos encontrados por Martínez (2017), 11,17 % en valor alto en comparación a las demás investigaciones. En la mora presenta 8 % grados Brix un valor casi similar en la investigación de Cuenca (2017), con 8,08 % y Guzman & Ruales (2018), de 11,1 % superior a otros estudios, al igual que Llamuca (2018), 17,75 % los factores que incluyen en los porcentajes de los grados Brix son la variedad, la madurez o etapa de crecimiento, el agua y el manejo de la fertilización.

El mortiño tuvo un porcentaje de humedad de 92 %, superior al obtenido en su investigación Cuatin & Herrera (2019), con 81 %, en otros estudio, los datos superan a Cifuentes (2017), con un valor de 88,69 %. En la mora los resultados fueron bastante dispersos a los informados el contenido de humedad es del 87 % un valor inferior al obtenidos por Agudelo & Luna (2020), de 88,47 %. En otros estudios los datos encontrados por Lescano (2021) ,70 % en comparación es inferior a la investigación, considerando que unos de los factores importantes que afecta a la variación de la humedad es la temperatura.

5.2. Determinación de la actividad antioxidante y concentración de polifenoles totales

5.2.1. Resultados de los análisis de la actividad antioxidante por tres factores de estudio

Los resultados obtenidos de la actividad antioxidante por el método ABTS, se expresan en μmol de Trolox/g muestra.

Se detalla la actividad antioxidante de factor A (combinación de frutos), factor B (técnica de secado), factor C (tipos de edulcorantes):

Tabla 17

Análisis de varianza para la actividad antioxidante

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS					
A: Combinación de frutos	3,991953E6	2	1,99597E6	731,22	0,0000
B: Tipos de secado	164121,00	2	82060,40	30,06	0,0000
C: Tipos de edulcorantes	2429,69	1	2429,69	0,89	0,3517
INTERACCIONES					
AB	255378,	4	63844,6	23,39	0,0000
AC	39585,0	2	19792,5	7,25	0,0023
BC	437167,	2	218584,	80,08	0,0000
ABC	615675,	4	153919,	56,39	0,0000
RESIDUOS	98267,5	36	2729,65		
TOTAL	5,604576	53			

En la tabla 17, nos da a conocer que los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 6 valores-P son inferiores a 0,05, estos factores tienen un efecto significativo. Tiene significación estadística de la capacidad antioxidante con un 95,0% de confianza. Explican que la cantidad de antioxidantes presentes en cada tratamiento depende de la combinación y edulcorante que se utilice entre los tratamientos que se prepararon.

Se muestra las pruebas de rango múltiples por el método LDS al 95 % de confianza, para establecer el nivel de incidencia del factor A (combinación de frutos) en las actividades antioxidantes

Tabla 18

Pruebas de rangos múltiples al 95 % de confianza para actividad antioxidante del factor A (combinación de fruto)

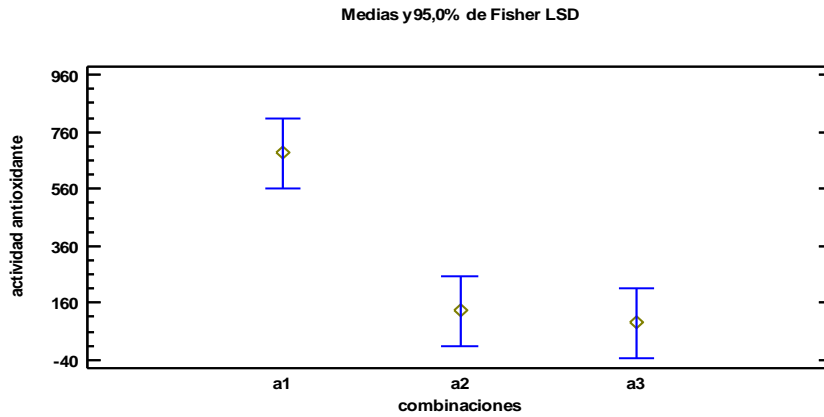
Combinaciones de fruto	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a3	6	88,9567	78,9927	X
a2	6	132,147	78,9927	X
a1	6	686,107	78,9927	X

En la tabla 18, se detalla la prueba de rango múltiples usando el método LSD podemos determinar claramente una diferencia significativa con respecto a las combinaciones para la concentración de μmol de Trolox/g (actividad antioxidante), siendo la combinación (a1) que comprende el nivel (50 % mortiño y 50 % mora), con un valor de 686.108 μm Trolox/g el más destacado por otra parte Caba (2018), en su investigación obtuvo resultados de 1200 μm Trolox/g y Tupuna & Vera, (2016), obtuvo 1 192,86 μm Trolox/g, valores totalmente diferentes entre sí. Esta variación de valores depende de la combinación y el tipo de especies que se utilicen en la elaboración de los tratamientos. La combinación (a2) cuyo nivel comprende (75 % mortiño y 25 % mora) aunque no demuestra una diferencia en la columna de las X's, tiene valores altos con respecto a la concentración de Trolox (actividad antioxidante).

Se representa las medias por mínimos cuadrados para actividad antioxidante por combinaciones con intervalo de confianza del 95,0 %

Figura 10

Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor A (combinación de frutos) con intervalos de confianza del 95,0 %

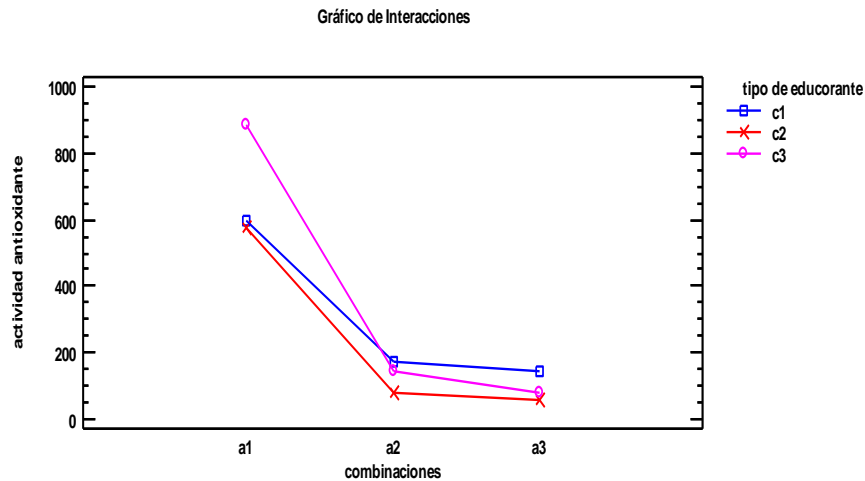


En la figura 10, que la combinación (a1), comprende el nivel (50 % mortiño y 50 % mora) tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la actividad antioxidante con un 95 % de confianza, en comparación con las combinaciones (a2) y (a3).

Se representa los resultados de Interacción de la actividad antioxidante entre combinación y por el tipo de edulcorante

Figura 11

Interacción de la actividad antioxidante entre combinación de frutos por tipos de edulcorante



En la figura 11, indica que las líneas de tendencia representan interacciones, en donde en efecto las combinaciones (a1) tiene mayor actividad antioxidante debido al tipo de edulcorante.

Se detalla los resultados de pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor B que corresponde al tipo de secado:

Tabla 19

Pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor B (tipos de secado)

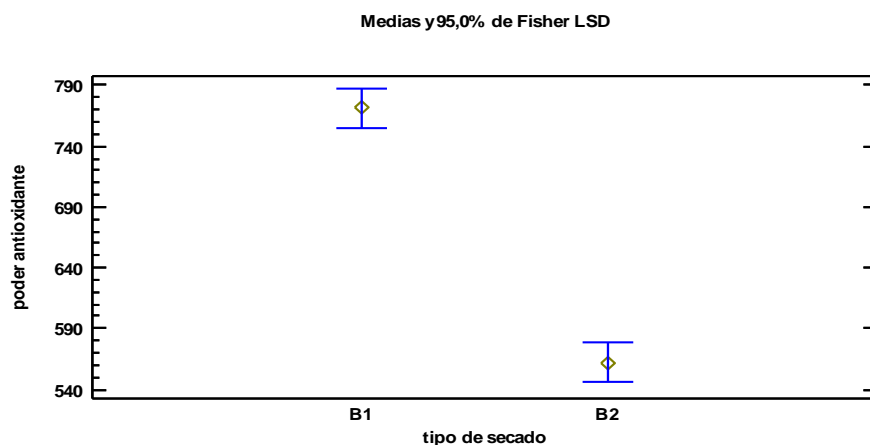
Tipo de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b2	9	562,268	10,9786	X
b1	9	771,092	10,9786	X

En la tala 19, demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre columna de las X's, con un nivel del 95,0 % de confianza, según Arias (2016), en su investigación sobre la actividad antioxidantes demuestran que el mayor porcentaje se obtuvo en el deshidratador de bandejas.

Se representa los resultados de las medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor B que corresponde al tipo de secado con intervalos de confianza del 95,0 %

Figura 12

Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor B (tipos de secado) con intervalos de confianza del 95,0 %

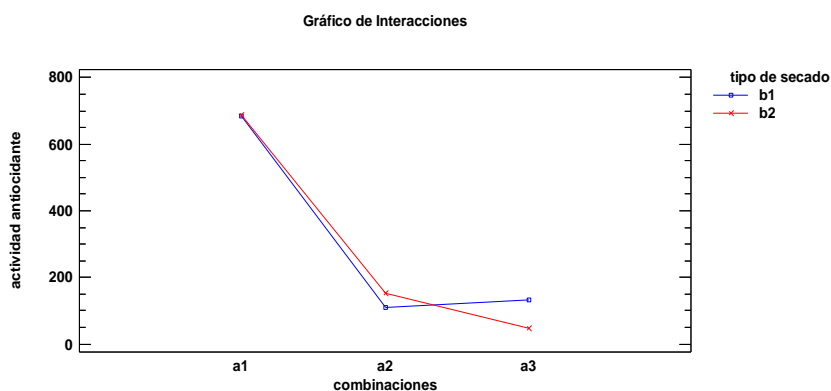


En la figura 12, se observa que no existe diferencias estadísticamente significativo entre los tipos de secado (b1) y (b2) sobre la actividad antioxidante con un 95 % de confianza.

Se representa los resultados de interacción de la actividad antioxidante entre combinación y por el tipo de edulcorante:

Figura 13

Interacción de actividad antioxidante entre combinación de frutos por el tipo de secado



En la figura 13, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones, en donde en efecto la combinación (a1) por el tipo de secado, presenta mayor actividad antioxidante.

Se detalla los resultados de las pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor C que corresponde al tipo de edulcorante:

Tabla 20

Pruebas de rangos múltiples para actividad antioxidante por el factor C (tipos de edulcorante)

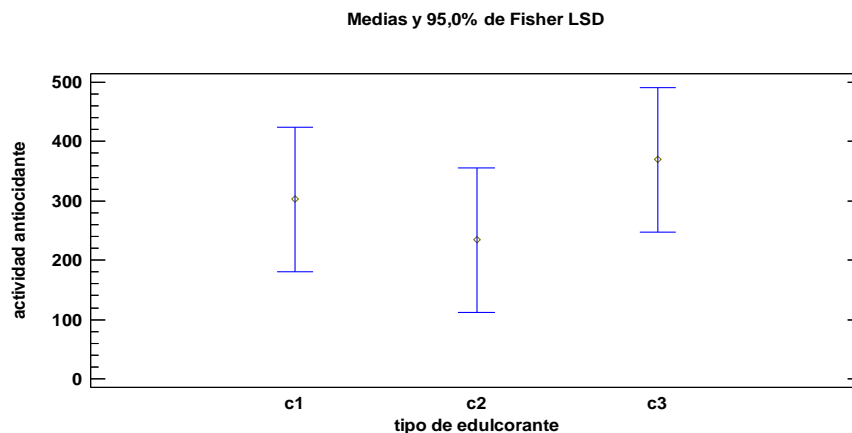
Tipos de edulcorante	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c2	6	234,517	78,9927	X
c1	6	303,145	78,9927	X
c3	6	369,548	78,9927	X

En la tala 20, demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la columna de las X's, con un nivel del 95,0 % de confianza.

Se representa los resultados de medias por cuadrados mínimos de actividad antioxidante por el factor C que corresponde a tipo de edulcorante, con intervalos de confianza del 95,0 %

Figura 14

Medias por cuadrados mínimos para actividad antioxidante por el factor C (tipo de edulcorante) con intervalos de confianza del 95,0 %

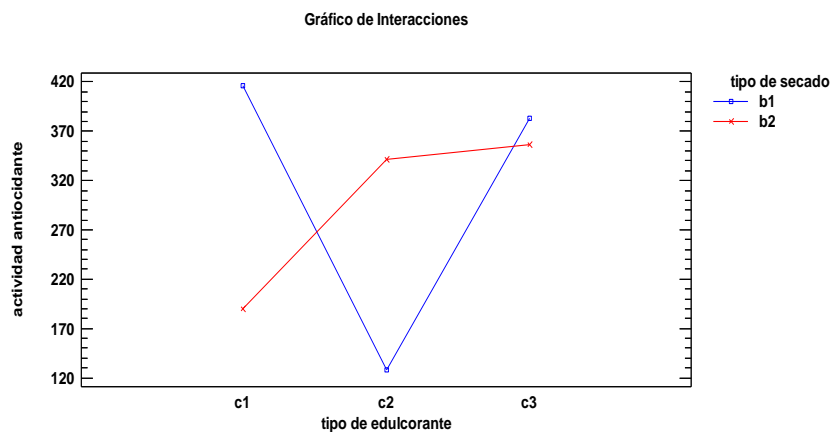


En la figura 14, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativo entre los tipos de edulcorante (c1) (c2y (c3) sobre la actividad antioxidante con un 95% de confianza.

En la siguiente figura, se representa los resultados de Interacción de la actividad antioxidante entre tipo de edulcorante y por el tipo de secado:

Figura 15

Interacción de la actividad antioxidante entre tipos de edulcorante por tipos de secado



En la figura 15, se observa que las líneas de tendencia si presentan interacciones, en donde en efecto el tipo de edulcorante (c2) por el tipo secado, presenta mayor actividad antioxidante.

5.3. Determinación de la concentración de polifenoles

5.3.1. Resultados de los análisis de la concentración de polifenoles totales con tres factores

Resultados de análisis de la concentración de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, fueron expresados en mg ácido gálico/100g muestra.

Se detalla la concentración de polifenoles por los tres factores de estudio:

Tabla 21*Análisis de varianza para concentración de polifenoles totales*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
A: Combinación de frutos	844,285	2	422,142	37,28	0,0000
B: Tipos de secado	524,93	2	262,465	23,18	0,0000
C: Tipos de edulcorante	71,2081	1	71,2081	6,29	0,0168
INTERACCIONES					
AB	73,7984	4	18,4496	1,63	0,1881
AC	616,197	2	308,099	27,21	0,0000
BC	193,21	2	96,605	8,53	0,0009
ABC	407,44	4	101,86	9,00	0,0000
RESIDUOS	407,611	36	11,3225		
TOTAL	3138,68	53			

La tabla 21, nos indica la concentración de ácido gálico (concentración de polifenoles totales) en contribuciones debidas a varios factores, combinaciones, tipos de secado y tipos de edulcorantes, en la cual podemos observar la significancia estadística de cada uno de los factores, muestra que 6 valores-*P* son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre concentración de polifenoles con un 95,0 % de nivel de confianza, lo cual interpreta que la concentración de polifenoles totales depende de las combinaciones, edulcorantes y tipo de secado que fue aplicado a cada tratamiento.

Se presenta los resultados de pruebas de rangos múltiples por el método LSD con un 0.5 % de error para el factor A, y determinar la incidencia que tiene entre sus niveles sobre el contenido de polifenoles:

Tabla 22

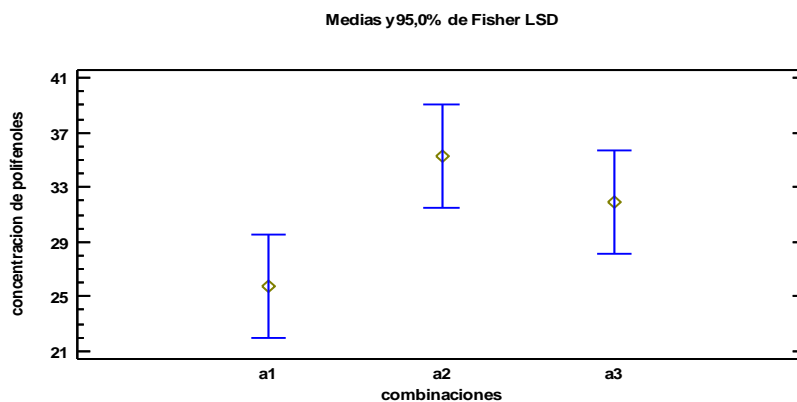
Pruebas de rangos múltiple al 95 % de confianza para la concentración de polifenoles del factor A (combinación de frutos)

Combinación de frutos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a1	18	25,7567	1,40199	X
a3	18	31,9222	1,40199	X
a2	18	35,3083	1,40199	X

En la tabla 22, se puede observar la prueba de rango múltiples usando el método LSD podemos determinar claramente una diferencia significativa en las combinaciones para la concentración de ácido gálico (concentración de polifenoles totales), siendo la combinación a2 que comprende (75 % mortiño y 25 % mora) con un valor de 35,3083 mg AG/100g por otro lado Tupuna & Vera (2016), en su investigación obtuvo resultados mayores de 112,85 mg AG/100g y Ortiz (2018) en cambio obtuvo 161,198 mg AG/100g. Las diferencias en los valores estadísticos obtenidos dependen del tipo y condiciones presentes en el fruto para combinaciones de los tratamientos.

Figura 16

Medias por mínimos cuadrados para concentración de polifenoles por combinación con intervalos de confianza del 95,0 %

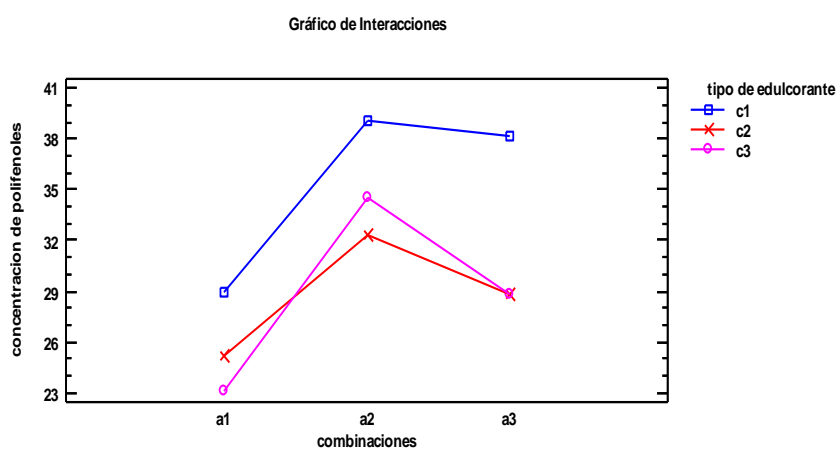


En la figura 16, se muestra que las combinaciones muestran un efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de polifenoles, lo que indica la combinación (a2) y (a3) presenten mayores concentraciones de polifenoles, en intervalos de confianza del 95 %.

Se representa los resultados de Interacción de la concentración de polifenoles entre combinación y por el tipo de edulcorante:

Figura 17

Interacción de concentración de polifenoles entre combinación por el tipo de edulcorante



En la figura 17, se observa que las líneas de tendencia si muestran interacciones, donde en efecto la combinación (a1) presenta mayor concentración de polifenoles por el tipo de edulcorante.

Se detalla los resultados pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipo de secado:

Tabla 23

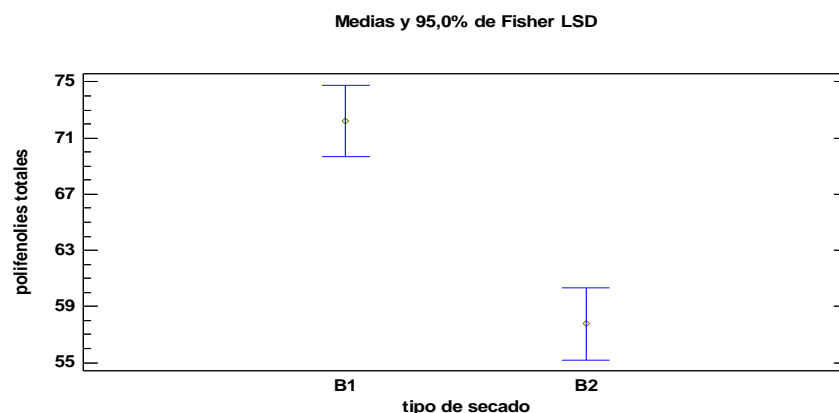
Pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipos de secado

Tipos de secado	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b2	9	57,7534	1,65897	X
b1	9	72,2296	1,65897	X

En la tala 23, demuestra que, si hay diferencias estadísticamente significativas entre la columna de las X's, es decir, entre tipos de secado (b1) y (b2) presentan diferentes concentraciones de polifenoles con un nivel del 95,0 % de confianza, según Arias (2016) en su investigación en la retención de compuestos polifenólicos establece que el mayor porcentaje se obtuvo en el deshidratador de bandejas.

Figura 18

Medias por cuadrados mínimos para concentración de polifenoles por el tipo de secado con intervalos de confianza del 95,0 %



En la figura 18, se muestra que los tipos de secado presentan un efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de polifenoles, demostrando que el tipo de secado (b1) presenta mayor concentración de polifenoles totales, con un 95,0 % de confianza.

Se representa los resultados de Interacción de la concentración de polifenoles entre el tipo de secado y por combinaciones:

Figura 19

Interacción de la concentración de polifenoles entre el tipo de secado y por combinación de frutos



En la figura 19, se observa que las líneas de tendencia presentan interacciones, en donde en efecto el tipo de secado (b1) por combinaciones, presenta mayor concentración de polifenoles.

Se detalla los resultados de pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipo de edulcorante:

Tabla 24

Pruebas de rangos múltiples para concentración de polifenoles por tipos de edulcorante

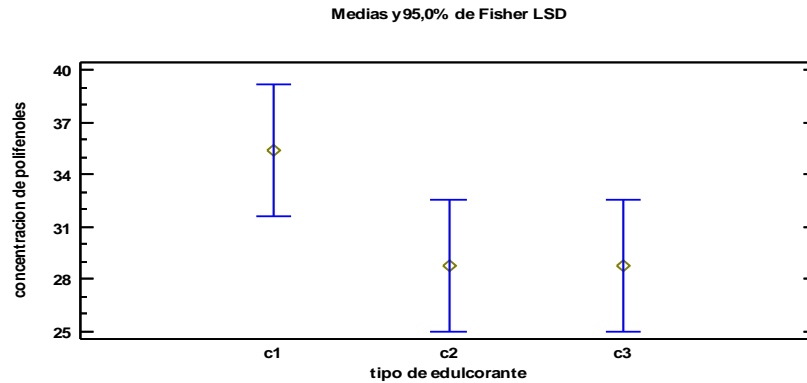
Tipo de edulcorante	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c2	6	28,7767	2,44457	X
c3	6	28,805	2,44457	X
c1	6	35,4033	2,44457	X

En la tala 24, demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la columna de las X's, es decir, entre tipos de edulcorante (c1), (c2) y (c3) presentan similitudes de concentración de polifenoles, con un nivel del 95,0 % de confianza.

Los resultados de las medias se expresan como los mínimos cuadrados de la concentración de polifenoles por el tipo de edulcorante con un intervalo de confianza del 95,0%.

Figura 20

Medias por cuadrados mínimos para concentración de polifenoles por los tipos de edulcorante con intervalos de confianza del 95,0 %

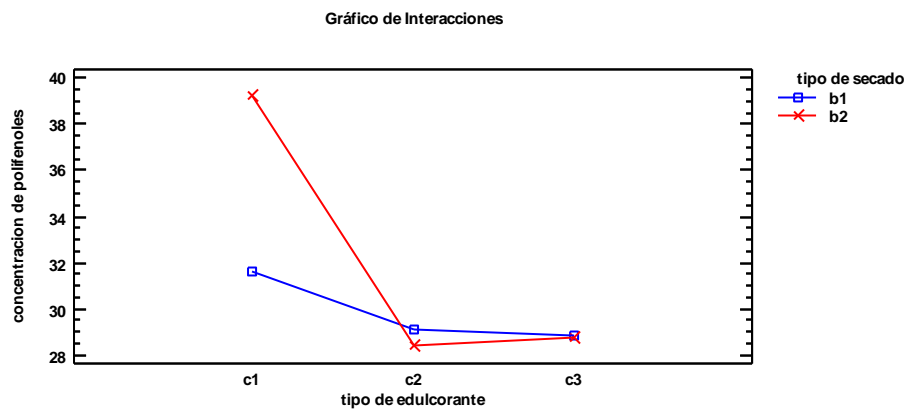


En la figura 20, se muestra que los tipos de edulcorante presentan un efecto estadísticamente significativo sobre la concentración de polifenoles, demostrando que el tipo de edulcorante (c1) presenta mayor concentración de polifenoles totales, con un 95,0% de confianza.

Se representa los resultados de Interacción de la concentración de polifenoles entre los tipos de edulcorante y por los tipos de secado:

Figura 21

Interacción de la concentración de polifenoles entre los tipos de edulcorante y por los tipos de secado



En la figura 21, se observa que las líneas de tendencia si muestran interacciones, en donde en efecto, el edulcorante (c2) por el método de secado, contiene una mayor concentración de polifenoles.

5.4. Análisis sensorial

Se realizó mediante la selección de un panel de 10 catadores, a quienes se realizó un entrenamiento en el reconocimiento de los principales atributos de la bebida antioxidante (color, olor, sabor, aceptabilidad) para evaluar.

El panel de catadores estuvo conformado por 5 hombres y 5 mujeres, quienes fueron ubicados por separado. Las muestras fueron servidas en vasos plásticos con aproximadamente 25 ml de producto, se facilitó agua para el enjuague de la boca entre muestras.

En la siguiente tabla se detalla los resultados obtenidos del análisis de varianza de la evaluación sensorial en el atributo color de la bebida:

Tabla 25

Análisis de varianza para el color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	0,05	1	0,05	0,10	0,7577
B: BLOQUE	6,05	9	0,672222	1,36	0,3273
RESIDUOS	4,45	9	0,494444		
TOTAL (CORREGIDO)	10,55	19			

La tabla 25, muestra la variabilidad de los tratamientos correspondida a los 3 factores: combinación de frutos, técnica de secado y edulcorantes. Los valores-P muestra la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05, ninguno

de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre color con un 95,0% de nivel de confianza.

Debido a que existe diferencia significativa con una 95% de confianza para los tratamientos, se procedió realizar pruebas de rangos múltiples por con un para establecer los promedios de los tratamientos del color en la bebida antioxidante elaborado.

La siguiente tabla muestra los resultados expresados por medio de Pruebas de Rangos Múltiple del atributo color en la evaluación sensorial de la bebida:

Tabla 26

Pruebas de rangos múltiples para el color por tratamientos

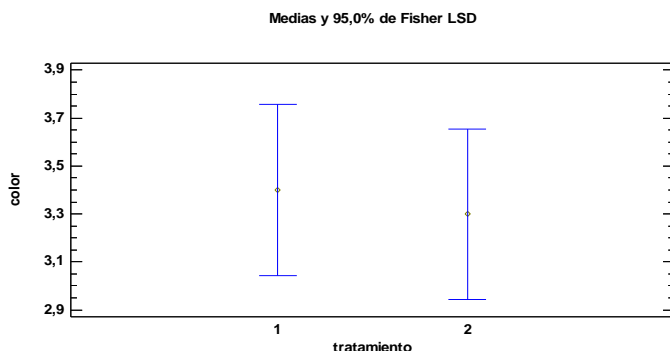
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
18	10	3,3	0,222361	X
14	10	3,4	0,222361	X

En la tabla 26, se detalla los valores de los tratamientos correspondientes a la evaluación sensorial del color, el valor de 3,4 es el mayor, por lo tanto, corresponde al tratamiento 14 (a3b1c2) con niveles 25 % Mortiño + 75 % mora + deshidratador + stevia.

Se presenta los valores de los resultados de la evaluación sensorial del atributo color de la bebida

Figura 22

Medias por cuadrados mínimos de color por tratamiento con un intervalo de confianza del 95,0 %



En la figura 22, se observa la mayor parte de los catadores consideran que el tratamiento 14 con la codificación a3b1c2 corresponde 25 % Mortiño + 75 % mora + deshidratador + stevia proporciona mejores características con relación a color.

En la siguiente tabla, se detalla los resultados obtenidos del análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo olor de la bebida:

Tabla 27

Análisis de varianza para el olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
A: Tratamientos	0,05	1	0,05	0,08	0,7804
B: BLOQUE	5,05	9	0,561111	0,93	0,5443
RESIDUOS	5,45	9	0,605556		
TOTAL (CORREGIDO)	10,55	19			

La tabla 27, muestra la variabilidad de los tratamientos de la bebida. Los valores-P muestra la significancia estadística de cada uno de los factores. Considerando que el valor de la probabilidad de los tratamientos que Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05, ninguno

de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre olor con un 95,0% de nivel de confianza.

En la siguiente tabla, se detalla los resultados obtenidos del análisis sensorial del atributo olor de la bebida:

Tabla 28

Pruebas de rangos múltiples para el olor por tratamiento

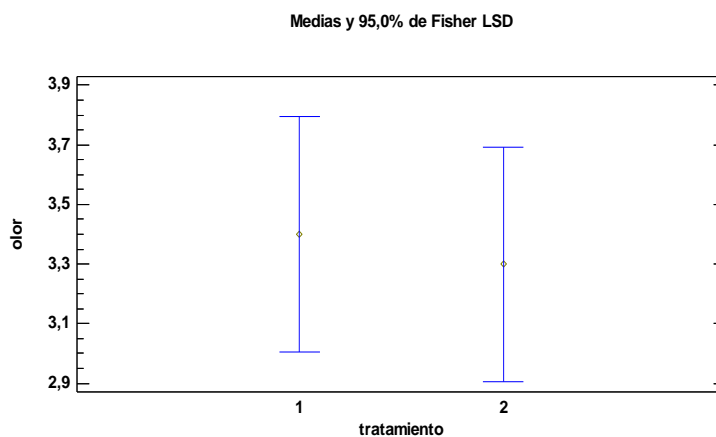
Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
17	10	3,3	0,24608	X
8	10	3,4	0,24608	X

En la tabla 28, se muestra los valores de los tratamientos correspondientes para la evaluación sensorial olor, el valor 3.4 es el más alto, por lo que corresponde al tratamiento 8.

En la siguiente figura se representan los valores promedio de los resultados de la evaluación sensorial en el atributo olor de la bebida:

Figura 23

Medias por cuadrados mínimos de olor por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%



En la figura 23, se determinó que, la mayor parte de los catadores consideran que el tratamiento con la codificación a2b1c2 correspondientes a 75% Mortiño + 25% mora + deshidratador + Stevia, proporciono mejores características con relación al olor de la bebida.

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos del análisis de varianza de la evaluación sensorial del atributo sabor de la bebida.

Tabla 29

Análisis de varianza para el sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS					
A: tratamiento	0	1	0	0,00	1,0000
B: BLOQUE	2,0	9	0,222222	0,67	0,7223
RESIDUOS	3,0	9	0,333333		
TOTAL (CORREGIDO)	5,0	19			

La tabla 29, muestra la variabilidad de sabor en contribuciones debidas a los 3 factores. Los valores-P muestran la significancia estadística de cada uno de los factores. Considerando que el valor de la probabilidad Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05 ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre sabor con un 95,0% de nivel de confianza.

En la siguiente tabla se detalla los resultados de las pruebas de rangos múltiples del atributo sabor en la evolución sensorial de la bebida:

Tabla 30

Pruebas de rangos múltiples para sabor por tratamiento

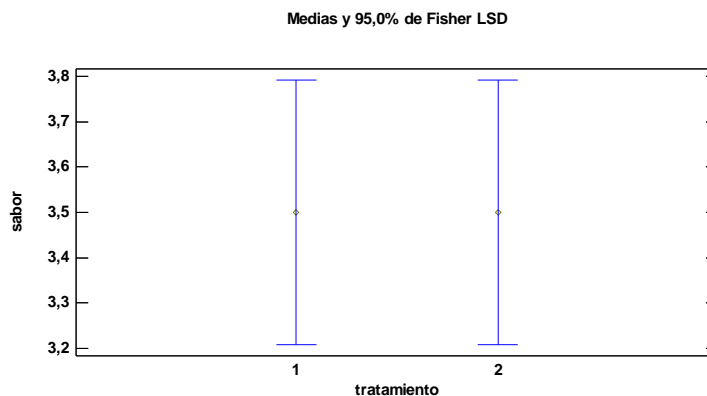
Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	10	3,5	0,182574	X
11	10	3,5	0,182574	X

En la tabla 30, se detalla los valores de los tratamientos correspondientes a la evaluación sensorial del sabor, el valor de 3.5 es el mayor, por lo tanto, corresponde al tratamiento 8, considerado como el mejor.

En la siguiente figura se representa los resultados de los valores promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor de la bebida:

Figura 24

Medias por cuadrados mínimos para sabor por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%



En la figura 24, la mayor parte de los catadores consideran que el tratamiento 8 correspondientes a la codificación a2b1c2 corresponde al 75% Mortiño + 25% mora + deshidratador + Stevia proporciona las excelentes características con relación al sabor de la bebida.

Tabla 31*Análisis de varianza para aceptabilidad*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	1,25	1	1,25	5,00	0,0522
B: BLOQUE	5,45	9	0,605556	2,42	0,1018
RESIDUOS	2,25	9	0,25		
TOTAL (CORREGIDO)	8,95	19			

La tabla 31, muestra la variabilidad de aceptabilidad en contribuciones debidas de 3 factores contribución de varios factores A (combinaciones de frutos), factor B (tipos de secado) y factor C (tipo de edulcorantes). Los valores-P muestran la significancia estadística de cada uno de los factores. Considerando que el valor de la probabilidad de los tratamientos Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre aceptabilidad con un 95,0% de nivel de confianza

La siguiente tabla, se detalla los resultados de pruebas de rangos múltiples del atributo aceptabilidad en la evaluación sensorial de la bebida

Tabla 32*Pruebas de rangos múltiples para aceptabilidad por tratamiento*

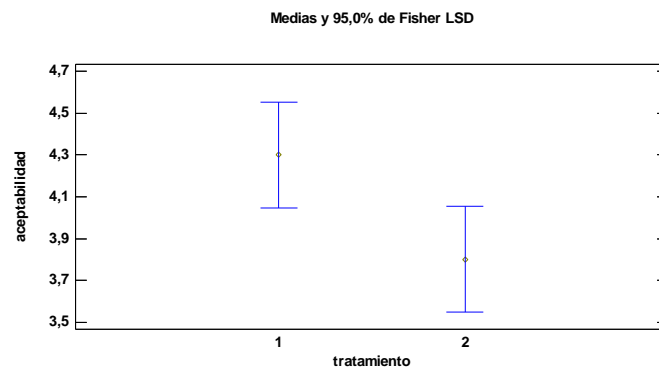
Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
15	10	3,8	0,158114	X
14	10	4,3	0,158114	X

En la tabla 32, se tomó en consideración los valores de los tratamientos correspondientes a la evaluación sensorial de la aceptabilidad, el valor 4.3 es el mayor por lo tanto corresponde al tratamiento 14 a3b1c2 25% Mortiño + 75 mora + deshidratador + Stevia.

En la siguiente figura, se representa los valores promedio de la evaluación sensorial aceptabilidad

Figura 25

Valores promedio de la evaluación sensorial aceptabilidad



En la figura 25, se determinó que la mayor parte de los catadores consideran que el tratamiento 14 proporciona las mejores características con relación a la aceptabilidad de la bebida.

5.5. Etiquetado y envasado

Etiquetado

Para el etiquetado se tomó en cuenta la norma INEN 1334-1, que trata sobre el rotulado de productos alimentarios para el consumo humano, esta norma tiene como objetivo establecer requisitos mínimos que deben cumplir los rótulos o etiquetas en los envases o empaques en que se expenden los productos alimenticios, la misma que también aplica a todo producto alimenticio procesado, envasado y empaquetado que se ofrece como tal para la venta directa al consumidor (INEN, 2011).

Dentro de las definiciones de esta norma, nuestros productos son considerados como un “Producto Alimenticio procesado” significa cualquier materia alimenticia, natural o sintético, ha realizado los procesos tecnológicos necesarios para la conversión, modificación para el consumo humano.

Envasado

Según (INEN, 2011), para el empaque de productos se ha considerado los siguientes aspectos según la norma NTE INEN 1334-1:

- Nombre del alimento
- Lista de ingredientes
- Contenido neto y masa escurrida (peso escurrido)
- Identificación del fabricante, envasador, importador o distribuidor
- Ciudad y país de origen
- Identificación del lote
- Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación
- Instrucciones para el uso
- Alimentos irradiados
- Alimentos modificados genéticamente o transgénicos
- Registro sanitario

5.6. Información nutricional

En la siguiente tabla se muestra la etiqueta nutricional de la bebida antioxidante a partir de mortiño y mora.

Tabla 33

Información nutricional

Información Nutricional	
Tamaño por porción (1000ml)	
Cantidad por porción	
Valor Energético 63 kcal (15.0574 kJ)	
	% VDR
Grasa Total 0 g	0%
Grasa Sat. 0 g	
Colesterol 0 mg	0%
Sodio 1 mg	0%
Potasio 151 mg	3 %
Fibra 4 g	0%
Azúcares 3g	
Proteína 1g	2%
Vitamina A 4% Vitamina C 50%	
Calcio 4% Hierro 4%	
Es una fuente significativa de vitamina A, vitamina C, calcio y hierro	
Los porcentajes de los valores diarios están basados en una ingesta diaria de 15.0574 kJ (2.100 kcal).	

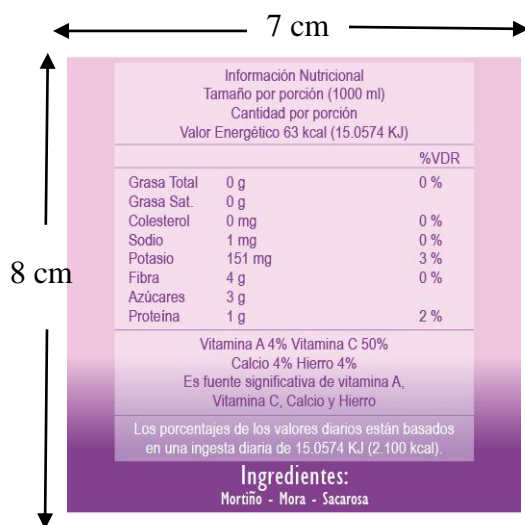
5.7. Logo y presentación de la bebida antioxidante a partir de mortiño y mora



Vista frontal



Vista posterior



Vista lateral derecho



Vista lateral izquierdo

CAPÍTULO VI

6. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para el desarrollo de la investigación, se plantearon las hipótesis que se detallan a continuación:

6.1. Hipótesis nula (H_0)

Los procesos de liofilización y deshidratación, no influyen en la conservación de las propiedades antioxidantes y polifenólicas de la mora y mortiño en la elaboración de una bebida.

6.2. Hipótesis alterna (H_1)

Los procesos de liofilización y deshidratación si influyen en la conservación de las propiedades antioxidantes y polifenólicas de la mora y mortiño en la elaboración de una bebida.

6.3. Verificación de la hipótesis

Con los datos obtenidos de la actividad antioxidante y cantidad de polifenoles totales, existe evidencia para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- Se caracterizó mediante los análisis físicos químicos la materia prima de mortiño y mora cumple con lo establecido en la norma NTE INEN 389, determinación de pH, NTE INEN 2427:2015 acidez, NTE INEN 380 Grados °Brix, NTE INEN 382 humedad, NTE INEN 520 cenizas, de los productos, cumpliendo con los parámetros que establecen las normas antes indicadas.
- Los resultados obtenidos, demuestran que la determinación de actividad antioxidante por el método ABTS, el tipo de secado por deshidratación de bandejas, obtuvo un valor de 686,107 μmol de Trolox/muestra, siendo superior a los valores obtenidos por el proceso de liofilización y la concentración de polifenoles por el método Folin-Ciocalteu, el tipo de secado, deshidratación de bandejas, obtuvo un valor de 35,3083 mg ácido gálico/100g muestra, superior a los valores obtenidos por el proceso de liofilización.
- El mejor tratamiento fue el T3, código (a1b1c3), con la descripción, 50% mortiño + 50% mora + deshidratado + sacarosa, ya que fue el tratamiento con mayor concentración de polifenoles totales y actividad antioxidante.
- Con respecto al análisis sensorial, en los atributos color, la concentración de mora en las combinaciones fue el más aceptados por los catadores, en el atributo olor, el aroma del mortiño fue el más percibido por los catadores, para el atributo sabor, el tipo de edulcorante, la sacarosa fue el más gustado por los catadores y en el atributo aceptabilidad la concentración de mora, secado por deshidratación de bandejas y endulzado con sacarosa, fue el más aceptados por los catadores.

- El producto cumple con las metas establecidas en cuanto a objetivos y normas de calidad, sin embargo, por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de norma NTE INEN 1334-1, del etiquetado para el envase que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

7.2. Recomendaciones

- Realizar otros métodos de análisis para determinar antioxidantes y polifenoles totales conservando las mismas combinaciones y tipos de secado para comprobar si existen variaciones significativas en los resultados.
- Efectuar estudios de la actividad antioxidante y concentración de polifenoles en hojas, flores, pedúnculos y ramas del mortiño y mora ya que podría poseer una elevada concentración de antioxidantes y polifenoles totales y ser utilizadas en infusiones.
- No está por demás realizar un análisis antimicrobiano de los tratamientos para poder determinar su actividad microbiana y poder desarrollar un producto aséptico.
- Después de realizar el tamizado final, el residuo generado puede ser reutilizado para infusiones en bolsitas ya que los resultados de los análisis de antioxidante y polifenoles totales fueron obtenidos de toda la fruta entera pulverizada (epicarpio, mesocarpio).
- Hacer estudios para continuar con el aprovechamiento de los frutos rojos ya que la mayoría poseen una gran cantidad de propiedades o compuestos bioactivos en efecto beneficioso para la salud y de esta manera reducir las enfermedades causados por los radicales libres en nuestro organismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, P., & Luna, J. (2020). *Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (Rubus glaucus Benth) enriquecido con calcio y vitamina C* (tesis de pregrado). Universidad de Zamorano, Zamorano.
- Aguila, K. (2021). *Actividad Antioxidante y contenido de fenoles totales en frutos de Oenocarpus bataua "Ungurahui" en cinco rodales naturales en la Amazonia Peruana* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia .
- Almeida, J. S. (2019). *Análisis del mortiño producido en los páramos de quinticusig en el cantón de sigchos, propiedades ventajas, y usos no convencionales en recetas tradicionales y contemporáneas* (tesis de pregrado). Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Alvarado, D. T. (2021). *Determinación de la actividad antioxidante de una bebida dulce* (tesis de pregrado). Universidad agraria del Ecuador.
- Arevalo, E. L. (2018). *"Extracción de colorantes naturales de jamaica (hibiscus sabdariffa), mora andina (rubus glaucus) y uva (vitis vinifera) para el uso en la industria de alimentos"* (tesis de pregrado). Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Arias, J. (2016). *Estudio del efecto de pre-tratamientos en la deshidratación de mortiño vaccinium floriundun sobre la velocidad de secado y contenido de polifenoles y antocianinas* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Benavides, M. M., & Muñoz, M. C. (2018). *Producción limpia cultivo de mora (rubus glaucus). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*, (tesis de pregrado). Universidad nacional de Colombia.

- Camacho, N. A., Hurtado, S. V., Zavala, G. L., & Ibarra, L. I. (2018). *Consumo de edulcorantes no nutritivos: efectos a nivel celular y metabólico* (tesis de pregrado). Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Cana. (2019). *Alimentos ancestrales: Mortiño (Vaccinium floribundum H.B.K.)*. Colombia: Editorial linked in.
- Cardona, W. A., & Benavides, M. M. (2019). *Manual de nutrición del cultivo de mora de Castilla (Rubus Benth.) bajo un esquema de buenas prácticas en fertilización integrada*. Mosquera, Colombia: Editorial agrosavia.
- Castilla, N. H., & León, N. (2017). *Uso de edulcorantes comerciales como una alternativa a la reducción de 5-hidroximetil* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Moquegua.
- Cavagnari, B. (2019). *Edulcorantes no calóricos: características específicas y evaluación de su seguridad*. Arch.Argent, Pediatr, Recuperado de <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2019/v117n1a11.pdf>.
- Ceballos, E. E. (2016). *Determinación del valor nutricional y nutraceutico de frutos maduros del material sin espinas de rubus glaucus benth (mora de castilla)* (tesis de pregrado). Universidad técnica de Pereira.
- Ceballos, L. A. (2020). *Manejo Agronomico de cultivo de la mora* (tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador.
- Chamorro, G. (2019). *Determinación de métodos de propagación sexual y asexual del mortiño (Vaccinium floribundum) con fines de conservación de la especie* (tesis de pregrado). Universidad Católica del Ecuador.

- Cifuentes, S. G. (2017). *Estudio del efecto de microcapsulacion sobre bioaccesibilidad gastrica e invitro de compuestos bioactivos de taxo mora y mortiño* (tesis de pregrado). Escuela Politecnica Nacional.
- Cifuentes, S. G. (2017). *Estudio del efecto de la microencapsulación sobre la bioaccesibilidad gástrica in vitro de compuestos mora (rubus glaucus benth) y mortiño (vaccinium)*. (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional.
- Coba, S. (2018). *Estudio etnobotánico del mortiño (vaccinium floribundum) como alimento ancestral y potencial alimento funcional*(tesis de pregrado). Cuenca, Ecuador.
- Cuatin, L. M., & Herrera, J. M. (2019). *Influencia del método de secado sobre la obtención de mortiño (vaccinium floribundum kunth) deshidratado y en polvo* (tesis de pregrado). Universidad del valle, Cali, Colombia.
- Cuenca, P. J. (2017). *Evaluación de las características físico químicas de mora,extraído con microondas a diferente niveles de tiempo y potencia* (tesis de pregrado).universidad Central del Ecuador.
- Estay, N. C. (2019). *Accion de los antioxidantes presentes en los alimentos sobre la aterosclerosis* (tesis de pregrado).Universidad de Talca.
- Estrada, A. B., Sánchez, J. V., Rosendo, G. G., Rodríguez, V. E., Díaz, R. P., & Gutiérrez, A. G. (2020). *Determinacion de actividad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC)*. Recuperado de https://redib.org/Record/oai_articulo2819425-determinaci%C3%B3n-de-la-capacidad
- Flores, L. M., Cristina, C. L., & Guijarro, C. A. (2018). *Obtención de colorantes naturales a partir de mortiño (vaccinium mytillus l.)*. *Ciencia Digital*. Recuperado de

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view>

- García, G. C. (2019). *Determinación de métodos de propagación sexual y asexual del mortiño (Vaccinium floribundum) con fines de conservación de la especie* (tesis de pregrado). Universidad Católica del Ecuador.
- Garzo, Y. T. (2019). *Caracterización agronómica, fenológica y rendimiento del cultivo de mora uva (rubus robustus c. presl.) en el municipio de granada (cundinamarca)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia .
- Gasaly, N., Riveros, K., & Gotteland, M. (2020). Fitoquímicos una nueva clase de prebióticos. *scielo*, 47(2), 317-327.
- González, N. D. (2021). *Estudio de métodos de fermentación y secado* (tesis de pregrado). Universidad central del ecuador.
- Guerra, J. G. (2021). *Liofilización y caracterización de pulpa de Annona muricata (guanábana)*. (tesis de pregrado). Universidad Central de San Martin.
- Guerrero, C. A. (2019). *Caracterización de compuestos bioactivos, físicos y químicos del fruto de mortiño (vaccinium floribundum kunthsierra del ecuador para uso agroindustrial* (tesis de pregrado).Universidad de las Américasde Ecuador.
- Guzman, Z. P., & Ruales, N. E. (2018). *Caracterizacion de compuestos bioactivos de mortiño (vaccinium floribundum kunth) Escuela politécnica nacionalagro industrial* (tesis de pregrado). Universidad Ncional Mayor de San Marcos, Lima Perú.
- Hidalgo, M. R. (2016). *Caracterización morfológica de microorganismos, físico química del suelo y arvenses presentes en el hábitat de crecimiento del mortiño (vaccinium floribundum kunth) en el páramo del volcán rumiñahui, pichincha* (tesis de pregrado). Universidad Reginal Autonoma de los Andes.

- INEN, N. (2011). *Rotulado de productos alimenticios para el consumo humano, parte 1, requisitos*. Quito - Ecuador.
- Inga, S. A., & Verastegui, J. A. (2019). Influencia de la temperatura del aire en la velocidad de secado de quinua germinada en un secador de bandejas (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de Peru obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5682/Informe%20D>
- INIAP. (2019). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de mora*. obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5476>
- INIAP. (2020). *La cadena de valor de la mora y sus impactos en la region andina del ecuador*. obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4700>
- Iris, O., & Yader, P. (2019). *Determinación de actividad antioxidante en diez especies vegetales recolectadas en la zona Nor-central de Nicaragua mediante el ensayo DPPH*. tesis de posgrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Juarez, C. (7 de mayo de 2020). *Polifenoles en el manejo del peso y control de la obesidad*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/polifenoles-en-el-manejo-del-peso-y-control-de-la-obesidad/>
- Kusch, C. (2018). *“Liofilización de frutillas enteras (fragaria ananassa duch): efecto de microperforaciones realizadas con tecnología láser de con en el tiempo de secado primario”*(tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María ,Chile.
- Lara, A. D. (2022). *Determinación de edulcorantes por espectrofotometría visible en bebidas azucaradas consumidas en la provincia de Tungurahua*.(tesis de pregrado). Universidad tecnica de ambato.

- Lescano, A. I., & Cueva, A. B. (2021). *Determinación de escenarios de la producción de alimentos frente al Cambio Climático en la Provincia de Tungurahua tomando como muestra los cultivos mora (Rubus ulmifolius) y tomate de árbol.*(tesis de posgrado).Universida Tecnica de Ambato.
- Llamuca, A. E. (2018). *Extracción de colorantes naturales de jamaica (hibiscus sabdariffa), mora andina (rubus glaucus) y uva (vitis vinifera) para el uso en la industria de alimentos.* (tesis de posgrado).Escuela Superio Politecnica de Chimborazo.
- López, L. S. (2017). *Caracterización físico-química y uso en mermeladas de las fracciones residuales de mora,procedentes de extracciones de colorante con microondas.*(tesis de posgrado): Universidad Central del Ecuador.
- Martinez, A. C. (2021). *Secado de frutas nativas de mexico de sus propiedades fisicas quimicas.* (tesis de posgrado). Univerdad Auntonoma del Estado de Morelos.
- Martinez, C. S. (2017). *Estudio del efecto de la microencapsulación sobre la bioaccesibilidad gástrica in vitro de compuestos mora (rubus glaucus benth) y mortiño (vacciniumcon)* (tesis de posgrado). Escuela Politécnica Nacional.
- Martínez, S. L. (07 de 2021). *Efecto de la temperatura de liofilización en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del zumo de naranja y su coproducto.* Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/173558/Lacuesta%20%20Efecto%20de%20la%20temperatura%20de%20liofilizacion%20en%20los%20compuestos%20bioactivos%20y%20capacidad%20ant....pdf?sequence=1>
- Maupoey, P. F., Grau, A. M., Baviera, J. M., & Sorolla, A. M. (2017). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* (tesis de pregrado). Universidad Tecnica Valenciana.

- Moncayo, P. S. (2020). *Mortiño (Vaccinium meridionale), compuestos bioactivos, desarrollo agroindustrial* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Moreno, E. M. (2019). *Creación de una empresa productora y comercializadora de endulzadas con stevia* (tesis de pregrado). Universidad de Cordova.
- Naspu, M. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (Rubus glaucus Benth) obtenidos por tres pretratamientos térmicos*. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana.
- News, D. (19 de julio de 2021). *Túneles de secado, equipos y sistemas alimentos y procesos*. (tesis de pregrado). Obtenido de Túneles de secado, equipos y sistemas alimentos y procesos: <http://www.diariodeciencias.com.ar/tuneles-de->
- Ortiz, J. (2018). *Obtención de un extracto rico en polifenoles a partir del residuo de la pulpa de mortiño (Vaccinium meridionale)* (tesis de pregrado). Universidad Técnica De Ambato-Ecuador.
- Ospina, & Tinoco. (2018). *Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución de tipo de secado*. Redalyc, Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n1353-56>.
- Quespaz, C. A. (2018). *Estudio de línea base y diagnóstico del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus, Benth) en Angamarca, Cotopaxi* (tesis de pregrado). Universidad de Central del Ecuador.
- Quispe, S. Q. (2017). *Caracterización y Determinación del Contenido de compuestos fenólicos y Capacidad Antioxidante del Fruto de Sanche (Corryocactus brevistylus)*. Acobamba Huancavelica: (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ramírez, L. B., Arvizu, M. L., Pérez, E. S., Rodríguez, S. V., Radillo, J. V., Reyes, B. A., & López, M. A. (2018). *Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de Physalis*

chenopodifolia Lam. silvestre y cultivo Polyphenols content and antioxidant capability of wild and under cultivation Physalis chenopodifolia Lam. scielo, (tesis de pregrado)
Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v10n51/2007-1132-remcf-10-51-182.pdf>

Ramos, M. A. (2020). *Diagnóstico Patológico en Mora de Castilla Rubus glaucus Bentham (Rosales:Rosaceae)*.: (tesis de pregrado). Universidad de los Llanos, Colombia.

Rico, J. M. (2019). Apuntes sobre la deshidratacion de frutas y hortalizas . *Sennova-ciaa*.
Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5798>

Rivera, W. J. (2018). *Obtencion de colorante natural a partir del mortiño (Vaccinium mytillus L.) ubilla y tuna (Physalis peruviana)* (tesis de pregrado). Escuela plitecnica de chimborazo.

Rodríguez, H., Marrero, V., & Mora. (2017). *Bebidas pasteurizadas fortificadas con extractos de esechos desodorizados de naranja*. globalstd. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300009

Rodríguez, K. E. (2020). *Comparacion de la actividad de la actividad antioxidante entre los extractos hidroalcoholicos de Opuntia ficus indica tuna Rubus ulmifolius mora Passiflora mollisima poro poro invitro* (tesis de pregrado).Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo,Cajamarca- Peru.

Tapia, K. M. (2018). *Microencapsulación del extracto antioxidante del subproducto de mortiño Vaccinium floribundum kunth* (tesis de pregrado). *La Universidad Católica de Loja*.

Tobón, Y. N. (2017). Composición, actividad antioxidante y antiproliferativa de pulpa congelada, pulpa liofilizada y néctares (Maestría). Univercidad de Antioquia.

- Tupuna, S., & Vera, E. (2016). *Obtención de Jugo Clarificado Concentrado de Mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) Mediante el Uso de Tecnología de Membranas*. *Revista Politécnica*, Recuperado de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/641/pdf
- Valladares, S. D., & Vergara, A. J. (2020). *Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante* (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil.
- Vargas, V. M. (2019). Desarrollo para propuesta para el diseño conceptual de la producción de un endulcorante a base de yocan (tesis de pregrado). *Fundación Universidad de América*.
- Vasquez, E. P., & Ibarbo, J. H. (2017). Endulcorantes naturales utilizados en elaboración de chocolates. *scielo*, Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=#:~:text=Estos%20edulcorantes%20pueden%20ser%20artificiales,neotame%20%5B2%2C10%5D.4.
- Vega, P. K. (2019). *En estudio de la diversidad genética y estructura poblacional del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth.) en la sierra ecuatoriana* (tesis de pregrado). Universidad San Francisco De Quito.
- Veloz, Y. M. (2020). *Elaboración de un recetario de productos de repostería a base de mortiño para los emprendedores del cantón Mejía* (tesis de pregrado). Universidad Iberoamericana del Ecuador.
- Vera, E. (2017). *Obtención de Jugo Clarificado Concentrado de Mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) Mediante el Uso de Tecnología*. *Revista Politécnica*. Recuperado de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/641/pdf

Villate, O. A. (2018). *Importancia y usos de la especie Vaccinium Floribundum Kunth como potencial restaurador en procesos de reconversión de Páramos en Colombia* (tesis de grado). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales .

Yugcha, M. E. (2018). *Diferenciación morfoagronómica de seis cultivares de mora (Rubus glaucus Benth) en el valle de Tumbaco* (tesis de grado). Universidad Central de Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1

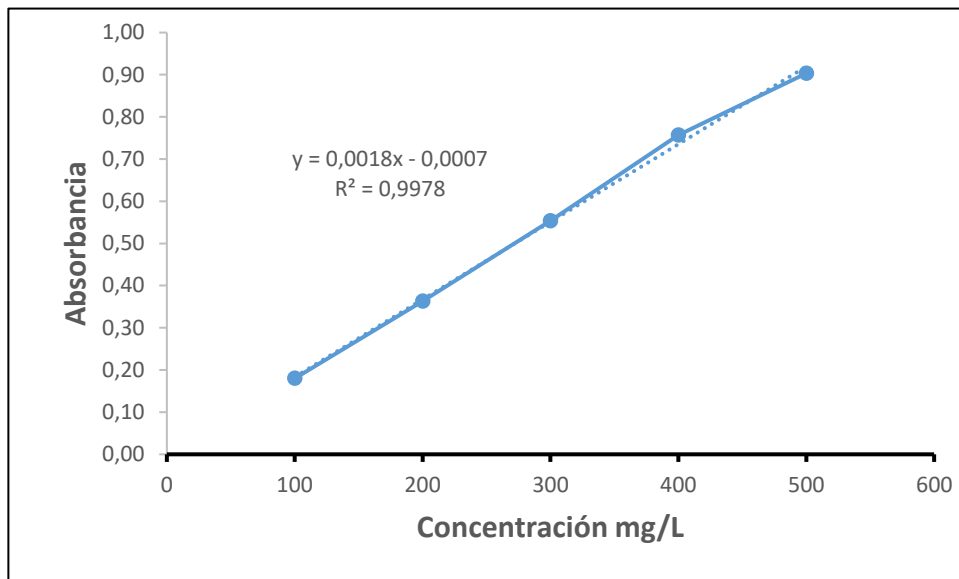
Mapas de las ubicaciones en donde se realizó la investigación



Fuente: Google Maps (2022)

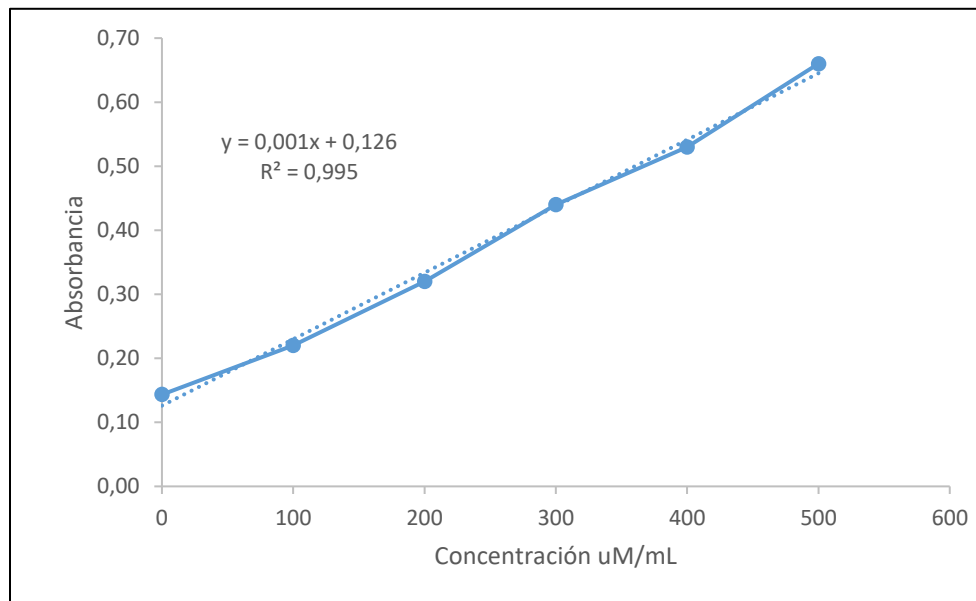
Anexo 2

Curva de calibración de ácido gálico para cuantificación de polifenoles totales



Anexo 3

Curva de calibración de Trolox para determinación de actividad antioxidante



Anexo 4

Informe de resultados sobre la concentración de polifenoles totales por el método Folin

Ciocalteu expresadas en unidades mg GAE/g muestra

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN		Código	IR-PT
	<small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS		Año	2022
			Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N° 017

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Ricardo Maldonado – Margarita Chochos				
Muestra	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24 (mezclas de mortíño)				
Código asignado UEB	INV 001, INV 002, INV 003, INV 004, INV 005, INV 006, INV 007, INV 008, INV 009, INV 010, INV 011, INV 012, INV 013, INV 014, INV 015, INV 016, INV 017, INV 018, INV 019, INV 020, INV 021, INV 022, INV 023, INV 024				
Estado de la muestra	Sólido				
Envase de recepción	Funda Ziploc 5 g con contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Polifenoles Totales				
Fecha de recepción	19 de noviembre de 2021				
Fecha de análisis	01 al 03 de diciembre de 2021; 13 al 17 de diciembre de 2021.				
Fecha de informe	03 de marzo de 2022				
Técnico (s) asignado	MFQM				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 001	T1	Polifenoles Totales	Folin Ciocalteu	mg GAE/ g muestra	69,64
INV 002	T2				83,49
INV 003	T3				63,56
INV 004	T4				61,65
INV 005	T5				48,05
INV 006	T6				63,56
INV 007	T7				22,77
INV 008	T8				31,73
INV 009	T9				25,53
INV 010	T10				35,17
INV 011	T11				18,64
INV 012	T12				20,71
INV 013	T13				33,07
INV 014	T14				27,39
INV 015	T15				27,73
INV 016	T16				45,12

Anexo 5

Informe de resultados sobre la concentración de polifenoles totales por el método Folin Ciocalteu expresadas en unidades mg GAE/g muestra

 UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Lagunacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	IR-PT
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2022
			Página	Página 2 de 2

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 017	T17	Polifenoles Totales	Folin Ciocalteu	mg GAE/ g muestra	37,20
INV 018	T18				41,33
INV 019	T19				38,92
INV 020	T20				28,25
INV 021	T21				33,24
INV 022	T22				37,37
INV 023	T23				29,45
INV 024	T24				24,29

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Marcelo Vilcacundo
Director DIVIUEB

Anexo 6

Informe de resultados sobre la actividad antioxidantes por el método ABTS expresadas en unidades mmol GAE/g muestra

 UEB UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	IR-AA
			Versión	1
		INFORME DE RESULTADOS	Año	2022
			Página	Página 2 de 2

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 017	T17	Actividad Antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6- sulfónico)	mmol ET/ g muestra	114,87
INV 018	T18				179,66
INV 019	T19				196,94
INV 020	T20				80,32
INV 021	T21				119,19
INV 022	T22				80,32
INV 023	T23				24,17
INV 024	T24				32,80

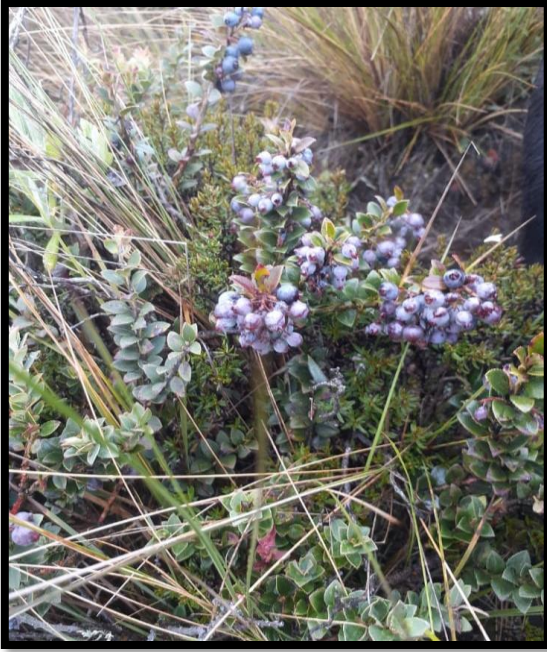
Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Marcelo Vilcacundo
Director DIVIUEB

Anexo 7

Análisis físico químicos



Recolección de materia prima



Lavado



Clasificado



Determinación de pH



Determinación de humedad



Acidez titulable



Determinación de cenizas



Determinación de grado brix

Anexo 8

proceso de secado por liofilización



Ultracongelación



Liofilizado



Molido



Almacenado

Anexo 9

Proceso de secado en deshidratador de bandejas



Recepción de materia prima



Lavado



Secado



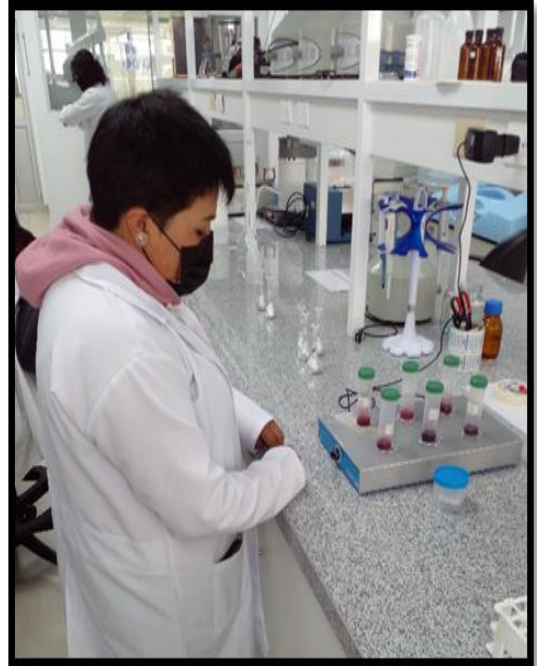
Molido

Anexo 10

Determinación de la actividad antioxidantes (ABTS)



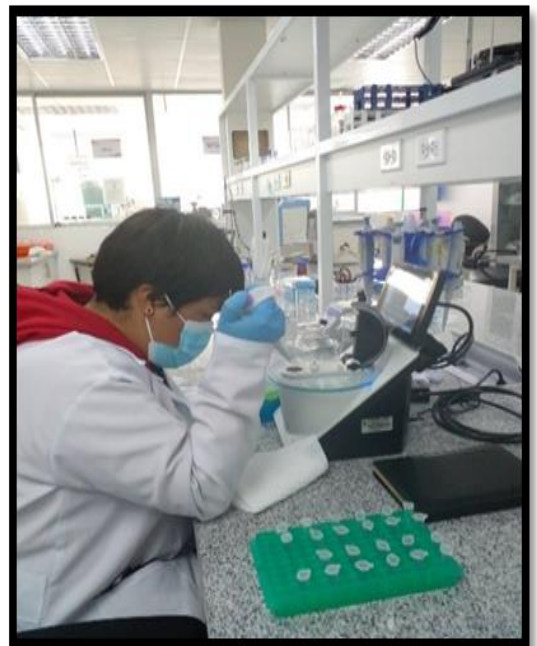
Pesado



Matrices en la plancha agitadora



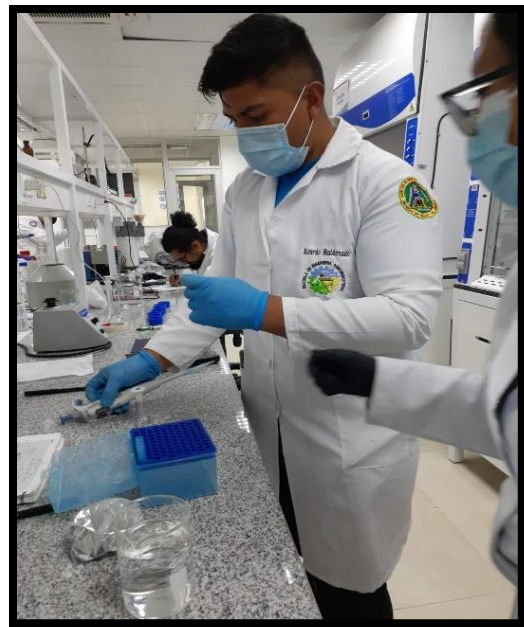
Estabilización del ABTS con Buffer Acetato de pH 7



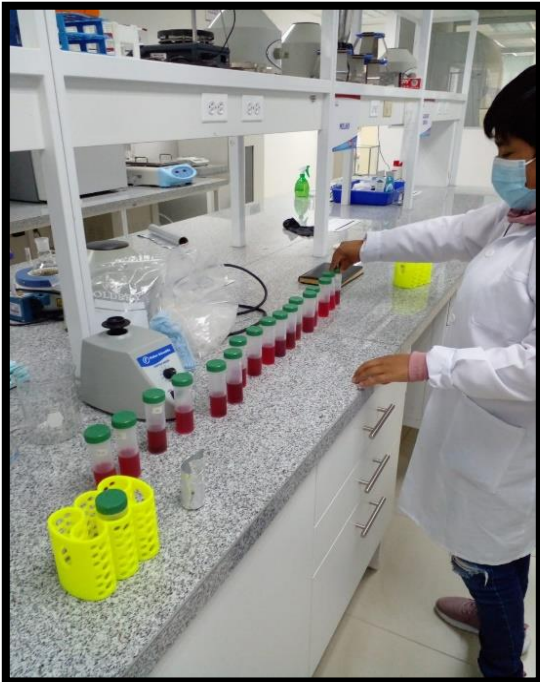
Lectura de absorbancia

Anexo 11

Determinación de la concentración de polifenoles (Folin-Ciocalteu)



Preparación de la curva de calibración



Determinación de la concentración de polifenoles FOLIN-CIOCALTEU

Anexo 12

Evaluación sensorial



Preparación de tratamientos



Catadores



Evaluación sensorial de sabor, color, olor y aceptabilidad



Anexo 13

Diseño de la presentación del producto



Vista frontal



Vista posterior

Información Nutricional		
Tamaño por porción (1000 ml)		
Cantidad por porción		
Valor Energético 63 kcal (15.0574 KJ)		
		%VDR
Grasa Total	0 g	0 %
Grasa Sat.	0 g	
Colesterol	0 mg	0 %
Sodio	1 mg	0 %
Potasio	151 mg	3 %
Fibra	4 g	0 %
Azúcares	3 g	
Proteína	1 g	2 %
Vitamina A 4% Vitamina C 50%		
Calcio 4% Hierro 4%		
Es fuente significativa de vitamina A, Vitamina C, Calcio y Hierro		
Los porcentajes de los valores diarios están basados en una ingesta diaria de 15.0574 KJ (2.100 kcal).		
Ingredientes:		
Mortiño - Mora - Sacarosa		

Vista lateral derecho



Vista lateral izquierdo

GLOSARIO

Semitrepador: Son llamados arbustos llamados "arbustos trepadores" como algunas variedades de rosas expansivas.

Metoxilación: Es definido grado de metoxilación la relación entre los grupos metoxilados y aquellos ácidos libres presentes en la cadena molecular de la pectina.

Cumarinas: Sustancia que se usa para elaborar medicamentos que previenen y tratan los coágulos de sangre en los vasos sanguíneos y para tratar ciertas afecciones cardíacas la cumarina se extrae de ciertas plantas y también puede prepararse en el laboratorio.

Lignanós: Sustancias que se encuentran en las plantas y que han mostrado tener efectos estrogénicos y contra el cáncer.

Estilbenos: Son hidrocarburos aromáticos cuya estructura está constituida por un grupo difeniletileno que puede encontrarse en dos formas isoméricas: el trans-1,2-difeniletileno y el cis-1,2-difeniletileno.

Berry: Se llama a (el plural en inglés es berries) a las frutas que son jugosas, redondeadas, de colores vivos, dulces o agrias y no tienen hueso, aunque pueden presentar semillas.

Fosfotúngstico: Es un heteropoliácido para el fósforo y el tungsteno (o wolframio) con la fórmula química $W_{12}O_{40} H_3P$.

Antioxidación: Es la actividad que tienen las sustancias fitoquímicas como minerales y vitaminas sobre compuestos considerados dañinos para la salud, conocidos como radicales libres.

Antocianinas: Son pigmentos encargados de dar colores llamativos y brillantes a flores, frutas y hojas, que van desde el rojo al violeta o azul que poseen propiedades antioxidantes y son empleados para tratar enfermedades cardiovasculares y prevenir el cáncer.

Antioxidantes: Son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas.

Asepsia: Libre de gérmenes

Agraz: Es una fruta con gran cantidad de compuestos polifenólicos con capacidades antioxidantes y colorantes además de tener propiedades beneficiosas para la salud

TEAC: Capacidad antioxidante equivalente a Trolox.

FF: Frutos frescos

AG: Ácido gálico

t/ha: Toneladas/ hectáreas

Secado: Método de eliminación de sustancias volátiles, es decir, humedad; para obtener un producto sólido y seco.

Miricetina: Es un flavonoide con propiedades antioxidantes.

Tocoferol: Es el nombre de varios compuestos orgánicos conformados por varios fenoles metilados, que forman una clase de compuestos químicos llamados tocoferoles de los cuales varios actúan como vitamina e.

Flavonoides: Son pigmentos naturales con poder antioxidante protegiendo la salud humana de agentes oxidantes.

Quercetina: Pigmento natural hidrosoluble representativo de los flavonoles.