



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

“EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) DESHIDRATADA POR EL MÉTODO DE LIOFILIZACIÓN Y COMPARACIÓN CON LA OBTENIDA POR DESHIDRATACIÓN EN MICROONDAS Y SECADOR EN BANDEJAS”

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR

DANIELA DE LOS ÁNGELES AMORES VIZUETE

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DEDICATORIA

A DIOS POR BRINDARME LA SABIDURÍA Y ENTEREZA QUE SE REQUERÍÓ EN ESTA CARRERA.

A MI MADRE CECILIA VIZUETE Y A LOS DOS PADRES QUE DIOS GENEROSAMENTE ME HA DADO ERNESTO GUSQUI Y SEGUNDO AMORES POR SU APOYO, EJEMPLO Y AMOR INCONDICIONAL

A MIS HERMANOS VERÓNICA, PAULINA, CARMITA, ALEX Y DAVID A QUIENES AMO CON TODO MI CORAZÓN

AL AMOR DE MI VIDA JUAN CARLOS.

AGRADECIMIENTO

A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Y SUS DOCENTES POR LOS CONOCIMIENTOS IMPARTIDOS Y POR LA AYUDA PRESTADA DURANTE MI ETAPA DE FORMACIÓN PROFESIONAL.

AL DOCTOR CALOS PILAMUNGA Y DOCTORA OLGA LUCERO POR SU APOYO, ASISTENCIA TÉCNICA Y CONSTANTE APOORTE EN EL DESARROLLO DE ESTA INVESTIGACIÓN

POR SU APOYO Y COLABORACIÓN: AL BQF. FAUSTO CONTERO, BQF DIEGO VNUEZA.

A MIS AMIGAS JENNY, XIME, LIDIA POR SU AMISTAD INCONDICIONAL.

A MI NOVIO JUAN CARLOS POR SER CASI EL COAUTOR DE LA PRESENTE TESIS Y POR SU CONSTANTE APOYO Y PACIENCIA.

A ERNESTO GUSQUI Y CECILIA VIZUETE, MIS PADRES, POR ABSOLUTAMENTE TODO LO QUE SOY Y HE LOGRADO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación “EVALUACIÓN NUTRITIVA Y NUTRACEÚTICA DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) DESHIDRATADA POR EL MÉTODO DE LIOFILIZACIÓN Y COMPARACIÓN CON LA OBTENIDA POR DESHIDRATACIÓN EN MICROONDAS Y SECADOR EN BANDEJAS”, de responsabilidad de la señorita egresada Daniela de los ángeles Amores Vizuite, ha sido prolijamente revisado por los miembros del tribunal de tesis quedando autorizada su presentación

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz DECANA DE LA FAC. CIENCIAS	-----	-----
Dr. Luis Guevara DIRECTOR ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA	-----	-----
Dr. Carlos Pilamunga DIRECTOR DE TESIS	-----	-----
Dr. Olga Lucero MIEMBRO DEL TRIBUNAL	-----	-----
Tlgo. Carlos Rodriguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	-----	-----
NOTA DE TESIS	-----	

YO, Daniela de los Ángeles Amores Vizúete, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DANIELA DE LOS ÁNGELES AMORES VIZUETE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
A	área
Ab	absorbancia
°C	grados centígrados
cm	centímetros
g	gramos
h	hora
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
kg	kilogramo
L	litro
Ms	muestra seca
min	minutos
mg	miligramo
mm	milímetro
nm	nanómetro
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
%	porcentaje
pH	potencial de hidrógeno
t	tiempo
UPC	unidades propagadoras de colonias
Xi	humedad inicial del producto
Xf	humedad final del producto

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

1	MARCO TEÓRICO	
1.1	<i>Rubus glaucus</i> (Mora de Castilla)	1
1.1.1	Origen e importancia	1
1.1.2	Descripción botánica	1
1.1.3	Taxonomía	2
1.1.4	Cultivo	2
1.1.5	Composición nutricional	2
1.1.6	Valor nutricional	3
1.1.7	Cosecha	3
1.1.8	Zonas de producción en el ecuador	5
1.1.9	Uso culinario	5
1.2	Deshidratación	5
1.2.1	Métodos de deshidratación	6
1.2.2	Ventajas de los alimentos deshidratados	7
1.3	Secado por liofilización	8
1.3.1	Etapas de la liofilización	9
1.3.2	Congelación	12
1.3.4	Ventajas y desventajas de la liofilización	13
1.4	Antocianos	15
1.4.1	Acciones de los Antocianos	16
1.4.2	Identificación de antocianos por HPLC	16
1.5	Ácido l – ascórbico (vitamina C)	16
1.5.1	Características	17
1.5.2	Función	18
1.5.3	Condiciones de la determinación de vitamina C por HPLC	19
1.6	Análisis proximal y/o bromatológico de alimentos	24
1.7	Muestreo	20
1.7.1	Planes de muestreo	21
1.7.2	Preparación de la muestra	22
1.7.2.1	Toma de muestras de productos a granel sólidos	22
1.7.3	Humedad (NTE INEN 382)	26
1.7.3.1	Determinación de humedad	26
1.7.3.2	Métodos por secado	27

1.7.4	Análisis de cenizas (NTE INEN 401)	27
1.7.4.1	Cenizas totales	28
1.7.5	Análisis de proteínas (AOAC 2049)	28
1.7.5.1	Fundamento kjeldahl	28
1.7.6	Análisis de grasa	29
1.7.6.1	Métodos de extracción de grasa	29
1.7.6.2	Fundamento de los métodos de análisis	29
1.7.6.2.1	Método de soxhlet	29
1.7.7	Análisis de fibra (AOAC 7050)	30
1.7.7.1	Fibra cruda	30
1.7.7.2	Fibra dietética	30
1.7.7.3	Determinación de fibra	31
1.7.8	Determinación del pH (NTE INEN 389)	31
1.7.9	Cromatografía líquida de alta eficiencia	31
1.8	Análisis microbiológico	33
1.8.1	Hongos (levaduras y mohos) (NTE INEN 1529 - 10)	33
1.9	Pruebas estadísticas	34
1.9.1	Análisis de varianza (ADEVA O ANOVA)	34
2	PARTE EXPERIMENTAL	
2.1	Lugar de investigación	35
2.2	Materiales, equipos y reactivos	35
2.2.1	Material vegetal	35
2.2.2	Equipos y materiales	35
2.2.3	Reactivos	37
2.3	Métodos	37
2.3.1	Fase experimental	37
2.3.1.1	Liofilizaciones de la mora	37
2.3.1.2	Análisis físico de la mora	38
2.3.1.3	Análisis bromatológicos de la mora fresca y liofilizada	38
2.3.1.3.1	Determinación de la humedad inicial (técnica NTE INEN 382)	38
2.3.1.3.2	Determinación de cenizas (técnica NTE INEN 401)	39
2.3.1.3.3	Determinación de fibra cruda: método de weende	40
2.3.1.3.4	Determinación de proteína (técnica AOAC 2049)	42
2.3.1.3.5	Determinación de sólidos solubles totales	44
2.3.1.3.6	Determinación de grasa cruda (bruta)	45
2.3.1.4	Análisis del valor nutracéutico de la mora fresca y liofilizada	46
2.3.1.4.1	Determinación de antocianos	46
2.3.1.4.2	Determinación de vitamina C	48
2.3.1.5	Análisis microbiológicos de la mora fresca y liofilizada	49
2.3.2	Análisis estadístico	50
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1	Liofilización de la mora	51
3.1.2	Tiempo de liofilización	52
3.2	Evaluación sensorial	53
3.3	Determinación de antocianos y vitamina c	54
3.4	Análisis físico químico de la mora fresca y liofilizada	60
3.4.1	Determinación de pH	61

3.4.2	Determinación de humedad	61
3.4.3	Determinación de ceniza	62
3.4.4	Determinación de proteína	63
3.4.5	Determinación de grasa	63
3.4.6	Determinación de fibra	64
3.4.7	Determinación de azúcares	65
3.5	Análisis microbiológico de la mora fresca y deshidrata	66
3.6	Comparación de datos obtenidos en el análisis de mora	68
4	CONCLUSIONES	73
5	RECOMENDACIONES	74
6	RESUMEN	75
7	BIBLIOGRAFÍA	76

INDICE DE TABLAS

TABLA No 1:	Composición nutricional de mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	2
TABLA No 2:	Calendario de cosechas de mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	4
TABLA N° 3:	Diferencias entre el secado convencional y liofilizado	14

INDICE DE CUADROS

CUADRO No 1.	Resultados de la Evaluación Sensorial Realizada en Mora Fresca y Deshidratada por el Método de Liofilización	54
CUADRO No 2.	Contenido Promedio de Antocianos y Vitamina C Expresados como mg/100g de Base Seca y Porcentaje de Pérdida en Mora Fresca y Liofilizada en Dimensiones de 3mm, 5mm, 8mm y Entera	55
CUADRO No 3.	Análisis de varianza del contenido de antocianos expresados como mg/100 g de base seca en mora liofilizada a dimensiones de 27mm. (entera), 8mm, 5mm, 3mm	57
CUADRO No 4.	Análisis estadístico según Tuckey del contenido de antocianos expresados como mg/100 g de base seca en mora liofilizada a dimensiones de 27mm. (entera), 8mm, 5mm, 3mm	57
CUADRO No 5.	Análisis de varianza del contenido de vitamina C expresados como mg/100 g de base seca en mora liofilizada a dimensiones de 27mm. (entera), 8mm, 5mm, 3mm	58
CUADRO No 6.	Análisis estadístico según Tuckey del contenido de vitamina C, expresados como mg/100 g de base seca en mora liofilizada a dimensiones de 27mm. (entera), 8mm, 5mm, 3mm	59
CUADRO No 7.	Contenido Promedio de Hongos (Mohos y Levaduras) en Muestras Estudiadas	66

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Relación de la humedad vs. Tiempo en el proceso de liofilización	52
GRÁFICO No 2	Relación del contenido de antocianos expresados en base seca en mora fresca y liofilizada entera de 8mm, 5mm, 3mm	56
GRÁFICO No. 3	Relación del contenido de vitamina C expresados en base seca en mora fresca y liofilizada entera, de 8mm, 5mm, 3mm	56
GRÁFICO No. 4	Relación de las medias del contenido de antocianos expresados en base seca en mora liofilizada entera, de 8mm, 5mm, 3mm	58
GRÁFICO No. 5.	Relación de las medias del contenido de vitamina C expresados en base seca en mora liofilizada entera, de 8mm, 5mm, 3mm	60
GRÁFICO No. 7	Relación del contenido de pH en mora fresca y liofilizada	61
GRÁFICO No. 8	Relación del contenido de humedad en mora fresca y liofilizada	61
GRÁFICO No 9.	Relación del contenido de cenizas expresado en base seca de mora fresca y liofilizada	62
GRÁFICO No. 10.	Relación del contenido de proteínas expresada en base seca de mora fresca y liofilizada	63
GRÁFICO No. 11.	Relación del contenido de grasa expresada en base seca de mora fresca y liofilizada	63
GRÁFICO No. 12.	Relación del contenido de fibra expresada en base seca de mora fresca y liofilizada	64
GRÁFICO No. 13.	Relación del contenido de grados brix de mora fresca y liofilizada	65
GRÁFICO No. 14.	Relación del contenido de cenizas, proteínas, grasa, fibra, pH y azúcares expresados en base seca en mora fresca y liofilizada	65

GRÁFICO No. 15.	Relación del contenido de levaduras en mora fresca (<i>Rubus glaucus</i>) y liofilizada	66
GRÁFICO No. 16.	Relación del porcentaje de pérdidas de antocianos y vitamina C en los diferentes métodos de deshidratación (microondas, bandejas y liofilización)	67
GRÁFICO No. 17.	Relación del contenido de humedad, cenizas, proteínas, fibra, pH y azúcares en los diferentes métodos de deshidratación (microondas, bandejas y liofilización)	69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No 1.	Tabla de color de la mora de castilla según la norma técnica colombiana NTC 4106	3
FIGURA NO 2.	Pasos del proceso de liofilización	10
FIGURA No 3.	Diagrama de fases del agua y sistemas de secado	10
FIGURA No 4.	Transferencia de calor y de masa en el secado por congelación	12
FIGURA No 5.	Estructura química de los antocianos	15

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No 1.	Fotografía del equipo liofilizador marca Thermo Scientific	8
FOTOGRAFÍA No 2.	Fotografía de la mora fresca cortada en diferentes dimensiones dentro del congelador	84
FOTOGRAFÍA No 3.	Fotografía de los balones de aforación previo a la determinación espectrofotométrica de antocianos	84
FOTOGRAFÍA No 3.	Fotografía de mora liofilizada en empaque al vacío	85
FOTOGRAFÍA No 5.	Fotografía de mora deshidratada por liofilización y por el método de bandejas	85
FOTOGRAFÍA No 5.	Fotografía de mora después del calcinamiento en mufla para determinación de cenizas	86

INDICE DE ANEXOS

ANEXO No 1.	Cromatograma del estándar de vitamina C	82
ANEXO No 2.	Cromatograma de vitamina C de la mora fresca	82
ANEXO No 3.	Cromatograma de vitamina C de la mora liofilizada	83
ANEXO No 4.	Fotografía del equipo liofilizador marca Thermo Scientific	83
ANEXO No 5.	Fotografía de la mora fresca cortada en diferentes dimensiones dentro del congelador	83
ANEXO No 7.	Fotografía de mora liofilizada en empaque al vacío	85
ANEXO No 8.	Fotografía de mora deshidratada por liofilización y por el método de bandejas	85
ANEXO No 9.	Fotografía de mora después del calcinamiento en mufla para determinación de cenizas	86
ANEXO No 10.	Crisol de goch previo al pesaje para la determinación de fibra de mora	89

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país rico en flora y fauna, es así que cuenta con grandes variedades de frutas, verduras, flores y demás vegetales que pese a ser cultivados todo el año presentan problemas, en algunos casos por la falta de manejo pos cosecha. A nivel mundial, los componentes presentes en forma natural en los alimentos van cobrando mayor importancia debido al papel que desempeñan en la salud humana.

Constantemente se han estudiado métodos de conservación para asegurar que los compuestos bioactivos presentes en los alimentos se mantengan o se modifiquen mínimamente, conservando así su valor nutricional y nutracéutico, siendo uno de los más usados la deshidratación, en la cual los alimentos se colocan en secadores mecánicos de diferentes tipos: a base de aire caliente, hornos de gas, microondas y liofilizadores que controlan las condiciones climáticas y sanitarias, por lo que se obtienen productos de buena calidad, higiénicos y libres de sustancias tóxicas

El calor empleado para deshidratar alimentos altera las características organolépticas y provoca pérdidas del valor nutritivo. En la deshidratación por liofilización, estos parámetros resultan menos afectados.

Al ser la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) uno de los cultivos andinos de gran importancia económica, social, ecológica, nutricional y funcional en nuestro país y en el resto de países atravesados por la cordillera de los Andes, que posee una amplia gama de posibilidades culinarias, potencial nutritivo, presencia de abundantes pigmentos naturales

(antocianos y carotenoides), vitaminas C y E de acción antioxidante, altos contenidos de pectina y la presencia de hierro asimilable por lo que se recomienda su uso contra la anemia (14). Pero en esta fruta se presenta un inconveniente, la alta perecibilidad, debido a su fragilidad e inadecuado manejo postcosecha, lo cual produce su rápido deterioro y por lo tanto una corta vida útil, proporcionando una presentación poco agradable al momento de ser comercializada

Fuentes del CORPEI (Centro de Información e Inteligencia Comercial), afirman estadísticamente que las exportaciones de mora de castilla han ido decreciendo en los últimos años y según investigaciones realizadas por este mismo organismo se debe principalmente a su fácil perecibilidad, que afecta de forma absoluta a su conservación y por tanto a sus características organolépticas que son las más apreciadas por los consumidores (12).

Este proyecto plantea una solución al problema de desperdicio de esta fruta en nuestro país durante la época de cosecha en la cual sufre una pérdida del 19 al 23% en la que el 11% corresponden al transporte y embalaje y un 10% de pérdida en finca por aplastamiento y transporte tradicional en canastos de carrizo. Por esta razón y enfocándose en el procesamiento de frutas al utilizar métodos de conservación como la deshidratación por liofilización (proceso al vacío y a bajas temperaturas), que si bien, si se lo compara con los métodos tradicionales de secado es una técnica bastante costosa y lenta, pero resulta en productos de una mayor calidad ya que al no emplear altas temperaturas, evita en gran medida las pérdidas nutricionales de vitaminas, que son sustancias sensibles a las altas temperaturas, pero tiene como efecto la inactivación de las enzimas uno de los agentes de deterioro de los alimentos, además si nos referimos a frutas, este método, mantiene baja la pérdida de las propiedades naturales, su peso se reduce de tal forma que al ser transportado un producto terminado el precio del flete disminuye en un 90 por ciento y el producto final es de calidad superior al presentar un encogimiento despreciable, recomendado para la mayoría de alimentos incluso carnes o productos cocidos, posee una rehidratación completa y rápida, color normal, en fin

productos físicamente más atractivos, con valor agregado en caso de exportaciones y de alto valor nutricional comparado con los métodos tradicionales ya conocidos de deshidratación.

Considerando los beneficios de este método nace la necesidad de realizar la evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada por el método de Liofilización y compararla con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas, siendo indicadores de eficacia vitamina C y antocianos, además se caracterizó física, química, microbiológica y nutracéuticamente la mora de Castilla en fresco, se establecieron las condiciones óptimas del proceso de liofilización, se obtuvo mora liofilizada y se determinó su valor nutricional y nutracéutico, así como también se realizó la comparación de la mora fresca y deshidratada por el método de liofilización, secado en bandejas y microondas.

En la investigación por alcanzar dichos objetivos se tomó como principales variables para conocer la eficacia de liofilización, la fruta entera (27mm) y dimensiones de espesor en rodajas de 3mm, 5mm y 8mm. Se determinó que en fruta entera liofilizada por 144 horas se conserva mejor la concentración de vitamina C y antocianos y además se realizó el análisis físico químico y microbiológico de la mora liofilizada

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 *Rubus glaucus* (Mora de Castilla)

1.1.1 ORIGEN E IMPORTANCIA

La mora de Castilla *Rubus glaucus* fue descubierta por Hartw y descrita por Benth, es originaria de la zona andina tropical principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas. Las especies más conocidas son *Rubus idaeus* (frambuesa), *Rubus occidentalis* (mora cultivada) y *Rubus folius* (zarzamora), las cuales se cultivan en la zona templada. Desde 1840 se iniciaron trabajos para obtener variedades con mejores características, las cuales se establecieron principalmente en los Estados Unidos y desde entonces se han generado nuevas variedades en las zonas templadas. Existen en la actualidad especies del género *Rubus* con espinas y sin espinas con variedades de porte erecto y semi erecto. La primera variedad reportada se encuentra la Dorchester y luego la Snyder, en 1851. Este producto se encuentra distribuido a nivel mundial, aunque la producción comercial está ubicada en las zonas templadas y en tierras altas del trópico (15).

1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Árbol

Es una planta de vegetación perenne, de porte arbustivo semierecto, conformada por

varios tallos espinosos que pueden crecer hasta tres metros. Los tallos son espinosos con un diámetro entre 1 a 2 centímetros y de 3 a 4 metros de longitud. Tanto los tallos como las hojas están cubiertos por un polvo blanquecino.

Hojas

Las hojas tienen tres folíolos, ovoides de 4 a 5 centímetros de largo con espinas ganchudas. Los peciolos también tienen espinas, de color blanco y son de forma cilíndrica. En la base de la planta se encuentra la corona de donde se forman los tallos la cual está conformada por una gran cantidad de raíces superficiales. El sistema radicular es profundo, puede llegar a profundizar más de un metro dependiendo del suelo y el subsuelo.

Flores

Las inflorescencias se presentan en racimos terminales aunque en ocasiones se ubican en las axilas de las hojas. La fruta es esférica o elipsoidal de tamaño variable, 1,5 a 2.5 cm. en su diámetro más ancho, de color verde cuando se están formando, pasando por un color rojo hasta morado oscuro cuando se maduran.

Fruto

El fruto, es una baya formada por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo que al madurar es blanco y carnoso y hace parte del mismo.

Semillas

Son pequeñas, con un porcentaje de germinación bajo (16).

1.1.3 TAXONOMÍA

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Rosae

Familia: Rosaceae

Género: Rubus

Especie: Glaucus.

(15)

1.1.4 CULTIVO

Conocida también como Mora Andina o Mora Negra, es la de mayor importancia comercial y la más cultivada en el Ecuador, en regiones comprendidas entre 1200 a 300 metros sobre el nivel del mar

La mora presenta tres etapas de desarrollo. La primera, en la que se obtienen las nuevas plantas ya sea en forma sexual o asexual. Una segunda o de formación y desarrollo vegetativo, donde se conforma la planta y una tercera etapa, la productiva que se inicia a los ocho meses después del trasplante y se mantiene constante durante varios años. De acuerdo con el método de propagación utilizado, la obtención de una nueva planta, puede tomar de 10 hasta 30 días, desde el momento en que se realiza la propagación asexual. Posteriormente se inicia la etapa de vivero que puede tomar entre 45 y 60 días para que estén listas las plantas para el trasplante a sitio definitivo. Contando desde el momento del trasplante, a los ocho meses se inicia la producción, la cual se va incrementando hasta estabilizarse en el mes 18. Se presentan uno o dos picos bien marcados de cosecha dependiendo de los periodos de lluvia en cada zona. Se estima una vida útil de 12 a 15 años dependiendo del manejo que se le dé. En Colombia en zonas de Cundinamarca y

Antioquia existen cultivos que tienen entre 15 y 20 años de edad, pero el rendimiento reportado es inferior a los registrados en los cultivos más jóvenes (17).

1.1.5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La composición nutricional de la Mora de Castilla 100 g, comestible: 90 % y pulpa, sin semillas se aprecia en la tabla No 1

TABLA No 1: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA MORA DE CASTILLA
(*Rubus glaucus*)

FACTOR NUTRICIONAL		
Agua	84.2	%
Antocianos	140	mg
Calcio	38	mg
Calorías	23	Kcal
Ácido Ascórbico	17.0	mg
Carbohidratos	13.2	g
Fósforo	10	mg
Hierro	1.7	mg
Fibra	5.3	g
Proteínas	1.4	g
Grasa	0.7	g
Niacina	0.58	mg
Cenizas	0.5	g
Riboflavina	0.30	mg
Tiamina	0.01	mg

FUENTE: [HTTP://WEBCACHE.GOOGLEUSERCONTENT.COM/SEARCH?Q=CACHE:JQ9O_UZNBQJ:WWW.ANGELFIRE.COM/IA2/INGENIERIAAGRICOLA/MORA.HTM+%22MORA+DE+CASTILLA+DESCRIPC%C3%B3N+BOT%C3%A1NICA%22&CD=1&HL=ES&CT=CLNK&SOURCE=WWW.GOOGLE.COM](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JQ9O_UZNBQJ:WWW.ANGELFIRE.COM/IA2/INGENIERIAAGRICOLA/MORA.HTM+%22MORA+DE+CASTILLA+DESCRIPC%C3%B3N+BOT%C3%A1NICA%22&cd=1&hl=es&ct=clnk&source=www.google.com)

1.1.6 VALOR NUTRICIONAL

Las moras son frutos de bajo valor calórico por su escaso aporte en hidratos de carbono; sin embargo lo que en realidad las caracteriza es la presencia de abundantes pigmentos

naturales (antocianos y carotenoides), de acción antioxidante. Las antocianinas les confieren su color característico (18).

Las moras son muy ricas en vitamina C y E, también poseen altos contenidos de pectina, estas frutas son ricas en hierro asimilable por lo que se recomienda su uso contra la anemia (18).

La mora es utilizada para el mejoramiento del tránsito intestinal debido a sus cantidades de fibra, aportan además calcio, hierro, potasio, ácidos orgánicos y taninos de acción astringente (18).

- Las cantidades de potasio que contiene ayudarán a la generación y transmisión del impulso nervioso así como también a personas con grandes actividades musculares (18).
- Contienen bajo contenido calórico por lo que pueden ser ingeridas en dietas (18).

1.1.7 COSECHA



FIGURA No 1. TABLA DE COLOR DE LA MORA DE CASTILLA SEGÚN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4106

La cosecha de la mora es una actividad que, prácticamente se realiza todo el año, desde que se inicia la producción. El fruto es altamente perecedero, por lo que debe hacerse la cosecha una vez que el fruto ha llegado a su madurez comercial, es decir cuando presenta un color escarlata y posee una textura adecuada con el fin de evitar que el producto se deteriore.

Los índices de madurez comercial o de cosecha suelen implicar alguna valoración de la etapa de desarrollo (crecimiento, madurez fisiológica o madurez organoléptica).

Para evaluar la madurez se ha sugerido numerosos criterios incluyendo los recomendados por la norma técnica colombiana según la tabla de color presentado en la figura 1, además otros criterios entre los que cabe citar:

Por cuentas o cálculos: Tiempo transcurrido desde la floración o desde la siembra

Métodos Físicos: Medición del tamaño, forma, porción carnosa y textura de la fruta

Métodos Químicos: Los principales son la determinación de pH, acidez titulable y sólidos solubles.

Métodos fisiológicos: Medición de la actividad respiratoria y la producción de etileno

Métodos Organolépticos: Sabor, Aroma y Color

Se sugiere realizar la cosecha de esta fruta según el calendario expuesto en la tabla No 2.

TABLA No 2: CALENDARIO DE COSECHAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)

ENERO	OFERTA MEDIA
FEBRERO	OFERTA MEDIA
MARZO	OFERTA MEDIA
ABRIL	OFERTA MEDIA
MAYO	OFERTA BAJA
JUNIO	OFERTA MEDIA
JULIO	OFERTA ALTA
AGOSTO	OFERTA ALTA
SEPTIEMBRE	OFERTA ALTA
OCTUBRE	OFERTA ALTA
NOVIEMBRE	OFERTA ALTA
DICIEMBRE	OFERTA MEDIA

1.2.7 ZONAS DE PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR

Se encuentra a lo largo del Callejón Interandino, especialmente en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Carchi (13).

Según Martínez (2007), la superficie cultivada en el Ecuador de mora es de 5247 hectáreas, en forma independiente y asociada, de las cuales la mayor parte se encuentra en la provincia de Tungurahua con 2200 hectáreas. La más cultivada es la Mora de castilla (13).

1.1.8 USO CULINARIO

Las moras, como frutas comestibles que son, pueden ingerirse al natural, frescas tal cual las da el árbol o la planta, siendo este su uso culinario más sencillo. Es una fruta que se cultiva y crece silvestremente, es fácil de encontrarla en campos o bosques, la convierte en un manjar común y ocasional. Multitud de especies animales, desde pájaros a roedores, tienen en su dieta todo tipo de moras, y el ser humano no es una excepción (19).

Las moras también pueden ser procesadas e incluidas en la cocina de muy diversas formas, muy utilizadas como elemento decorativo para todo tipo de platos, además, a nivel industrial multitud de productos la incluyen a su antojo, ya sean yogures, tartas, licores, batidos, helados, gelatinas, etc. (19).

Prueba de ello es la mora de la zarza o zarzamora (g. *Rubus*), que se ha convertido en una fruta muy popular en pastelería ya sea para la preparación de postres, mermeladas, jaleas y a veces zumos, vinos y licores. No obstante, esta no es la única especie usada en la cocina, de hecho se hacen confituras con todos los tipos posibles de moras (19).

\

1.2 DESHIDRATACIÓN

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos. Consiste en eliminar una buena parte de la humedad de los alimentos, para que no se arruinen, a fin de conservar alimentos acuosos que abundan en verano, para disponer de ellos durante el invierno. Carnes y vegetales deshidratados era algo común en antiguas civilizaciones de distintas latitudes (20).

El principio básico consiste en eliminar la elevada concentración de agua del alimento (en las frutas frescas supera el 90% del peso), para impedir que se desarrollen microorganismos y procesos que se nutren de la humedad. Esto da como resultado un alimento concentrado (en frutas pasas, el azúcar pasa del 6-8% al 50% del peso) y de sabor más intenso (20).

Se considera de mucha importancia la conservación de alimentos pues esto nos permite alargar la vida útil de las frutas y poder tener acceso a mercados más distantes, otra de las importancias de conservar frutas deshidratadas es debido a que podremos contar con frutas en épocas que normalmente no se producen, logrando así mejores precios (21).

Por medio del calor se elimina el agua que contienen algunos alimentos mediante la evaporación de esta. Esto impide el crecimiento de las bacterias, que no pueden vivir en un medio seco, por ejemplo a las piñas, manzanas y banano (21).

Los alimentos deshidratados mantienen gran proporción de su valor nutritivo original si el proceso se realiza en forma adecuada (21).

1.2.1 MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN

1.3.1.1 Natural. Consiste en colocar los alimentos en recipientes o charolas con amplia superficie de evaporación. Esta técnica requiere condiciones climatológicas óptimas, por lo que sólo puede llevarse a cabo en regiones muy favorecidas por el clima, ya que es necesario un gran espacio al aire libre y se puede ver afectada por elementos como el polvo, la lluvia y plagas (21).

1.3.1.2 Artificial. Es una de las técnicas más utilizadas en nuestros días; los alimentos se colocan en secadores mecánicos (hay de diferentes tipos) a base de aire caliente, como hornos de gas, de microondas y liofilización que controlan las condiciones climáticas y sanitarias, por lo que se obtienen productos de buena calidad, higiénicos y libres de sustancias tóxicas. Entre estos equipos o cámaras los hay de diversas formas (21).

- Secador de tambor
- Cámaras de secado
- Secador continuo al vacío
- Secador de bandas continuas
- Liofilizador
- Por aspersión
- Secador de cabina
- Horno
- Secador de túnel

Existe una gran variedad de **alimentos deshidratados**, como frutas, verduras, carnes (bacalao, machaca), cereales (arroz, avena, centeno, cebada, maíz, trigo), leguminosas (frijol, haba, lenteja, garbanzo, soya, alubias), especias (ajo, cebolla, albahaca, anís, eneldo, entre otras), salsa, leche, moles, sopas, huevo, yogurt y café, entre muchos más (21).

1.3.2 VENTAJAS DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS

- Las frutas deshidratadas tienen un sabor increíble. Su sabor es intenso
- Es muy simple prepararlas Solamente corte, deshidrate y empaque
- Son Nutritivas y le ayudan a estar en forma La pérdida de nutrientes es mínima y no requiere de conservantes
- Le dan economía Los alimentos pueden adquirirse en épocas de abundancia y rebajas para disfrutarlos después
- Fáciles de usar, los alimentos deshidratados pueden utilizarse de 1000 maneras diferentes
- Fáciles de empacar en un recipiente con tapa o bolsita de cierre se conservan muy bien por largos períodos
- Económicas de almacenar, no requieren de congelador o refrigerador para almacenarse
- Compactas utilizan poco espacio en los estantes o incluso en su cartera
- Livianas ideales para llevar de paseo, camping o en actividades externas pues no pesan, ideal para los deportistas. Convenientes no se derriten ni deshacen (22).

1.3 SECADO POR LIOFILIZACIÓN

La liofilización es un proceso de conservación para productos perecederos por deshidratación al vacío y a bajas temperaturas, para lograr una mejor conservación. La alimentación liofilizada incorpora las vitaminas y minerales necesarios para compensar las pérdidas originadas por el esfuerzo prolongado, ejerciendo una función regeneradora y protectora del organismo. Su ventaja es el poder transportar carnes y platos preparados sin necesidad de una cadena de frío. Su reducido peso y volumen, la facilidad de incorporar

vitaminas y oligoelementos y la capacidad de almacenaje bajo cualquier situación por periodos de incluso hasta 2 años, son sus principales características (22).

En la industria alimentaria, la liofilización consiste en eliminar el agua de un alimento a partir de la congelación, en lugar de aplicar calor. Esto explica que se reserve para los productos con sustancias sensibles a las altas temperaturas, como las proteínas o las enzimas. Una vez liofilizados, el tiempo de conservación sin refrigeración aumenta porque la reducción del contenido de agua inhibe la acción de los microorganismos patógenos que podrían deteriorar los alimentos. En definitiva, la liofilización es similar a la deshidratación: el objetivo es el mismo, disminuir el contenido en agua. La principal diferencia está en el proceso; si bien en el primero se reduce casi la totalidad del agua, en la deshidratación, esta disminución es menor, aunque no por ello menos importante. Este sistema ya se usaba en la antigüedad, cuando para deshidratar los alimentos se dejaban secar al sol, en un ambiente seco, hasta que eliminaran toda la humedad (22).

La deshidratación por congelación, en cambio, aligera el peso del alimento, con una disminución de un 20% respecto al original. Por este motivo, su uso se ha generalizado en el desarrollo de alimentos destinados a expediciones, ya que permite a los excursionistas o astronautas llevar más cantidad de comida con menos peso y, además, con la posibilidad de reconstituirla con agua (22)

Se liofilizan ciertas frutas para cereales, que mantienen el 98% de las propiedades naturales, sopas instantáneas, hierbas y especias y café. Otros alimentos, como la sandía o la lechuga, son malos candidatos a la liofilización porque tienen un contenido en agua demasiado alto. (22)

1.4.1 ETAPAS DE LA LIOFILIZACIÓN

La liofilización involucra varias etapas:

- Congelación (y acondicionamiento en algunos casos) a bajas temperaturas

- Secado por sublimación del hielo (o del solvente congelado) del producto congelado, generalmente a muy baja presión, generalmente se estudia en dos etapas, a saber: etapa primaria y secundaria de secado. (16)
- Almacenamiento del producto seco en condiciones controladas.

En la liofilización el material original está construido por un núcleo central de material congelado. A medida que el hielo se sublima, el plano de sublimación, que se inicia en la superficie exterior, penetra al interior dejando atrás una corteza porosa de material ya seco. El calor latente de sublimación del hielo, equivalente a 2838 kJ/kg, procede por conducción a través de la corteza de material seco. En algunos casos, también se conduce a través de la capa congelada desde la parte posterior. El vapor de agua que se forma se transfiere a través de la capa de material seco. El agua congelada se sublima a menos 0°C y a una presión de 627 Pa o menos. Por consiguiente, las transferencias de calor y de masa se verifican simultáneamente. (16).

Durante este proceso hay absorción de calor y hay que evitar que la mezcla supere la temperatura eutéctica, a fin de que durante todo el proceso permanezca en estado sólido. Procediendo de este modo los productos orgánicos termolábiles conservan sus propiedades indefinidamente y recuperan su forma y estado primitivo al hidratarlos. En los estudios biológicos la liofilización supone el poder conservar indefinidamente cepas de bacterias y virus sin necesidad de resiembras, etc. (16)

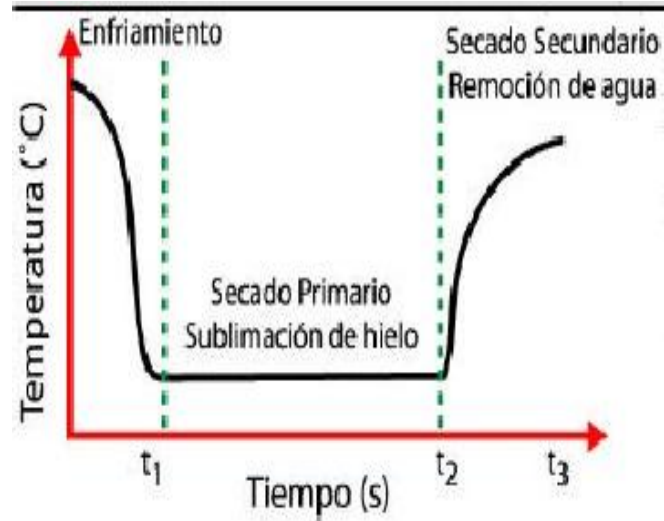


FIGURA NO 2. PASOS DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

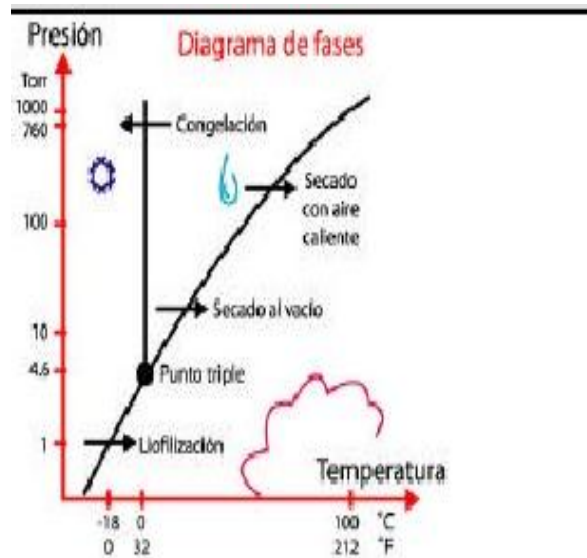


FIGURA No 3. DIAGRAMA DE FASES DEL AGUA Y SISTEMAS DE SECADO

En el secado mediante la liofilización se distinguen tres fases o etapas que se esquematizan en la figura 2. Cuando en el proceso de liofilización comienza el calentamiento empieza a formarse un frente de sublimación o interfase entre la capa seca y la capa congelada de la muestra el cual avanza progresivamente y para un determinado instante, a una temperatura

de interfase le corresponde una determinada presión de saturación. La transferencia de masa ocurre por la migración de vapores a través de la capa seca de la muestra bajo la acción de una diferencia de presión, esta transferencia es alta cuando la diferencia de presión es grande. (16).

Generalmente, al liofilizar adecuadamente un material se puede almacenar por períodos muy largos con reducciones muy bajas de sus características organolépticas, físicas, químicas y biológicas. (16).

En la figura 3 se ilustra el diagrama de fases de agua y sistemas de secado. El calor transferido desde la fase gaseosa por conducción, convección o radiación, llega a la superficie seca y se transfiere por conducción hasta la capa congelada. En algunos casos, el calor también pasa a través del material congelado para llegar al plano de sublimación. El tiempo total de secado debe ser lo suficientemente largo como para que el contenido final de humedad sea inferior al 5% en peso, y evitar así la degradación del producto final durante su almacenamiento. Las temperaturas máximas que se alcanzan en alimentos secos y productos congelados deben ser bastante bajas para mantener la degradación a un mínimo. (16)

El proceso más común de liofilización se basa en que los gases que rodean al material suministran a la superficie del sólido el calor de sublimación necesario. Después, el calor se transfiere por conducción a través del material seco hasta la superficie congelada. En la figura 4 se muestra el modelo simplificado de Sandall y colaboradores. (16)

En la figura 4 el flujo específico de calor a la superficie del material se verifica por convección, y una vez en el sólido seco, por conducción hasta la superficie de sublimación. El flujo de calor a la superficie es igual al que pasa por el sólido seco, suponiendo un estado pseudo estacionario. Los perfiles de temperatura y humedad en el interior del alimento durante la liofilización dependen de las velocidades de transferencia de masa y calor. El calor se transfiere a través del frente de sublimación o línea frontera entre las fases congelada y seca del producto. Dependiendo de la fuente de calor la transferencia podrá ser a través de la capa congelada, la capa seca o ambas. (16).

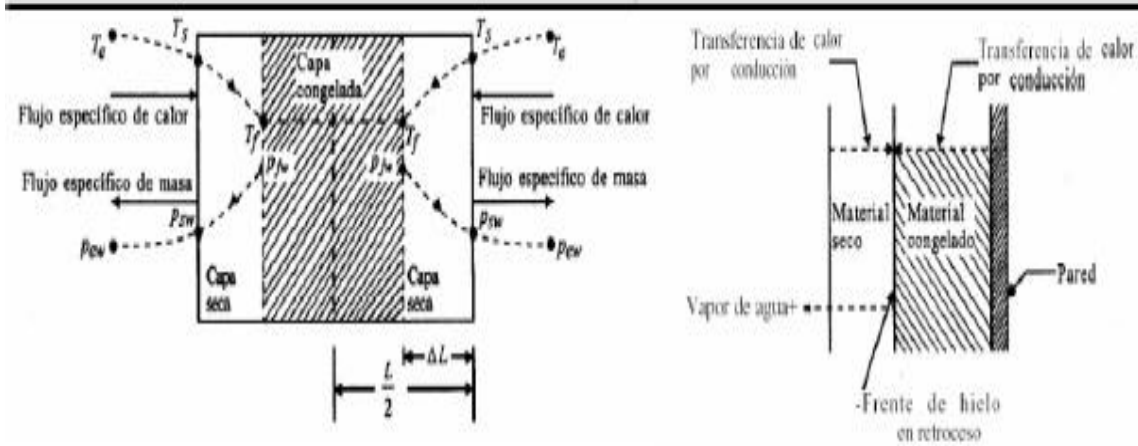


FIGURA No 4. TRANSFERENCIA DE CALOR Y DE MASA EN EL SECADO POR CONGELACIÓN

1.4.2 CONGELACIÓN

Cada producto debe congelarse de una manera tal que garantice que sufrirá pocas alteraciones en el proceso posterior de sublimación. Se debe conocer con precisión:

- La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación
- La velocidad óptima de enfriamiento
- La temperatura mínima de fusión incipiente

Se busca que el producto ya congelado tenga una estructura sólida sin intersticios en los que haya líquido concentrado para propiciar que todo el secado ocurra por sublimación. En los alimentos se pueden obtener distintas mezclas de estructuras luego de la congelación que incluyen cristales de hielo, eutécticos, mezclas de eutécticos y zonas vítreas amorfas. Estas últimas son propiciadas por la presencia de azúcares, alcoholes, cetonas, aldehídos y ácidos, así mismo como por las altas concentraciones de sólidos en el producto inicial. (23)

La congelación de un producto puede tener efectos dañinos debido a la concentración de las sales o azúcares en la región intersticial de la matriz. Si el crecimiento del hielo en la formulación es relativamente lento, entonces el ingrediente activo, por ejemplo proteínas, en el fluido intersticial está expuesto por largos períodos a una solución electrolítica concentrada, bajo esas condiciones, las proteínas se desnaturaliza o se vuelve inservibles para el uso final pretendido. En las células, la formación de una solución de sal concentrada, causará un incremento de la presión osmótica, el exceso del agua que ingresa a la célula destruye la membrana. La reducción del tiempo de exposición a una solución electrolítica concentrada se logra mediante una congelación rápida del producto. Así, el método de congelación es un elemento importante en la liofilización (23).

La deshidratación por congelación permite la separación de las distintas sustancias de un alimento. Primero se congela el producto a muy bajas temperaturas de forma rápida para evitar que se formen grandes cristales de hielo; se somete a un proceso de vacío para que el agua se evapore sin pasar a estado líquido, proceso que se conoce como sublimación. (22)

Al no pasar el agua por un estado líquido, se mantienen todas las propiedades de color y aroma, pero en forma seca y con una mayor sensibilidad. Cuando el alimento se quiere consumir, hay que rehidratarlo durante unos cinco minutos en agua caliente. La mayoría de los productos que se liofilizan se componen en gran parte de agua, como (algunas frutas que contienen entre un 80% y un 90%. Eliminarla facilita el control de los patógenos, que encuentran en este líquido un medio incondicional para sobrevivir y expandirse, a la vez que alarga su conservación sin necesidad de que se mantenga la cadena del frío (22).

1.3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LIOFILIZACIÓN

La principal ventaja de esta técnica es la calidad superior del producto final. Sin embargo, visto el costo del proceso, la liofilización queda generalmente reservada para productos con

un alto valor agregado, semejantes a los productos farmacéuticos o alimentos para bebés y ciertas especies. Una de las causas de este elevado costo es la longevidad del producto procesado. En efecto, la baja presión del proceso y la débil conductividad de los productos liofilizados (debido a la textura porosa) afectan de manera significativa y negativa la transferencia de calor y de masa y por consecuencia la duración de la operación de deshidratación. En la actualidad, varios estudios a escala de laboratorio y planta piloto se realizan con el fin de obtener una mejor comprensión de los detalles de la liofilización, es por esto que se presenta un cuadro de diferencias entre el secado convencional y la liofilización (35).

TABLA N° 3: DIFERENCIAS ENTRE EL SACADO CONVENCIONAL Y LIOFILIZADO

SECADO CONVENCIONAL	LIOFILIZACIÓN
Recomendada para obtener alimentos secos(verduras y granos)	Recomendado para la mayoría de los alimentos pero se ha limitado a aquellos que son difícil de sacar a través de otros métodos
Es poco satisfactorio para carne	Recomendado para carnes crudas y cocidas
Rango de T° 37 – 93 °C	Temperaturas debajo del punto de congelación
Presiones Atmosféricas	Presiones reducidas (27-133 Pa)
Se evapora el agua de la superficie del alimento	Se sublima el agua del frente de congelación
Existe movimiento amplio de solutos, esto causa endurecimiento	Movimiento mínimo de solutos
Las tenciones en alimentos sólidos causan daño estructural y encogimiento	Cambios estructurales o encogimiento mínimo
Rehidratación incompleta o retardada	Rehidratación completa o rápida
Partículas porosas secas tienen a menudo una densidad mas alta que el alimento original	Partículas porosas secas tienen una densidad mas baja que el alimento original
Olor y sabor frecuentemente anormal	Olor y sabor normalmente intensificado
Color más oscuro	Color normal
Valor nutritivo reducido	Nutrientes retenidos en gran porcentaje
Costos bajos	Costos generalmente altos

FUENTE: www.scribd.com/doc/30444522/2006-js-ramirez-n-liofilizacion

Las ventajas de este tipo de conservación de alimentos son una asimilación mucho más rápida que una alimentación normal, seguridad en el aporte mineral y energético y su reducido peso (17).

Al liofilizar alimentos, además de conservar las características organolépticas y nutritivas, se le otorga un valor económico agregado aproximado del 1200% (17).

1.4 ANTOCIANOS

Son pigmentos flavonólicos, tienen una estructura química como se observa en la figura No 5, es adecuada para actuar como antioxidantes, pueden donar hidrógenos, o electrones a los radicales libres o bien atraparlos y desplazados en su estructura aromática. Una actividad antioxidante óptima se relaciona con la presencia de grupos hidroxilos en las posiciones 3' y 4' del anillo B, los cuales confieren una elevada estabilidad al radical formado. Los grupos hidroxilos libres en las posición 3 del anillo C y en la posición 5 del anillo A, junto con el grupo carbonilo en la posición 4 son donadores de electrones. La diversidad estructural, contribuye favorablemente a la existencia natural de unos 300 antocianos con diferentes sustituciones glucosídicas, en la estructura básica del ion fenil-2-benzopirilio o flavilio (24).

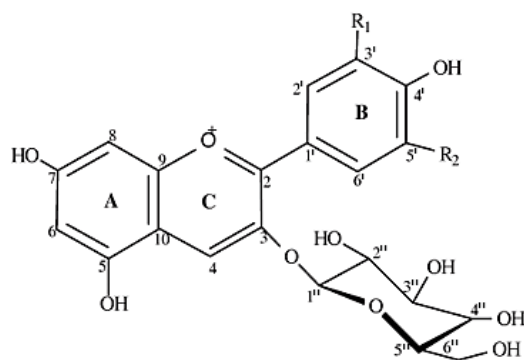


FIGURA No 5 . ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS ANTOCIANOS

1.4.1 ACCIONES DE LOS ANTOCIANOS

Los antocianos son pigmentos coloreados, presentes en las células de muchas plantas en forma de glucósidos (es decir de derivados de los azúcares), y son los responsables de las coloraciones rojas, azules y violáceas de muchas frutas y verduras. Su estructura es de tipo cíclico y al hidrolizarse en el estómago se convierte en antocianidina pasando a ser incoloros, a pesar de que los antocianos de partida resultaban altamente coloreados. Estos

poseen nombres de derivados de las frutas de partida. Han sido identificados más de 16 antocianos, pero los más conocidos son los de la naranja (cianidina y delphinidina) y los de la uva (malvidina, peonidina, delphinidina, cianidina, petunidina y pelargonidina) (25).

Estos antocianos son fácilmente destruidos durante los tratamientos térmicos a que se someten dichas frutas y sus zumos para su conservación.

Desde el punto de vista bioquímico se caracterizan por poseer una elevada actividad antioxidante; neutralizan la acción de los radicales libres que son nocivos para el organismo. Estas propiedades pueden dar lugar a efectos fisiológicos muy diversos; efectos antiinflamatorios y acción antibacteriana de los antocianos, entre otros. Estas frutas contienen, además de los antocianos y carotenoides, otros antioxidantes como la vitamina C. La ingesta dietética de estas sustancias potencia nuestro sistema inmunológico o de defensas del organismo y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso del cáncer (25).

1.5 ÁCIDO L – ASCÓRBICO (VITAMINA C)

La vitamina C o enantiómero L del ácido ascórbico, es un nutriente esencial para los mamíferos. La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas en todos los animales y plantas y es creada internamente por casi todos los organismos, siendo los humanos una notable excepción. Su deficiencia causa escorbuto en humanos, de ahí el nombre de *ascórbico* que se le da al ácido. Es también ampliamente usado como aditivo alimentario (26).

El farmacóforo de la vitamina C es el ion ascorbato. En organismos vivos, el ascorbato es un antioxidante, pues protege el cuerpo contra la oxidación, y es un cofactor en varias reacciones enzimáticas vitales (26).

Los usos y requerimientos diarios de esta vitamina son origen de un debate. Las personas que consumen dietas ricas en ácido ascórbico de fuentes naturales, como frutas y vegetales son más saludables y tienen menor mortalidad y menor número de enfermedades crónicas.

Sin embargo, un reciente metanálisis de 68 experimentos confiables en los que se utilizó la suplementación con vitamina C, y que involucra 232,606 individuos, concluyeron que el consumo adicional de ascorbato a través de suplementos puede no resultar beneficioso como se pensaba (26).

1.5.1 CARACTERÍSTICAS

El ácido ascórbico y sus derivados se utilizan en productos cárnicos y conservas vegetales y en bebidas refrescantes, zumos, productos de repostería y en la cerveza, en la que se utiliza el ácido ascórbico para eliminar el oxígeno del espacio de cabeza. El ácido ascórbico contribuye a evitar el oscurecimiento de la fruta cortada en trozos y a evitar la corrosión de los envases metálicos. También se utiliza el ácido ascórbico en panadería, no como antioxidante sino como auxiliar tecnológico, para mejorar el comportamiento de la masa. Su adición a mostos y vinos permite reducir el uso de sulfitos. El ácido ascórbico es una vitamina para el hombre y algunos animales, y como tal tiene una función biológica propia. Además mejora la absorción intestinal del hierro presente en los alimentos e inhibe la formación de nitrosaminas, tanto en los alimentos como en el tubo digestivo (27).

El ácido L-Ascórbico (Vitamina C), un eliminador de los radicales libres y antioxidantes, se encuentra en frutas y verduras tales como los cítricos (naranjas, limones, lima, mandarinas, etc), melones, tomates, pimientos, brécol, verduras de hoja verde como las espinacas, patatas y nabos. Su determinación cuantitativa es especialmente importante en la producción del vino, cerveza, leche y refrescos, donde puede ser un indicador de la calidad. Dada la función tan importante que desempeña en la dieta humana, el ácido L-ascórbico y derivados salinos se utilizan generalmente como aditivos alimentarios, con la ventaja adicional de sus propiedades antioxidantes y potenciadores de sabor. En la industria vinícola, el ácido L-ascórbico se puede añadir para evitar la oxidación del vino (26).

1.5.2 FUNCIÓN

La vitamina C tiene la capacidad de favorecer la absorción del hierro de los alimentos, por lo que mejora o previene la anemia ferropénica. Existen ciertas situaciones vitales en las que las necesidades orgánicas de vitamina C están aumentadas, como embarazo, lactancia, tabaquismo, empleo de ciertos medicamentos, estrés y defensas disminuidas, práctica deportiva intensa, cáncer, sida y enfermedades inflamatorias crónicas. En dichas situaciones, el consumo de bayas silvestres ricas en vitamina C está especialmente indicado (26).

La vitamina C actúa como un potente antioxidante, actuando para disminuir el estrés oxidativo; un substrato para la ascorbato - peroxidasa, así como un cofactor enzimático para la biosíntesis de importantes bioquímicos. Esta Vitamina actúa como agente donador de electrones para 8 diferentes enzimas (26).

La vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías, huesos, cartílagos, a la absorción del hierro, al crecimiento y reparación del tejido conectivo normal (piel más suave, por la unión de las células que necesitan esta vitamina para unirse), a la producción de colágeno (actuando como cofactor en la hidroxilación de los aminoácidos lisina y prolina), metabolización de grasas, la cicatrización de heridas. Su carencia ocasiona el escorbuto, también resulta esta vitamina un factor potenciador para el sistema inmune aunque algunos estudios ponen en duda esta última actividad de la vitamina C. Los Glóbulos blancos contienen 20 a 80 veces más vitamina C que el plasma sanguíneo, y la misma fortalece la capacidad citotóxica de los neutrófilos (glóbulos blancos) (27).

La Vitamina C es esencial para el desarrollo y mantenimiento del organismo, por lo que su consumo es obligatorio para mantener una buena salud (27).

La vitamina C sirve para:

- Evitar el envejecimiento prematuro (proteger el tejido conectivo, la "piel" de los vasos sanguíneos).
- Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.
- Antioxidante.
- Evita las enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer, enfermedad de Alzheimer.
- Evita las enfermedades cardíacas (tema tratado más adelante).
- Desde los descubrimientos de Linus Pauling se aseveraba que la vitamina C reforzaba el sistema inmune y prevenía la gripe, pero investigaciones realizadas en los 1990 parecen refutar esta teoría y, en todo caso, han demostrado que el consumo en exceso (a diferencia de lo preconizado por Pauling y sus seguidores) de suplementos de vitamina C son poco recomendables, porque, entre otras cosas, un consumo excesivo puede provocar alteraciones gastrointestinales.

(26)

1.5.3 CONDICIONES DE LA DETERMINACIÓN DE VITAMINA C POR HPLC

- Columna: C18
- Flujo: 1ml / min
- Detector: UV/ visible
- Fase móvil: 25:75 (Metanol – Agua)

(44)

1.6 MUESTREO

El estudio de la relación que existe entre una muestra de una población y la población de origen se denomina teoría de muestreo. Las actividades previas a la toma de muestra de alimentos influirán de forma positiva o negativa en la realización de la misma y por consiguiente en la representatividad de la muestra obtenida (30).

Por ello es de vital importancia que el laboratorio o el personal que realizará el muestreo cuente con la mayor cantidad de información: tipo de alimento, finalidad del muestreo, lugar de muestreo, tamaño del lote, requerimientos legales y/o especiales, etc., con objeto de que se elabore un plan de muestreo adecuado (30).

Se recomienda considerar los siguientes puntos para la elaboración de los planes de muestreo particulares (30):

Material utilizado

Personal de muestreo

Plan de Muestreo

Obtención de la muestra

Una vez que se ha ubicado el lugar del muestreo, el personal encargado debe prepararse para la toma de muestra. Si es posible debe lavarse las manos antes de desarrollar el muestreo y utilizar la indumentaria adecuada apegándose a las medidas de seguridad establecidas en el sitio donde se coleccionará la muestra. Por ejemplo: si se va a tomar una muestra de una ensalada de frutas para su análisis microbiológico (verificación de inocuidad) en un restaurante; el personal que realice el muestreo debe vestir bata, cofia, cubre bocas, zapatos de seguridad y para la toma de muestra utilizar guantes estériles. Si se van a tomar muestras de jugo en empaque comercial en un almacén y el área exige uso de casco, el muestreador debe utilizar bata, lentes de seguridad, zapatos de seguridad, casco, etc. (30).

1.6.1 PLANES DE MUESTREO

En general en la elaboración del plan de muestreo se debe considerar: tipo de producto, las características a examinar, la finalidad del examen, para así poder definir el número de muestras a coleccionar, tipo de recipientes, como preservar y transportar la muestra, etc. (31).

El muestreo consiste en separar una serie de muestras representativas del lote para someterlas al análisis microbiológico o fisicoquímico (31).

En el área de alimentos se recomienda el uso de los planes de muestreo simple. Sin embargo el muestro doble presenta la ventaja de dar una segunda oportunidad de aceptación del lote. Y además tiene la ventaja de que si en la primera muestra se acepta el lote es más económico (31).

Los planes de muestreo deben incluir un procedimiento de muestreo y los criterios de decisión que han de aplicarse al lote. Recomienda tomar en cuenta los siguientes criterios cuando se selecciona un plan de muestreo (31):

Los riesgos para la salud pública asociados con el peligro

La susceptibilidad del grupo de consumidores destinatario

La heterogeneidad de distribución de los microorganismos cuando se utilizan planes de muestro por variables (31).

El nivel de calidad aceptable y la probabilidad estadística deseada de que se acepte un lote que no cumple con los requisitos (31).

Es importante considerar que los planes de muestreo deben ser administrativa y económicamente viables (31).

1.6.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1.6.2.1 Toma de muestras de productos a granel sólidos

Cuando se trata de muestrear productos a granel, si se trata de sólidos lo que se hace es tomar varias muestras en partes diferentes del material sólido que estén alejadas entre sí. Deben tomarse muestras tanto con zonas aireadas del sólido como con material profundo. En los alimentos constituidos por componentes diferentes hay que asegurarse de que la proporción de cada componente en la muestra tomada es similar a la original. Toma de muestras de productos a granel líquidos (31).

En los productos a granel líquidos basta con mezclar bien y tomar una muestra del líquido bien homogeneizado. Si el producto por muestrear tiene salida por un conducto, se desechan las primeras porciones antes de tomar la muestra. Si la toma es de agua de un grifo, se desinfecta éste con alcohol. Luego se abre y se desecha el agua que sale en las primeras porciones. Se cierra de nuevo el grifo y se flamea la gota que queda pendiente hasta que emita vapores. A continuación se vuelve a abrir el grifo, dejando fluir el agua durante 1-2 minutos antes de recogerla en el recipiente estéril de la toma de muestras. Este será cerrado convenientemente en condiciones asépticas. Toma de muestras de productos sólidos (31).

Para productos sólidos (queso, jamón serrano o cocido, y similares) se tomarán las muestras en varias zonas con cuchillos, taladros, sierras, etc., estériles. Las muestras se introducirán, asépticamente, en recipientes estériles. Toma de muestras de aguas Las muestras serán recogidas en un recipiente estéril en un punto de muestreo representativo. Este apartado será desarrollado en la unidad de trabajo correspondiente (31).

En ocasiones, las muestras que se deben recoger son únicas, circunstancia frecuente cuando se trata de alimentos sospechosos de toxiinfección alimentaria. Las muestras únicas en muchos casos son irremplazables y entonces hay que tratarlas con un cuidado especial porque su pérdida o deterioro puede suponer un problema serio. Útiles empleados en la toma de muestras (31).

En la toma de muestras de alimentos se utilizan útiles de diversos tipos:

Frascos de boca ancha y bolsas de plástico estériles. Instrumentos esterilizados para abrir envases: tijeras, cuchillos, abrelatas, sondas, etc. Sacabocados estéril: para uso en alimentos sólidos. Etiquetas, rotuladores y bolígrafos. Líquido desinfectante: etanol 70°. Termómetro. Identificación de las muestras (32).

Las muestras recién tomadas deben ser identificadas adecuadamente y de modo inmediato. En muestras de alimentos se anotará el tipo de muestra, la fecha, el número de lote, el lugar de procedencia y otros datos que puedan ser interesantes en cada caso: temperatura de almacenamiento del alimento, método de muestreo, precauciones para el transporte de la muestra, etc. Estos datos se anotarán en etiquetas adhesivas que no puedan despegarse o rotuladas sobre el envase de modo que no pueda borrarse accidentalmente. Además, las anotaciones deben ser perfectamente legibles sin que haya posibilidad de confusión (32).

1.7 ANÁLISIS PROXIMAL Y/O BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

- **Análisis Cuantitativo**

Trata de la identificación de sustancias. Está interesado en que elementos o compuestos están presentes en una muestra.

El análisis cuantitativo, se orienta a la determinación de que cantidad de una sustancia en particular está presente en una muestra. La sustancia determinada, se llama componente Deseado ó analito; y puede constituir una pequeña o gran parte de la muestra analizada (29).

- **Análisis Cualitativo**

Es el primer encuentro que tiene el estudiante, que trata de identificar o separar cualitativamente, por precipitación, cambios de color, sedimentación, etc., pueden emplearse técnicas instrumentales como la espectroscopia de infrarrojo y resonancia magnética (29).

Etapas en el Análisis Químico y Físico De Alimentos (29).

a. Análisis Volumétrico:

Requiere la medición del volumen de una solución de concentración conocida, que se necesita en la reacción con la analita

b. Análisis Gravimétrico.

Medición del peso o masa de la analita.

c. Análisis Instrumental.

Uso de instrumento especial en la etapa de medición. En realidad, los instrumentos se pueden emplear en cualquier de los pasos del análisis, y en forma de rigor, las buretas y las balanzas analíticas son instrumentos (29).

Otros métodos instrumentales: espectroscopia de absorción y de emisión; potenciometría, polarografía, coulombimetría, conductimetría, polarimetría, refractometría, Espectrometría de masa, etc. (29).

Los análisis se realizan en laboratorios oficiales, sobre la base de métodos oficiales.

d. Cálculo e Interpretación de las Mediciones.

El proceso final en un análisis es el cálculo del porcentaje del analito en la muestra. La interpretación de los resultados obtenidos de los métodos analíticos no siempre es sencilla, debido a que se pueden cometer errores con cualquier medición; el ingeniero en alimentos debe considerar esta posibilidad al interpretar sus resultados. Los métodos estadísticos se emplean comúnmente y son muy útiles para expresar el significado de los datos analíticos (29).

1.7.1 HUMEDAD (NTE INEN 382)

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas (Comité de Normas Alimentarias, 1979), pero su determinación precisa es muy difícil (2).

El componente más abundante en los alimentos es el agua. La determinación del contenido de humedad de los alimentos es una de las más importantes y ampliamente usadas en el proceso y control de los alimentos ya que indica la cantidad de agua involucrada en la composición de los mismos. El contenido de humedad se expresa generalmente como porcentaje, las cifras varían entre 60-95% en los alimentos naturales (2).

En los tejidos vegetales y animales existe dos formas generales: agua libre y agua ligada, como soluto o como solvente; en forma libre, formando hidratos o como agua adsorbida. La determinación de humedad se realiza en la mayoría de los alimentos por la determinación de la pérdida de masa que sufre un alimento cuando se somete a una combinación tiempo – temperatura adecuada. El residuo que se obtiene se conoce como sólidos totales o materia seca (33).

1.7.1.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico (34).

Los métodos pueden ser clasificados como:

- Métodos por secado
- Métodos de destilación

- Métodos químicos
- Métodos instrumentales

(34)

1.7.1.2 MÉTODOS POR SECADO

El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire.

El método es aplicable a alimentos sólidos, líquidos o pastosos no susceptibles a degradación al ser sometidos a temperaturas superiores a 105 °C. Este método es inadecuado para productos ricos en sustancias volátiles distintas del agua (2).

1.7.2 ANÁLISIS DE CENIZAS (NTE INEN 401)

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes (3).

El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas (3).

Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación (3).

En los vegetales predominan los derivados de potasio y en las cenizas animales los del sodio. El carbonato potásico se volatiliza apreciablemente a 700°C y se pierde casi por completo a

900°C. El carbonato sódico permanece inalterado a 700°C, pero sufre pérdidas considerables a 900°C. Los fosfatos y carbonatos reaccionan además entre sí (3).

1.7.2.1 CENIZAS TOTALES

En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (2).

1.7.3 ANÁLISIS DE PROTEÍNAS (AOAC 2049)

Hasta hace poco tiempo el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido autorizados o semi autorizados (3).

1.7.3.1 FUNAMENTO KJELDAHL

Aunque con el tiempo el método Kjeldahl ha estado sujeto a modificaciones aun sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. Este método esta aprobado por organizaciones internacionales; mas aun, los resultados obtenidos por el método kjeldahl se usa para calibrar métodos físicos y automáticos. Este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento en ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores y de otro tipo para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoniaco, el cual queda en solución en forma de sulfato amonio. El digerido una vez

alcalinizado, se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es atrapado y luego se titula (3).

1.7.4 ANÁLISIS DE GRASA

Los constituyentes grasos de los alimentos, son diversas sustancias lípidas. El contenido de grasa (algunas veces llamados extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), el cual puede ser considerado como formado de constituyentes lípidos libres, es aquel que puede ser extraído por los disolventes menos polares, como fracciones ligeras del petróleo y éter etílico, mientras que los lípidos enlazados requieren disolventes más polares para su extracción (3). Estos pueden separarse por hidrólisis u otros tratamientos químicos para obtener el lípido libre, de aquí que la cantidad de lípido extraído de un producto alimenticio dependa del método de análisis usado (3).

1.7.4.1 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE GRASA

El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos (por ejemplo Soxhlet, Goldfish, Mojonnier), sin embargo también puede cuantificarse por métodos de extracción que no incluyen disolventes (por ejemplo, Babcock, Gerber) y por métodos instrumentales que se basan en propiedades físicas o químicas de los lípidos (por ejemplo, infrarrojo, densidad y absorción es rayos X) (35).

1.7.4.2 FUNDAMENTO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS

1.7.4.2.1 Método de Soxhlet

Es una extracción semi continua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente éste es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso (3).

1.7.5 ANÁLISIS DE FIBRA (AOAC 7050)

1.7.5.1 FIBRA CRUDA

"Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosa contenida en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez (36).

1.7.5.2 FIBRA DIETÉTICA

La fibra dietética se define como los polisacáridos y lignina que no son digeridos por enzimas humanas (37).

El papel de la fibra indigerible o alimento o forraje indigesto en la dieta en el mantenimiento de salud, es ahora considerado tan importante nutricionalmente como los niveles de nutrimentos absorbibles en los alimentos. Los métodos empíricos para determinar el contenido en fibra cruda son de uso limitado porque los resultados pueden representar tan poco como 1/7 de la fibra dietética total de ciertos alimentos. La fibra dietética puede ser definida como constituida por todos los componentes de los alimentos que no son rotos porque las enzimas del conducto alimentario humano para formar compuestos de masa molecular menor, capaces de ser absorbidos al torrente sanguíneo. Estos incluyen hemicelulosas, sustancias pépticas, gomas, mucílagos, celulosa, lignina y polisacáridos

tecnológicamente modificados tales como la carboximetilcelulosa. Debe hacerse notar que algunas de estas sustancias no tienen estructura fibrosa y son solubles (37).

Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la fibra dietética. Dado que no es posible determinar los muchos componentes complejos individualmente de la fibra dietética, los métodos de uso práctico representan un compromiso entre la separación completa y su determinación y la aproximación empírica de fibra cruda (37).

1.7.5.3 DETERMINACIÓN DE FIBRA POR EL MÉTODO DE WEENDE

Los métodos se fundamentan en aislar la fracción del interés con la precipitación selectiva y después determinar su peso (3).

1.7.6 DETERMINACIÓN DEL pH (NTE INEN 389)

Durante el almacenamiento y deterioro de los alimentos, ocurren cambios por acción enzimática y desarrollo de bacterias. Estos cambios dependen de manera importante de la concentración del ion hidrogeno más que de la acidez titulable presente. La estabilidad de las proteínas también depende de la actividad del ion hidrogeno; de aquí que la medición del pH sea importante para conocer la eficacia de la conservación del producto (2).

El pH de un alimento se mide con un indicador de color o un pH metro. En las titulaciones ácido base se usan indicadores los que cambian de color a valores de pH específico (2).

1.7.7 CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICIENCIA

En la cromatografía líquida, la fase móvil es un líquido que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija (39).

Con el objeto de aumentar la eficiencia en las separaciones, el tamaño de las partículas de fase fija se fue disminuyendo hasta el tamaño de los micrones, lo cual generó la necesidad de

utilizar altas presiones para lograr que fluya la fase móvil. De esta manera, nació la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), que requiere de instrumental especial que permita trabajar con las altas presiones requeridas (39).

Dependiendo del tipo de fase fija y del tipo de fenómeno físico que provoca la separación, la cromatografía líquida de alta resolución puede ser:

1. Cromatografía de adsorción.

La fase fija es un sólido y se utiliza casi exclusivamente sílice (sílica) y en mucha menor medida alúmina.

2. Cromatografía de reparto.

En casi todos los casos, como fase estacionaria se utilizan compuestos unidos químicamente a un soporte sólido de sílica. Se la subdivide en cromatografía en fase normal y fase reversa. En la cromatografía en fase normal, la fase fija es polar (como por ejemplo agua o trietilenglicol) y los compuestos menos polares eluyen primero. En la cromatografía en fase reversa, el compuesto unido químicamente es un hidrocarburo alifático y se emplean fases móviles polares. En este caso, las sustancias más polares eluyen primero.

3. Cromatografía iónica.

Se utilizan columnas rellenas con resinas de intercambio iónico para separar y determinar iones.

4. Cromatografía de exclusión por tamaño.

La fase fija está formada por partículas poliméricas o de sílice que contienen una red uniforme de poros y llevan a cabo un fraccionamiento relacionado con el tamaño molecular.

Las moléculas de tamaño mayor son excluidas y eluyen primero, mientras que las más pequeñas que penetran en los poros son retenidas más tiempo (39).

El HPLC es una de las técnicas de laboratorio más utilizada como herramienta analítica para separar y detectar compuestos químicos (39).

Una parte fundamental de los cromatógrafos de HPLC es la bomba, se pueden clasificar según su funcionamiento y diseño en:

- Mecánicas
 - Recíprocantes
 - De desplazamiento contínuo
- Neumáticas (39)

1.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por tanto, no se puede lograr un aumento de la calidad microbiológica mediante el análisis microbiológico sino que lo que hay que hacer es determinar en la Industria cuáles son los puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana (los llamados Puntos Críticos del proceso) y evitarlos siguiendo un código estricto de Buenas prácticas de elaboración y distribución del alimento (BPE) (40).

1.8.1 HONGOS (LEVADURAS Y MOHOS) (NTE INEN 1529 - 10)

Los hongos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Levaduras: unicelulares
- Mohos: pluricelulares

En general, todos los hongos son heterótrofos, precisan compuestos orgánicos que contengan carbono como fuente de energía, son aerobios o anaerobios facultativos y, la mayoría de ellos viven como saprofitos en el suelo y agua (40).

Para la identificación de levaduras se recurre a pruebas bioquímicas similares a las que se utilizan para las bacterias, sin embargo, los mohos se identifican en base a su aspecto físico, lo que incluye las características de las colonias y la formación de esporas. Las colonias de mohos se describen como estructuras vegetativas porque están compuestas de células implicadas en el catabolismo y en el crecimiento. Los hongos suelen reproducirse por esporas (40).

1.9 PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Se usa estadística, cuando el estudio requiera describir aspectos o características de la realidad de modo local o global pero que la descripción de estas características no sean típicas de un solo elemento de la población sino que lo sean de la población misma (41).

1.9.1 ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA O ANOVA)

El objetivo principal de muchos experimentos consiste en determinar el efecto que sobre alguna variable dependiente Y tienen distintos niveles de algún factor X (variable independiente y discreta). El factor puede ser la temperatura, la empresa que ha producido el bien, el día de la semana, etc. (42).

Esencialmente, el diseño para el análisis simple de la varianza consistirá en obtener muestras aleatorias e independientes del valor de Y asociado a cada uno de los distintos niveles del factor X_1, X_2, \dots, X_n . Entonces podremos determinar si los diferentes niveles del factor tienen un efecto significativo sobre el valor de la variable dependiente comparando las medias de Y asociadas a los distintos niveles del factor (X_1, X_2, \dots, X_n), medida de la variación

dentro de cada nivel (MS-error). Si el MS-factor es significativamente mayor que el MS-error, concluiremos que las medias asociadas a diferentes niveles del factor son distintas. Esto significa que el factor influye significativamente sobre la variable dependiente Y. Si, por el contrario, el MS-factor no es significativamente mayor que el MS-error, no rechazaremos la hipótesis nula de que todas las medias, asociadas a diferentes niveles del factor, coinciden (42).

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Laboratorio de Farmacología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Bioquímica y Análisis de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.
- Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Cromatografía (HPLC) de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIAL VEGETAL

Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) proveniente del cantón Penipe de la provincia de Chimborazo

2.2.2 EQUIPOS Y MATERIALES

Balanza analítica

Congelador

pH metro

Refractómetro

Estufa

Autoclave

Desecadora

Incubadora

Selladora al Vacío	Pinza
Mufla	Crisoles de porcelana
Liofilizador	Crisoles de Gooch
Microondas	Lana de Vidrio
Deen Stark	Pesetas
Equipo Kjeldahl	Probeta graduada
Sorbona	Vidrio Reloj
Bomba de vacío	Vaso de Precipitación
Estufa	Bureta
HPLC	Matraz
Espectrofotómetro	Soporte Universal
Rotavapor	Papel Filtro
Computadora	Pipetas Graduadas
Cámara fotográfica	Pinzas Universales
Kitasato	Acrodiscos de Membrana
Matraces Volumétricos	Tapers (envases plásticos)
Cajas Petri	Trípode
Pipetas Volumétricas	Termómetro
Cápsulas de porcelana	Reverbero
Espátula	Varilla de vidrio

Gradilla

Gorro

Guantes estériles

Algodón

Mascarilla

Papel aluminio

2.2.3 REACTIVOS

Ácido Sulfúrico

Acetonitrilo

Hidróxido de Sodio

Detergente

Ácido Clorhídrico

Medio de cultivo: Agar Saboraud

Agua Destilada

Desinfectante

Rojo de Metilo

Azul de Bromocresol

Sulfato de Sodio

Alcohol n- amílico

Ácido Bórico

Lentejas de Zinc Metálico

Ácido Tricloro acético

Metanol

Ácido Fosfórico 0,05 M

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE EXPERIMENTAL

2.3.2 SECADO DE MORA EN MICROONDAS

En el proceso de deshidratación se empleó un microondas marca MABE MS-127V. Dimensiones: 30x18 cm². Una vez que se limpia y seca la materia prima, se realiza la eliminación de los peciolo, seguido de esto se corta en rodajas homogéneas, colocando el papel antiadherente en la respectiva bandeja del microondas y para el efecto se sometió a potencia de 80 W durante 80 minutos, tiempo en el cuál se logró obtener una humedad de 14.59%. Los parámetros de tiempo y temperatura fueron tomados de la referencia bibliográfica 18.

2.3.3 SECADO DE MORA EN BANDEJAS

En el proceso de deshidratación se empleó un secador en bandejas de capacidad de 3 Kg cada bandeja. Una vez que se lavaron, secaron y se les retiró su peciolo, fueron colocadas en mitades en las bandejas y para el efecto se sometió a temperatura de 80° C durante un tiempo de 1305 minutos, tiempo en el cuál se logró obtener una humedad de 3,1%. Los datos de tiempo y temperatura fueron tomados de la referencia bibliográfica 4.

2.3.4 LIOFILIZACIÓN DE MORA

- Determinar el tiempo de Liofilización
- Determinar los diámetros (3mm, 5mm, 8mm) que establezcan la eficacia de la liofilización

2.3.4.1 ANÁLISIS FÍSICO DE LA MORA

- Determinación de pH NTE INEN 389
- Evaluación sensorial (Color, Olor y Sabor)

2.3.4.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

2.3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (Técnica NTE INEN 382)

Fundamento

Método gravimétrico mediante la desecación en estufa de aire caliente a 103°C durante 24 horas.

Procedimiento

- Pesarse 1-5 g de muestra homogenizada en una cápsula de porcelana previamente tarada.
- Desecar en estufa a 105° C por un lapso de 2 a 3 horas.
- Enfriar en desecador y pesar.
- Desecar hasta obtener peso constante.

Cálculos:

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

Donde:

%H= humedad

W₁= masa de la cápsula vacía en g

W_2 = masa de la cápsula con muestra en g

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

2.3.4.3 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

Principio

Se lleva a cabo por medio de la incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2 , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

Procedimiento

- Colocar la capsula en la mufla y calentarla durante $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, transferir al desecador para enfriamiento y pesarla con aproximación al 0.1 mg (W_1)
- Pesar la cápsula, 10 g de muestra con aproximación al 0.1 mg y colocar sobre la fuente calórica a $150^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ para evaporación. (W_2)
- Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo.
- Colocar la cápsula con su contenido en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas blancas, las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada
- Evapore sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se seca al desecador por 30 minutos.
- Pesar la capsula con su contenido, con aproximación al 0.1 mg. (W_3)

CÁLCULOS

El contenido de cenizas se determina mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

Siendo:

C= contenido de cenizas, en porcentaje de masa

m₁= masa de la cápsula vacía, en gramos

m₂= masa de la cápsula con la muestra, en gramos

m₃= masa de la cápsula con las cenizas, en gramos

2.3.4.4 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA: MÉTODO DE WEENDE

PRINCIPIO

Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.

Se basa en la sucesiva separación de minerales, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno; la separación de estas sustancias se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua; los minerales que no se solubilizaron ni en ácido ni en álcali, quedan como constituyentes de la ceniza obtenida del residuo seco insoluble en ácido y en álcali. Por diferencia estos dos últimos parámetros se obtiene la fibra bruta.

PROCEDIMIENTO

- Se pesa 2g de muestra seca y desengrasada y se coloca en el vaso de precipitación cubierto con un vidrio reloj con núcleos de ebullición y 250 mL de ácido sulfúrico 1.25.5.

- Se coloca el vaso sobre el reverbero, subir la parrilla y se calienta hasta ebullición.
- Se mantiene la ebullición por media hora exacta, contados a partir de que empieza a hervir.
- Se retira el vaso de la fuente calórica, se enfría y se filtra al vacío.
- Se lava el vaso y el residuo del papel con 250 mL de agua destilada caliente.
- El residuo se trasvasa cuantitativamente al vaso de precipitación y se añade 250 mL de NaOH 1.25%.
- Se coloca el vaso sobre el reverbero, se sube la parrilla y se calienta hasta ebullición.
- Se mantiene la ebullición por media hora exacta, contados a partir de que empieza a hervir.
- Se retira el vaso del calor, se enfría y se filtra por crisol de Gooch conteniendo una capa de lana de vidrio y previamente tarado.
- Se lava el vaso y el residuo del papel con 250 mL de agua destilada caliente.
- Se lava por último con 15 mL de hexano o etanol.
- Se coloca el crisol de Gooch en la estufa a 105°C durante toda la noche, luego se enfría en desecador y se pesa.
- Se coloca el crisol de Gooch en la mufla a 600°C por media hora, se enfría en desecador y se pesa.

CÁLCULOS:

$$\%F = \frac{P1 - P}{m} \times 100$$

En donde:

%F = Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje en masa

P1 = masa del crisol más el residuo desecado en la estufa en g

P = masa del crisol más las cenizas después de la incineración en mufla en g

m = masa de la muestra seca y desengrasada tomada para la determinación en g

2.3.4.5 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (TÉCNICA AOAC 2049)

Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión a una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO_2 y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio, este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solo en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50 % y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl 0.1 N

Procedimiento

- Se pesa primeramente el papel bond, (W_1) luego por adición se pesa un gramo de muestra y se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. (W_2)
- En este contenido del papel más la muestra se añade 8 gramos de sulfato de sodio más 0.1 gramos de sulfato cúprico.
- Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 25 ml de H_2SO_4 concentrado (grado técnico)
- Cada balón con todo este contenido es llevado hasta las hornillas del macro kjeldahl para su digestión a una temperatura graduada en 2.9 por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifique la digestión
- Luego de ese tiempo son enfriados hasta que se cristalice el contenido de los balones
- Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces Erlenmeyer 50 ml de ácido

bórico al 2.5% y los colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación

- En cada balón con la muestra cristalizada se coloca 250 ml de agua destilada más 80 ml de NAOH al 50% añadiendo también tres lentejas de zinc, con todo este contenido son llevados a las hornillas para dar comienzo a la fase de destilación
- El amoníaco como producto de la destilación es receptado hasta un volumen de 200 ml en cada matraz
- Se retira los matraces con su contenido, mientras que el residuo que se encuentra en el balón es desechado y se recupera las lentejas de zinc
- Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta y el agitador magnético
- En cada matraz se coloca 3 gotas del indicador macro kjeldahl
- Las barras de agitación magnética son colocadas en el interior de cada matraz y llevadas sobre el agitador magnético y se carga la bureta con HCl 0.1 N
- Se prende el agitador y se deja caer gota a gota el ácido clorhídrico, hasta obtener un color grisáceo transparente que es el punto final de titulación
- El número de ml de HCl al 0.1N gastado se registra para el cálculo respectivo.

CÁLCULOS

$$\%P = \frac{1.4 \times f \times V \times N}{m}$$

En donde:

%P= contenido de proteína en porcentaje de masa

f = factor para transforma el %N2 en proteína y que es específico para cada alimento

V= volumen de HCl o H2SO4 N/10 empleado para titular la muestra en mL

N= normalidad del HCl

2.3.4.6 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Principio

La detección del contenido de sólidos solubles se efectúa por refractometría. Es el porcentaje en masa de sacarosa de una solución acuosa de sacarosa que, en determinadas condiciones, tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado. El contenido en sólidos solubles del producto se expresa en gramos por 100 gramos. En el índice de refracción del producto influye la presencia de otros materiales solubles como ácidos orgánicos, minerales, aminoácidos, etc. Debido al alto contenido en ácidos de los jugos y de los concentrados de cítricos, es necesaria una corrección del valor del grado Brix

Procedimiento

El refractómetro debe calibrarse siguiendo las instrucciones del fabricante. Los valores correspondientes a los sólidos solubles de la muestra se miden normalmente a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Antes de cada medida o de cada calibración, se limpia con agua la superficie del cristal del refractómetro y se seca con papel filtro el agua que queda adherida

- Se coloca una pequeña cantidad de muestra sobre el prisma inferior del refractómetro.
- Se comprueba que la muestra cubre de manera uniforme la superficie del cristal cuando los prismas quedan unidos.
- Se espera que la muestra alcance el equilibrio térmico (30 segundos aproximadamente) y se hace la medida siguiendo las instrucciones del aparato. Es importante que durante la medida la temperatura se mantenga constante
- Se lee directamente el porcentaje de contenido en sacarosa con aproximación del 0.1%. Se deben hacer al menos dos determinaciones de la misma muestra

2.3.4.7 DETERMINACIÓN DE GRASA CRUDA (BRUTA)

MÉTODO DE SOXHLET

PRINCIPIO

Se considera grasa al extracto etéreo que se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.

El extractor utilizado en el siguiente método es el Soxhlet. Es un extractor intermitente, muy eficaz, pero tiene la dificultad de usar cantidades considerables de disolvente. El equipo de extracción consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho, que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitente y, el recipiente colector, donde se recibe o deposita la grasa.

PROCEDIMIENTO

- Se pesa 2 g de muestra seca y se coloca en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.
- En el balón previamente tarado, se adiciona 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo.
- Se embona la cámara de sifonación al balón.
- Se coloca el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
- Se enciende la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y se extrae por 8 a 12h.
- Al terminar el tiempo, se retira el balón con el solvente más el extracto graso y se destila el solvente.

- El balón con la grasa bruta o cruda se coloca en la estufa por media hora, se enfría en desecador y se pesa.

CÁLCULOS

$$\%G (\%Ex.E) = \frac{P_1 - P}{m} \times 100$$

En donde:

%G= grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P₁ = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g

P = masa del balón de extracción vacío en g

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g

2.3.4.8 ANÁLISIS DEL VALOR NUTRACÉUTICO DE LA MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

2.3.4.8.1 DETERMINACIÓN DE ANTOCIANOS

Para este ensayo se utilizó el método de espectrofotometría

Principio

Consiste en la determinación de la absorbancia en el campo visible a una longitud de onda de 528 nm.

Preparación del estándar de Antocianos

- Pesar exactamente posible 10 g de mora
- Triturar cuidadosamente con 50 ml de metanol acidificado al 1% y filtrar
- Evaporar al vacío el filtrado y Colocar en una estufa a 60°C por 6 horas
- Luego tomar 1 mg y aforar a 50 ml

- Colocar en el vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro

Preparación de la muestra de mora fresca

- Pesar exactamente posible 1 g de la muestra
- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado al 1% y filtrar
- Aforar a 50 ml con metanol acidificado al 1%
- Tomar una alícuota de 2 ml y aforar a 10 ml
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro

Preparación de la muestra del Liofilizado

- Pesar exactamente posible 0.1 g de la muestra
- Triturar cuidadosamente con metanol acidificado al 1% y filtrar
- Aforar a 50 ml con metanol acidificado al 1%
- Tomar una alícuota de 2 ml y aforar a 10 ml
- Colocar en vial de vidrio para su lectura en el espectrofotómetro }

Cuantificación de antocianos totales

$$\text{Concentración de antocianos } (\mu\text{g/g}) = \frac{AbM \times C.E. \times F.D.}{Ab.E}$$

Dónde:

Ab. M = Absorbancia de la muestra

C.E. = Concentración del Estándar

Ab. E = Absorbancia del estándar

F.D = Factor de Dilución

2.3.4.8.2 DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

Para este ensayo se utilizó el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Principio

Consiste en una cromatografía de partición en fase reversa, fase móvil polar con la detección en el campo ultravioleta a una longitud de onda de 254 nm.

Condiciones

Columna: C18

Flujo: 1mL/min

Detector: UV Visible 254 nm.

Fase móvil: H₃PO₄ 0.05 M Sistema Isocrático

Preparación del estándar de Vitamina C

- Pesar exactamente 0.01 g de ácido ascórbico estándar
- Aforar a 50 ml con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC (solución estándar de vitamina C)
- Tomar 1 ml y aforar a 10 ml
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana de poro 0.22 μ m
- Colocar en el vial de vidrio para su inyección

Preparación de la muestra de la mora fresca

- Pesar exactamente posible 0.1 g de la muestra
- Aforar a 100 ml con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana de poro 0.22 μ m.
- Colocar en el vial de vidrio para su inyección

Preparación de la muestra del Liofilizado

- Pesar exactamente 0.1 g de la muestra
- Aforar a 100 ml con ácido fosfórico 0.05 M grado HPLC
- Volumétricamente tomar 2.5 ml de la solución y aforarla a 10 ml
- Filtrar el sobrenadante con acrodiscos de membrana de poro 0.22 μm
- Colocar en el vial de vidrio para su inyección

Cuantificación de Vitamina C

$$\text{Concentración de Vitamina C } (\mu\text{g/g}) = \frac{A M \times C.E. \times F.D.}{A E}$$

Dónde:

A. M = Área de la muestra

C.E. = Concentración del Estándar

A. E = Área del estándar

F.D = Factor de Dilución

2.3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

DETERMINACIÓN DE HONGOS (Mohos y Levaduras)

Para este ensayo se utilizó la NTE INEN 1529-10.

- Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear por duplicado alícuotas de un mililitro de cada una de las disoluciones decimales en la placa Petri adecuadamente identificadas.
- Iniciar por la disolución menos concentrada, inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 ml de Saboraud dextrosa fundida

y templada a $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, la adición del cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución

- Delicadamente mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén 5 veces en una dirección, hacer girar 5 veces en sentido de las agujas del reloj, volver a imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme un ángulo recto con la primera y hacerla girar 5 veces en sentido contrario de las agujas del reloj.
- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25°C por 5 días
- Examinar a los 2 días y comprobar si se ha formado o no micelio aéreo
- Inmediatamente verter

2.3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Test ANOVA (ADEVA) para muestras dependientes para el análisis de Antocianos totales y Vitamina C en mora fresca y liofilizada en sus cuatro dimensiones (entera de 27 mm, 8 mm, 5 mm, 3 mm). En caso que existan diferencias significativas en el análisis de Antocianos totales y Vitamina C se aplica el test de tuckey.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 LIOFILIZACIÓN DE LA MORA

En el proceso se empleó el equipo liofilizador básico de marca Thermo Scientific, a temperatura del condensador de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y presión de 1 mbar.

Una vez que se lavaron las moras, se las seco y se les retiró los peciolo, fueron troceadas en diámetros de espesor de 27mm, 8 mm, 5 mm y 3 mm, utilizando para el efecto un calibrador, seguido de esto se las coloco en un recipiente forrado de papel antiadherente y se las sometió a congelación a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo de 8 horas, para luego ser colocadas rápidamente hasta las $\frac{3}{4}$ partes en los frascos de fondo redondo del equipo, controlando durante la primera hora del proceso de liofilización que no hayan fugas en el vacío, lo que visiblemente se demostraba con la congelación permanente de las moras. El proceso de liofilización duró 6 días continuos (144 horas), tiempo en el cuál se logró obtener una humedad de hasta 2.2% en el caso de moras liofilizadas a 27 mm.

3.3.2 TIEMPO DE LIOFILIZACIÓN

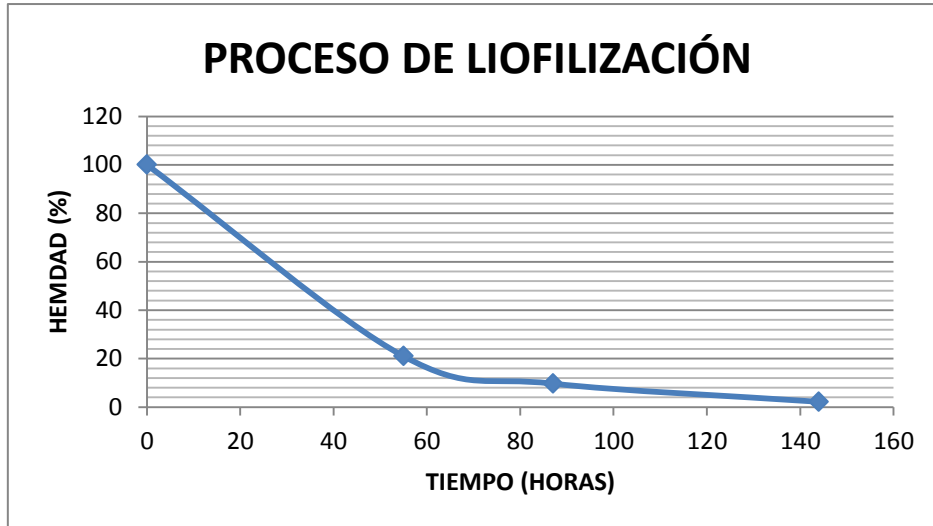


GRÁFICO No. 1. RELACIÓN DE LA HUMEDAD Vs TIEMPO EN EL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

Al analizar el Grafico No 1, se evidencia que la pérdida de agua sucede inicialmente de manera acelerada en las primeras 55 horas, liberándose el 80%, el 20% restante se pierde en forma lenta y progresiva hasta completar 144 horas. Estos resultados no concuerdan en el tiempo de secado por liofilización con los obtenidos por P. VITERI (2009), en su trabajo “Parámetros en Liofilización” que explica que “Para el estudio se utilizó un equipo piloto de liofilización, tipo RAY1, con una capacidad de 12 Kg por lote, con vacío de $1.15 \pm 0,5$ mmHg, lo cual proporcionaba el equipo que se utilizó. La duración típica del ciclo de secado de alimentos se encuentra entre 5 a 10h”; por que para este proyecto se utilizó un liofilizador básico para laboratorio con capacidad de 1,5 kg por lote y un vacío de 0,64 mmHg y además a diferencia del utilizado por P. VITERI en el 2009, que dispone de bandejas que facilita una mayor superficie para el proceso de secado que en consecuencia requiere menor tiempo, pues el utilizado en nuestro trabajo son frascos que retardan el secado.

Pero el proceso de pérdida de agua acelerada en las primeras etapas y lenta en la última concuerdan con los resultados obtenidos por P. VITERI, en su trabajo “Parámetros en Liofilización” en el que expresa que “La difusión de vapor aumenta con la porosidad, razón por la cual la lenta velocidad de descongelación del producto provoca rápida velocidad de secado ya que los cristales formados son voluminosos y se transforman en poros después de la sublimación. Los cristales formados durante la congelación son más pequeños en cuanto mayor es el extracto seco inicial. Por lo tanto, la velocidad de liofilización disminuye cuando aumenta el extracto seco del producto”

3.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

Para la evaluación sensorial se utilizó los órganos de los sentidos como son: vista, olfato, gusto, para medir las reacciones que produce la mora en los mismos, permitiendo un control del producto inicial y final. Como se ve en el cuadro No 1 los parámetros organolépticos en la mora liofilizada se han intensificado considerablemente en comparación con los de la mora fresca.

Estos resultados coinciden con los nombrados por CHARM y YANOVSKY en su “Revisión bibliográfica de Liofilización” (2003), que dice que “A diferencia de lo que ocurre en el secado por calor, con la liofilización en alimentos el encogimiento es mínimo, el aspecto, la textura, el sabor y el aroma, no se pierden se intensifican y se mantienen las características nutricionales, por lo que estos alimentos poseen un valor agregado de aproximadamente 1200%”

El paso de color rojo en mora fresca a rojo intenso en mora liofilizada, concuerda con lo indicado por TERRONI EQUIPAMENTOS LTDA, en su “Manual básico de liofilización” (1999), en el que expresa que “Los productos solidificados por congelación, presentarán formaciones de pequeños cristales de hielo y cambios de pH inducidos por la precipitación de sales en las soluciones concentradas, lo que provoca, cuando estén secos cambios de color en las antocianinas, es decir una coloración más clara si se los compara con el material seco realizado a partir de otros métodos”.

El olor es el típico de la fruta natural y el sabor es un tanto agridulce en muestras liofilizadas, esto es debido a la concentración de azúcares.

CUADRO No 1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL REALIZADA EN MORA FRESCA Y DESHIDRATADA POR EL MÉTODO DE LIOFILIZACIÓN.

PARÁMETROS	MORA FRESCA	MORA LIOFILIZADA
Color	Rojo	Rojo Intenso
Olor	Frutal	Frutal
Sabor	Ácido	Ácido (agridulce)

3.3.4 CONTENIDO DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C

Obtenida la mora liofilizada, se procedió a realizar el análisis de contenido de Antocianos y vitamina C en moras frescas y liofilizadas a diferentes dimensiones como observamos en el cuadro No 2. Determinándose que el contenido de Antocianos y vitamina C de la mora fresca en base seca es de 773 mg/100g y 103.8 mg/100g respectivamente, siendo este valor el comparativo con las muestras liofilizadas enteras en donde el contenido de antocianos es de 645,5 mg/100g con una pérdida de 16.5 % y 81.3 mg/100g de vitamina C con una pérdida de 21.7% , mientras que ha diámetros de 3mm el contenido de antocianos es de 557.3 mg/100g con una pérdida de 27.9% y 63.9 mg/100g de Vitamina C, con una pérdida de 38.4%, a 5mm el contenido de antocianos es de 572.8 mg/100g con una pérdida de 25.9% y 75.7 mg/100g de Vitamina C con una pérdida de 27.1% , finalmente a 8 mm el contenido de antocianos es de 567.4 mg/100g con una pérdida de 26.6% y 69.6 mg/100g de Vitamina C con una pérdida de 32.9 % , tal como se observa en el cuadro No 2 , es decir que en moras enteras los antocianos y vitamina C, se conservan de mejor manera.

CUADRO No 2. CONTENIDO PROMEDIO DE ANTOCIANOS Y VITAMINA C EXPRESADOS COMO mg/100g DE BASE SECA Y PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA EN DIMECIONES DE 3mm, 5mm, 8mm Y ENTERA.

MORA	ANTOCIANOS		VITAMINA C	
	Base Seca (mg/100 g)	% Pérdida	Base Seca (mg/100 g)	% Pérdida
FRESCA	773		103.8	
LIOFILIZADA ENTERA	645.5	16.5	81.3	21.7
LIOFILIZADA 3mm	557.3	27.9	63.9	38.4
LIOFILIZADA 5 mm	572.8	25.9	75.7	27.10
LIOFILIZADA 8 mm	567.4	26.6	69.6	32.9

En el gráfico No 2 se aprecia la relación del contenido de antocianos y en el gráfico No 3 se aprecia la relación de contenido de vitamina C en mora fresca, liofilizada entera (27mm) y a dimensiones de 8 mm, 5 mm, 3 mm, observándose que en mora entera liofilizada es menor la pérdida de estos indicadores, ya que tanto en vitamina C como Antocianos cuando se rompen los tejidos en este caso por el troceado quedan expuestos y son menos retenidos estos parámetros en la congelación.

Estos resultados concuerdan con lo expresado por C. MARQUEZ, H. CIRO Y B. ROJANO (2003), en su trabajo “Efecto de un proceso de deshidratación por bandejas con aire forzado en la composición química y nutricional de la mora de castilla (*Rubus glaucus*)” en el cuál concluyen que “El porcentaje de pérdida de vitamina C es linealmente creciente con respecto al aumento de temperatura y troceado de la mora de castilla” y F. MORA en su libro titulado “Alimentos de Lujo” expresa que “Al someter a

los alimentos a temperaturas inferiores a las de su punto de congelación, se producen pérdidas en algunas vitaminas y pigmentos hidrosolubles”

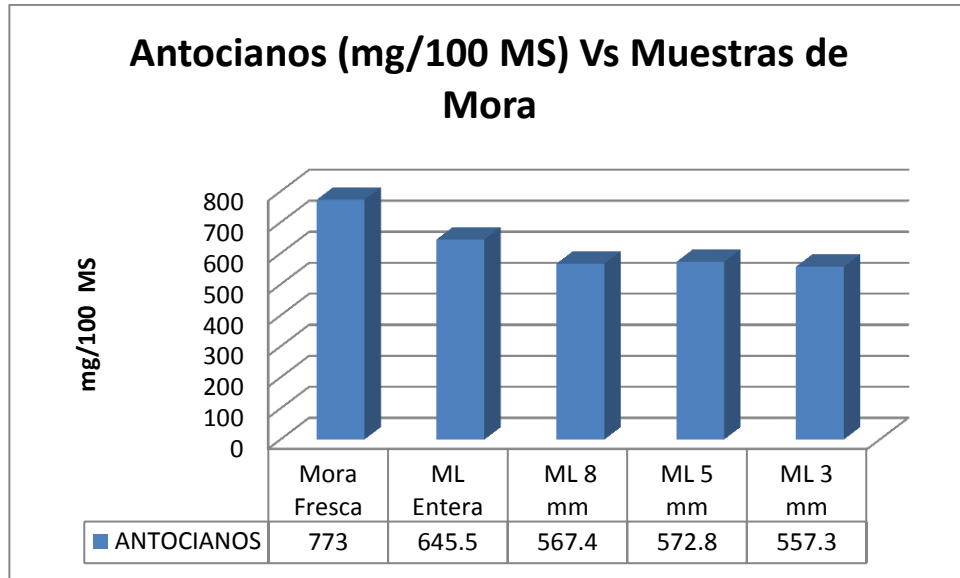


GRÁFICO No. 2. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE ANTOCIANOS EXPRESADOS EN BASE SECA EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA ENTERA, DE 8 mm, 5 mm y 3 mm.

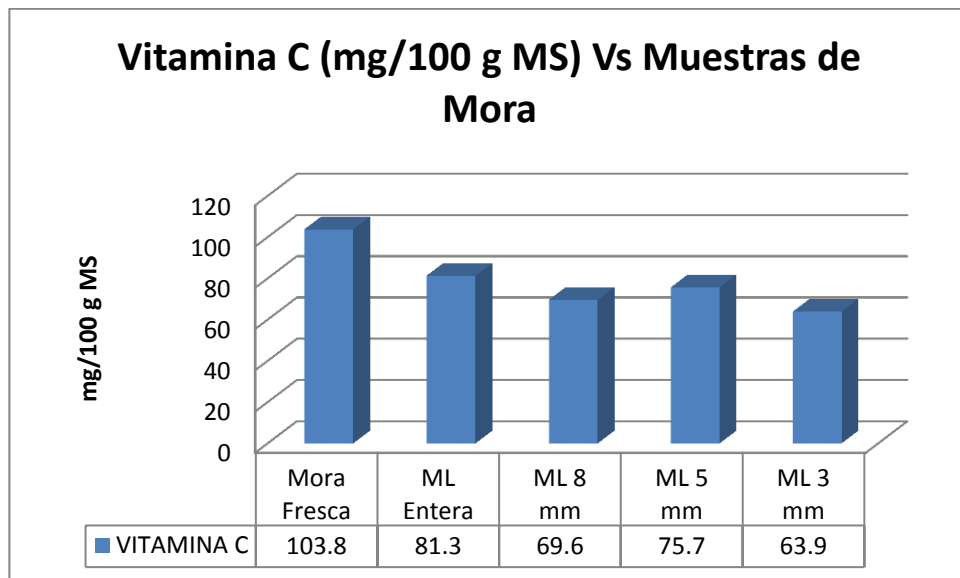


GRÁFICO No. 3. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EXPRESADOS EN BASE SECA EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA ENTERA(27mm), DE 8 mm, 5 mm y 3 mm.

TEST ADEVA PARA LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS EN MORA LIOFILIZADA A CUATRO DIMENSIONES.

CUADRO No 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE ANTOCIANOS EXPRESADOS COMO mg/100g DE BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA EN DIMENSIONES DE ENTERA (27 mm), 8mm, 5mm, 3mm.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	14480,85713	14480,85713	933,234 361	3,31078E-11
Residuos	10	155,168495	15,5168495		
Total	11	14636,02563			

Se aplicó el ADEVA para el contenido de Antocianos en muestras liofilizadas con tres repeticiones para las dimensiones de 27mm, 3mm, 5mm y 8mm encontrándose que existe diferencia significativa al 95% de confiabilidad entre las cuatro dimensiones referidas. (Cuadro No 3)

CUADRO No 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO SEGÚN TUKEY DEL CONTENIDO DE ANTOCIANOS EXPRESADOS COMO mg/100g DE BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA EN DIMENSIONES DE ENTERA (27 mm), 8mm, 5mm, 3mm.

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY ($\alpha= 5\%$)		
T. Partícula	Media	Rango
27mm (entera)	645,45	A
8mm	567,37	C
5mm	572,80	B
3mm	557,33	D

El contenido de Antocianos aplicando el test de Tuckey (cuadro No 4), ratifica lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de antocianos en

moras liofilizadas a 4 dimensiones, debido a que cada muestra forma un subconjunto diferente, es decir ninguna se superpone, pero por existir un contenido mayor de vitamina C en mora a entera (27mm), esta es la muestra elegida, a nivel de confiabilidad del 95%

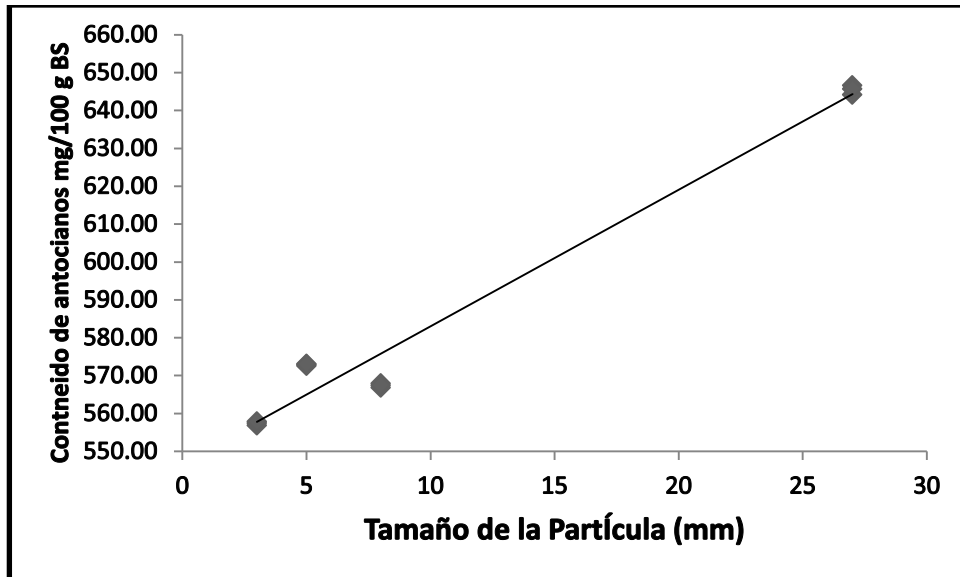


GRÁFICO No. 4. RELACIÓN DE LAS MEDIAS DEL CONTENIDO DE ANTOCIANOS EXPRESADOS EN BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA ENTERA, DE 8 mm, 5 mm y 3 mm.

Al analizar el gráfico 4, existe una correlación lineal de 0.9723, entre el contenido de Antocianos y el tamaño de las rodajas de mora.

TEST ADEVA PARA LA CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN MORA LIOFILIZADA A CUATRO DIMENSIONES.

CUADRO No 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EXPRESADOS COMO mg/100g DE BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA EN DIMENSIONES DE ENTERA (27 mm), 8mm, 5mm, 3mm.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	326,529644	326,529644	17,82104 18	0,00176743
Residuos	10	183,227023	18,3227023		
Total	11	509,756667			

Se aplicó el ADEVA para el contenido de vitamina C en muestras liofilizadas con tres repeticiones para las dimensiones de 27mm, 3mm, 5mm y 8mm, encontrándose que existe diferencia significativa al 95% de confiabilidad entre las cuatro dimensiones referidas. (Cuadro No 5)

CUADRO No 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO SEGÚN TUKEY DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EXPRESADOS COMO mg/100g DE BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA EN DIMENSIONES DE ENTERA (27 mm), 8mm, 5mm, 3mm.

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5 %		
T. Partícula	Media	Rango
27	81,30	A
8	69,57	C
5	75,67	B
3	63,93	D

El contenido de vitamina C aplicando el test de Tuckey (cuadro No 6), podemos ratificar lo antes mencionado que existe una diferencia significativa en el contenido de vitamina C en moras liofilizadas a 4 dimensiones, debido a que cada muestra forma un subconjunto

diferente, es decir ninguna se superpone, pero por existir un contenido mayor de vitamina C en mora a entera (27mm), esta es la muestra elegida, a nivel de confiabilidad del 95%.

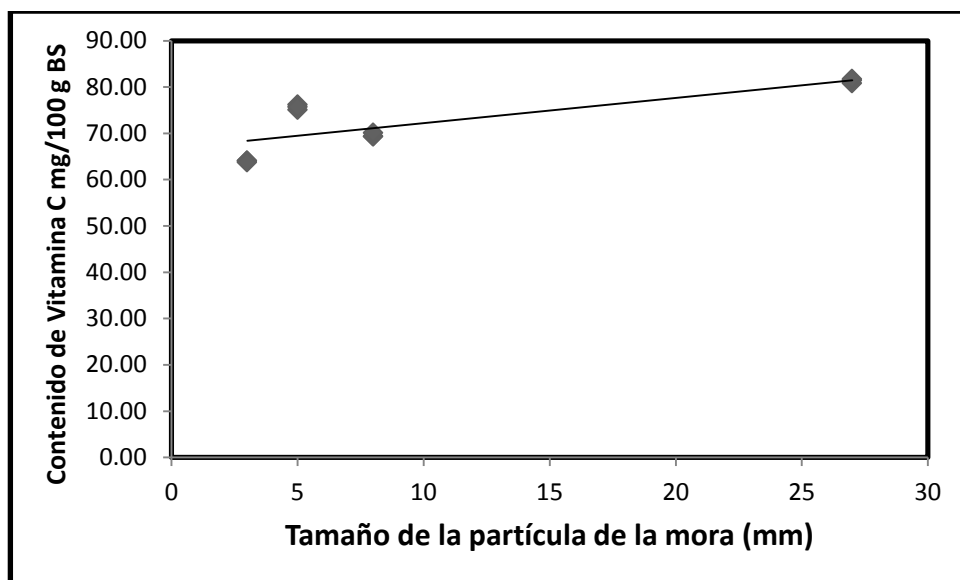


GRÁFICO No. 5. RELACIÓN DE LAS MEDIAS DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EXPRESADOS EN BASE SECA EN MORA LIOFILIZADA ENTERA (27 mm), 8 mm, 5 mm y 3 mm.

Al analizar el gráfico 5, que existe una correlación lineal de 0.9723, entre el contenido de Antocianos y el tamaño de las rodajas de mora.

3.3.5 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

Todas las determinaciones tanto físicas como químicas, se realizaron por duplicado tanto en mora fresca como liofilizada entera y cuyos valores se encuentran expresados en mg/100 g de base seca.

3.3.5.1 DETERMINACIÓN DE pH

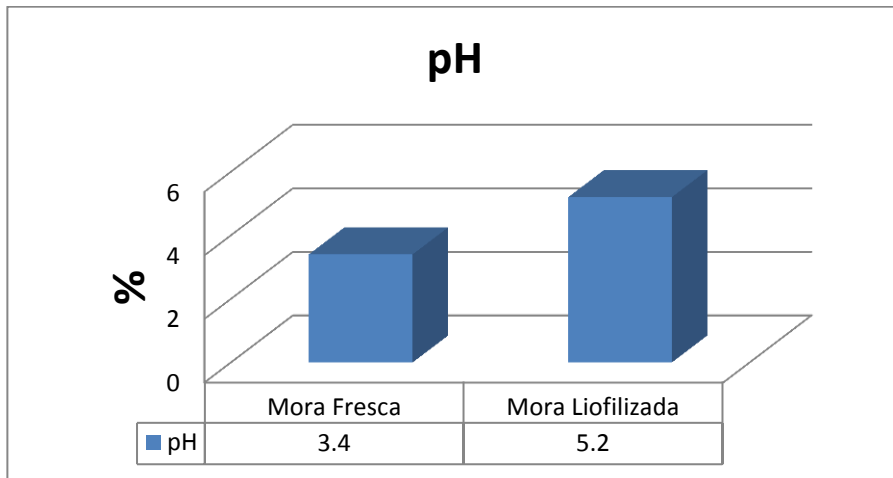


GRÁFICO No. 7. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE pH EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

Como se aprecia en el Gráfico N° 7 la mora fresca tiene un pH de 3.4 y la liofilizada un pH de 5.2, la diferencia es concordante ya que el uno está en su estado natural y el otro ya fue sometido a un tipo de deshidratación, en donde los ácidos se combinan y forman sales, lo que hace que se neutralicen y por lo tanto la acidez baje.

3.3.5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

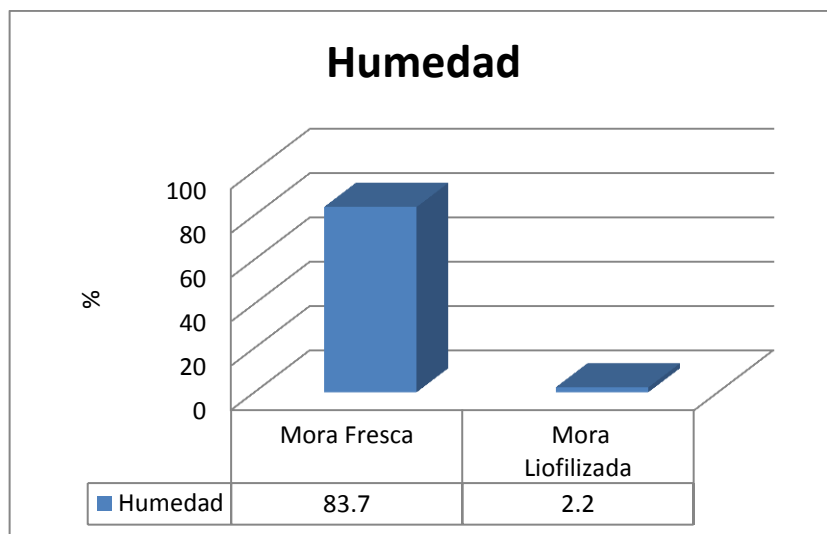


GRÁFICO No. 8. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

Como se aprecia en el gráfico No 8 se determinó un promedio de humedad de 83.7% en mora fresca y 2.2% en mora liofilizada, la diferencia es concordante ya que la primera se encuentra en su estado natural y la otra fue sometida a deshidratación por liofilización por tanto ya no cuenta con agua libre; de esta forma tiene mayor concentración de solutos lo que permite un prolongado tiempo de vida útil.

3.3.5.3 DETERMINACIÓN DE CENIZA

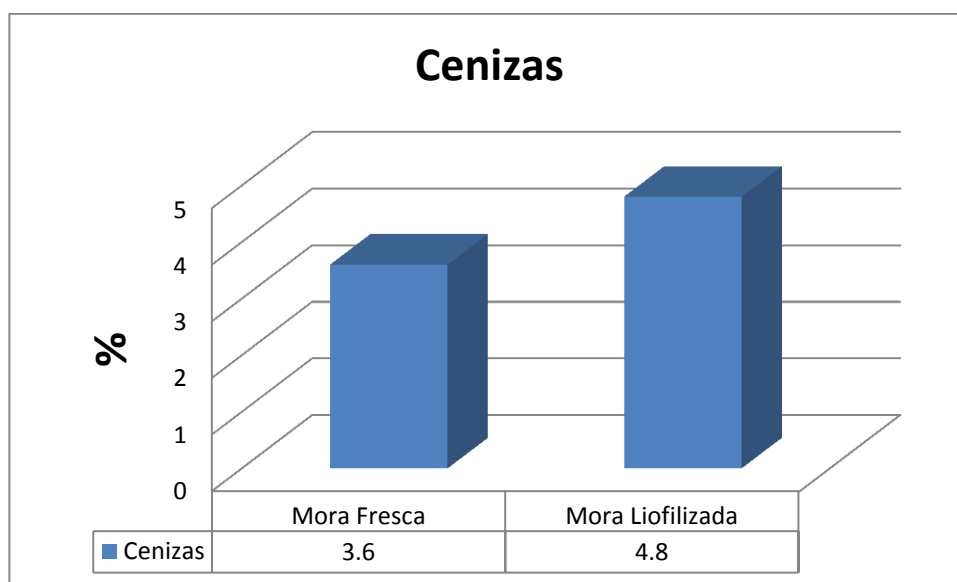


GRÁFICO No. 9. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS EXPRESADO EN BASE SECA DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

De los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio para la determinación de cenizas, se aprecia en el gráfico No 9 que el porcentaje promedio de cenizas es mayor en la mora liofilizada (4.8%) que en la mora fresca (3.6%)

Este aumento en el liofilizado se debe a que según progresa la deshidratación, el contenido de agua disminuye permitiendo que los elementos minerales se encuentren en mayor concentración.

3.3.5.4 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

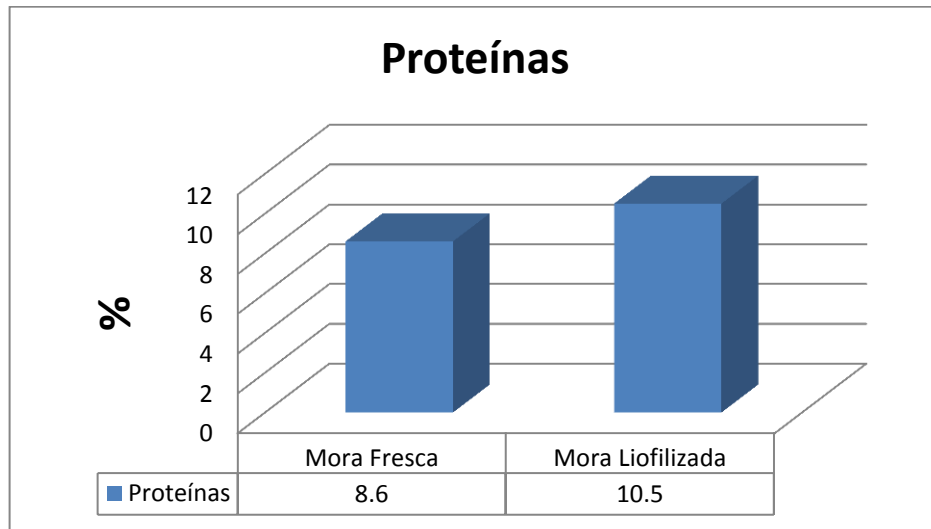


GRÁFICO No. 10. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNAS EXPRESADA EN BASE SECA DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio, se observa en el gráfico No 10 que la proteína en mora fresca es de 8.6%, mientras que en el liofilizado es de 10.5%, esto se debe a que a medida que progresa la liofilización el agua disminuye y los solutos se concentran, lo que indica que el valor nutritivo del liofilizado se incrementa con relación a la muestra fresca.

3.3.5.5 DETERMINACIÓN DE GRASA

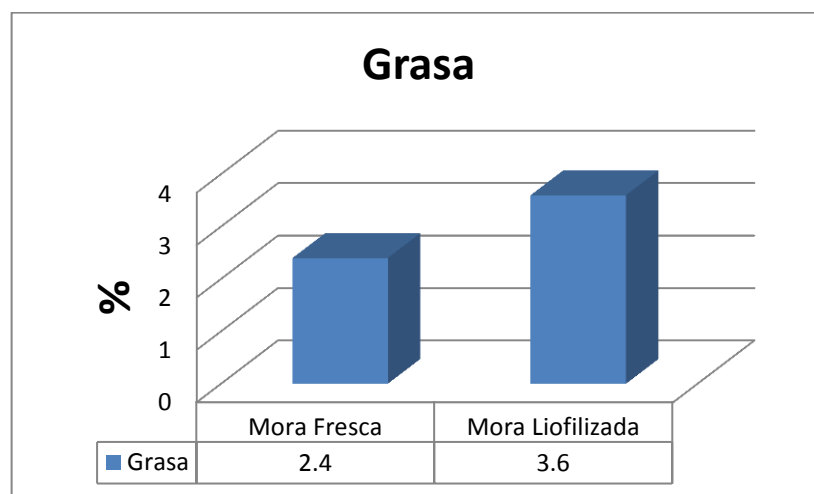


GRÁFICO No. 11. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA EXPRESADA EN BASE SECA DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

En el gráfico No 11 se indica según el análisis que el % de grasa en la mora liofilizada está aumentada, esto se debe a que las grasas son insolubles en agua y con la pérdida de humedad se concentran y aumentan su contenido.

3.3.5.6 DETERMINACIÓN DE FIBRA

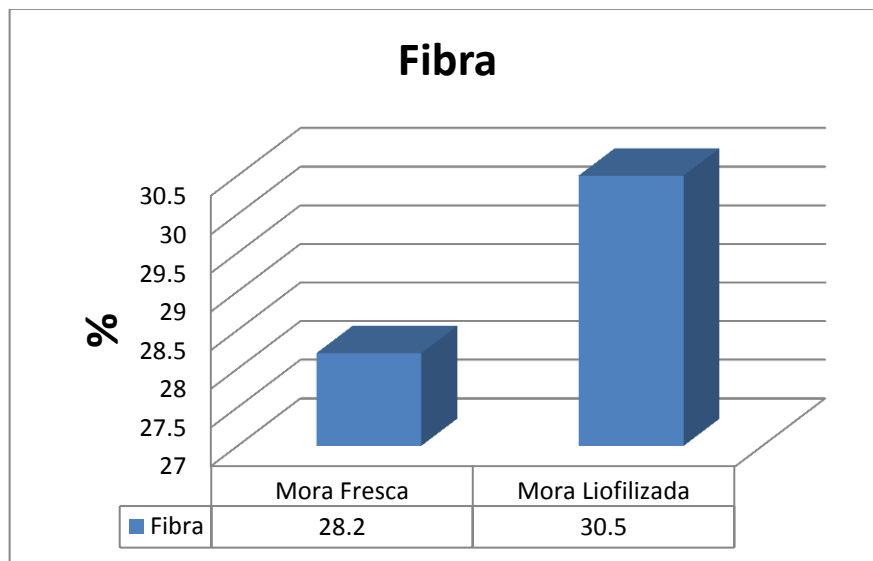


GRÁFICO No. 12. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE FIBRA EXPRESADA EN BASE SECA DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

Como se observa en el gráfico No 12 el porcentaje promedio para la determinación de fibra en mora fresca es de 28.2%, siendo este contenido mayor en mora liofilizada con un porcentaje de 30,5%.

Este aumento se debe a que a medida que el agua va eliminándose, la concentración de solutos es mayor desplazándose hacia la superficie del alimento. El mayor contenido de fibra en este producto nos indica que podría usarse en la dieta alimenticia, no únicamente como alimentos nutritivos, sino también como alimentos nutracéutico.

3.3.7 DETERMINACIÓN DE AZÚCARES

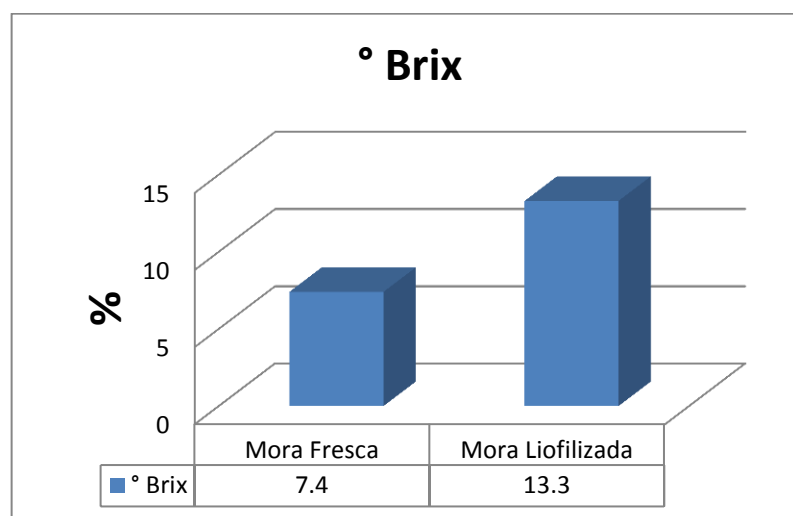


GRÁFICO No. 13. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE GRADOS BRUX DE MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

En el gráfico No 13 se pueden apreciar que el contenido de azúcares totales aumenta en el liofilizado con respecto a la fruta fresca de 7.4% a 13.3%.

El porcentaje de azúcares es mayor en el liofilizado que en la mora fresca, ya se elimina el agua libre y estos son arrastrados, hacia el exterior del alimento donde se concentran.

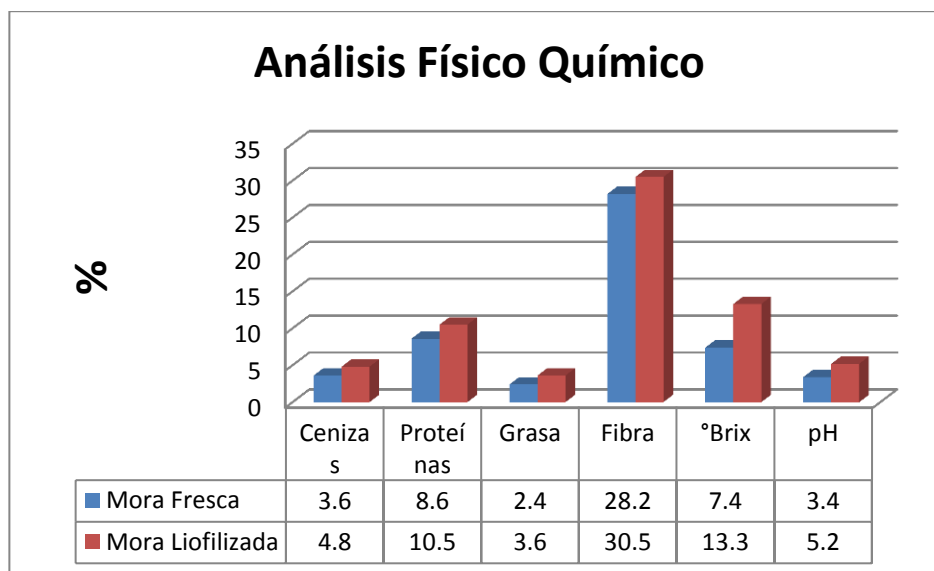


GRÁFICO No. 14. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS, PROTEÍNAS, GRASA, FIBRA, pH Y AZÚCARES EXPRESADOS EN BASE SECA EN MORA FRESCA Y LIOFILIZADA

3.3.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MORA FRESCA Y DESHIDRATA

El análisis se realizó por duplicado, tanto en mora fresca como en mora liofilizada entera, que fue la seleccionada para estos análisis por poseer menor % de pérdidas en vitamina C y en Antocianos.

CUADRO No 7. CONTENIDO PROMEDIO DE HONGOS (MOHOS Y LEVADURAS EN MUESTRAS ESTUDIADAS

HONGOS				
Muestra	Moho UPC/gramo	Dato Bibliográfico	Levaduras UPC/gramo	Dato Bibliográfico
Mora Fresca	-----	-----	1600	-----
Mora Liofilizada Entera	-----	10^{-2}	-----	10^{-2}

El dato bibliográfico expuesto en la gráfica N° 14 está basado en el “Sistema de Normas Sanitarias De Alimentos”. Norma Cubana

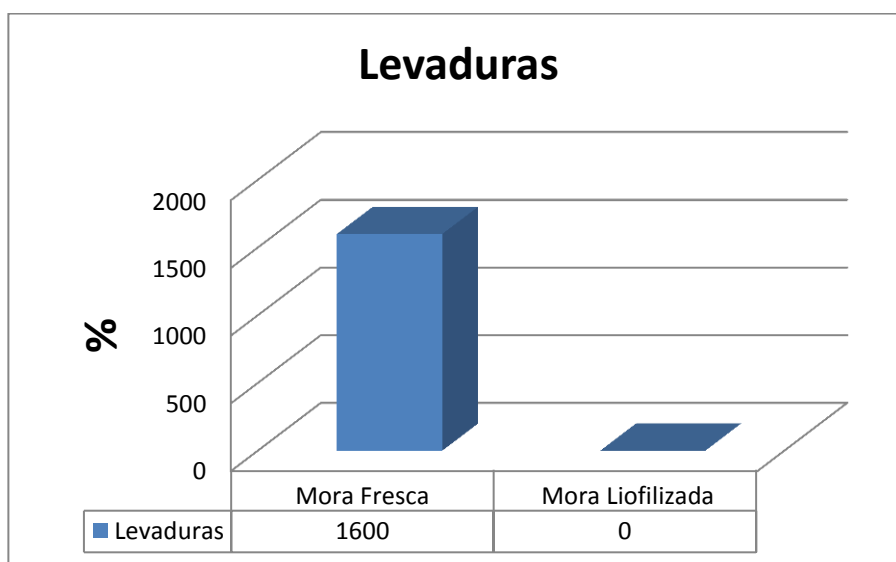
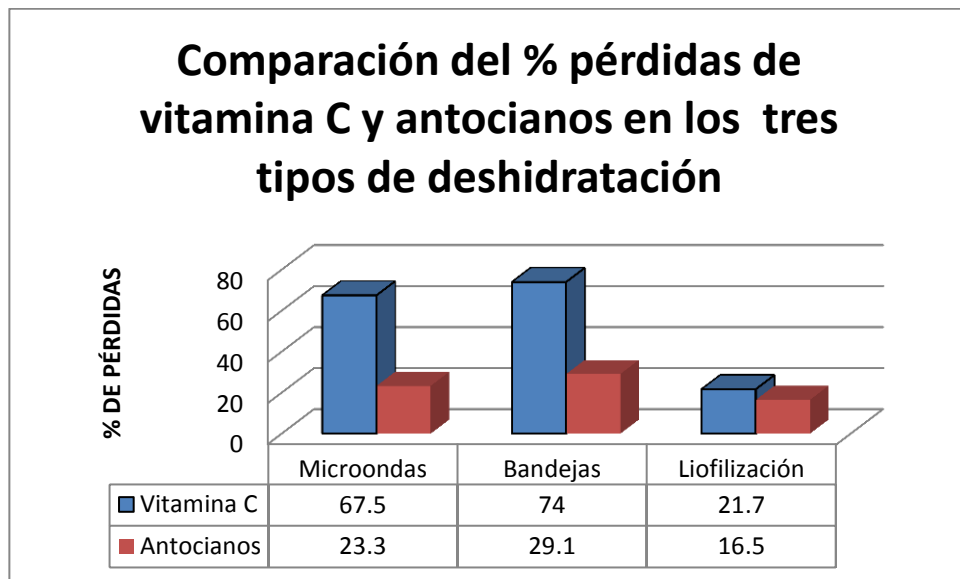


GRÁFICO No. 15. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE LEVADURAS EN MORA FRESCA (*Rubus glaucus*) Y LIOFILIZADA

Estos resultados nos confirman lo que menciona Rentara, N; Rodríguez S, V. E. en su libro “Microbiología de los alimentos Conservación de Alimentos por Desecación”(2001), en el que indica “por medio del proceso de Liofilización, la cantidad de levaduras se elimina por completo, debido a que los hongos crecen cuando hay una gran cantidad de agua.

3.4 COMPARACIÓN DE % DE PÉRDIDAS DE VITAMINA C Y ANTOCIANOS A EN MORA DESHIDRATADA POR MICROONDAS, BANDEJAS Y LIOFILIZACIÓN



GRÁFICO No. 16. RELACIÓN DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DE VITAMINA C Y ANTOCIANOS EN LOS DIFERENTES MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN (MICROONDAS, BANDEJAS Y LIOFILIZACIÓN).

En el gráfico No 16 se aprecia la relación del contenido de vitamina C y antocianos en mora deshidratada por: microondas, bandejas y liofilización, observándose que en mora liofilizada es menor la pérdida de vitamina C con apenas un 21.7% en comparación con la deshidratada por microondas y secador de bandejas con pérdidas de 67.5% y 74% respectivamente, de igual manera en mora liofilizada es menor la pérdida de antocianos

con apenas un 16.5% en comparación con la deshidratada por microondas y secador de bandejas con pérdidas de 23.3% y 29.1% respectivamente.

Estos resultados de pérdidas de vitamina C y antocianos en deshidratación por microondas y secador de bandejas, concuerdan con lo mencionado por C. VÁZQUEZ, I. COSBLANCO, C. LÓPEZ en su trabajo “Técnicas culinarias de secado”, En el que mencionan que “la vitamina C es inestable a la temperatura (termolábil), acidez, oxidación, luz (fotosensible) y además es una vitamina hidrosoluble, al igual que los antocianos”. Así mismo con lo expuesto por P. ORDÓÑEZ, menciona en su libro, “Tecnología de los alimentos-Vol. I. Compuestos de los Alimentos y Procesos”, que “el % de pérdida de vitamina C en alimentos secados mediante el uso de calor en una fruta promedio es de aproximadamente un 56%” y por A. MARTÍNEZ, en su trabajo de “Revisión bibliográfica de la Conservación de Alimentos” concluye que “En los métodos de secado en frutas, mediante el uso de calor se pierde un porcentaje de vitamina C, sustancias aromáticas y antocianos, por lixiviación, es decir por un arrastre de estos compuestos que al ser hidrosolubles, se encuentran disueltos”

La pérdida de vitaminas y antocianos en mora liofilizada no coincide con lo nombrado por T. D. G. en su trabajo “Técnicas de Secado - Secado Solar y Mecánicos (1998)” en el que menciona “En alimentos liofilizados como frutas y cereales, se mantienen el 98% de las propiedades naturales”, sin embargo la pérdida de 21.7% de vitamina C y 16.5% de antocianos, concuerda con lo expresado por J.S. RAMÍREZ, en su “seminario de Liofilización”(2003), en el que menciona “las etapas preparatorias al liofilizar alimentos , pueden afectar sustancialmente su valor nutritivo y calidad global”, es así que esta pérdida se justifica por el troceado de la fruta y su temperatura de congelación discutidos en el análisis de cuadro No 2.

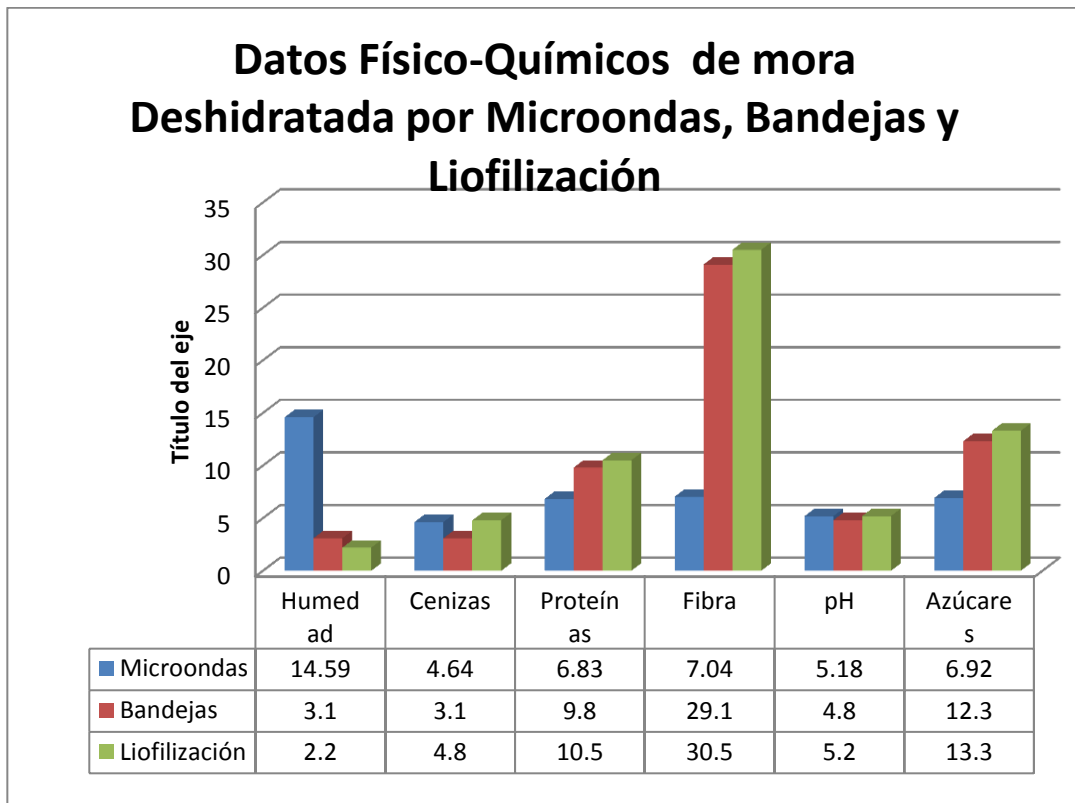


GRÁFICO No. 17. RELACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, CENIZAS, PROTEÍNAS, FIBRA, pH Y AZÚCARES EN LOS DIFERENTES MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN (MICROONDAS, BANDEJAS Y LIOFILIZACIÓN).

En la gráfica No 17 se puede apreciar que existe un aumento de la concentración de los componentes analizados en la mora de castilla sometida al método de secado por liofilización en comparación con los obtenidos en los métodos por microondas y bandejas, esto debido a que en mora liofilizada el contenido de humedad es mucho menor, por lo tanto existe una mayor concentración de solutos.

Estos resultados coinciden con J.S. RAMIREZ, en su “Seminario de Liofilización” (2003), en el que menciona que “Los tratamientos térmicos de secado producen cambios como: gelatinización de almidones, coagulación de proteínas, destrucción de vitaminas termolábiles y reducción del valor biológico de proteínas por reacciones de Maillard, a diferencia de la deshidratación por liofilización en donde se mantienen inalterables estos parámetros debido que se usan bajas temperaturas”, al igual que A. ETSIIAA, en su trabajo titulado “Ingeniería y Proyectos de Liofilización” (2008), en el que afirma que

“El efecto del proceso de liofilización sobre las proteínas, almidones y carbohidratos es mínima, sin embargo su estructura porosa los hace accesibles al oxígeno lo que puede provocar a largo plazo alteraciones por oxidación de sus lípidos, sino se mantiene el producto en un envase adecuado”

.

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES

1.- Luego de realizar la selección de la materia prima, someter a congelación durante 8 horas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 4 dimensiones utilizando un liofilizador a temperatura del condensador de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y presión de 1 mbar, establecidos en el equipo, se deduce que el tiempo para alcanzar la deshidratación fue de 144 horas permanentes, tiempo en el cuál se logró obtener un mínimo de 16.5% de pérdida de Antocianos de y 21.7% de pérdidas en vitamina C a la dimensión de 27 mm correspondientes a mora entera, con lo cual aseguramos que la mora de castilla (*Rubus glaucus*) a esta dimensión conserva su valor nutricional.

2.- Al realizar la comparación experimental de datos, físicos y químicos de la mora fresca y liofilizada, se determinó que en mora entera liofilizada a 144 horas, existen pérdidas mínimas de nutrientes, conservando de esta manera su color, sabor y aroma característicos.

3.- A nivel microbiológico se establece que en mora entera liofilizada, existe menor incidencia de contaminación por mohos y levadura, debido a la disminución de humedad al 2% y pH menos ácido, obteniéndose los siguientes resultados: 1600 UPC/ gramo de mora fresca y 0 UPC/gramo de liofilizada, por ende se conserva adecuadamente la mora deshidratada mediante este método.

4.- Al comparar los valores físico-químicos y % de pérdidas de vitamina C y Antocianos de los 3 métodos de deshidratación (microondas, bandejas y liofilización), evidenciamos que el tratamiento de secado que mejor conserva los parámetros antes mencionados es la deshidratación por liofilización, debido principalmente al uso de bajas temperaturas.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

1. Debido a la complicada recolección de mora y tomando en cuenta sus criterios de calidad, se sugiere que el aspecto y la coloración de los frutos debe ser homogénea dependiendo del estado de madurez que se necesite, para evitar resultados equívocos en las determinaciones nutricionales y físico químicas.

2. Debido a la heterogeneidad en pigmentación en ciertas moras, se recomienda tomar las muestras de dimensiones especificadas de la zona ecuatorial de esta fruta, para prevenir alteraciones de los resultados sobre todo en la determinación de antocianos

3. Los alimentos liofilizados se hidratan fácilmente, se sugiere controlar este parámetro realizando un análisis de estabilidad en empaques de diferente permeabilidad, para de esta manera controlar el aumento de la humedad relativa producida por la porosidad de los empaques, situación que acortaría su vida útil.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

En la presente investigación se evaluó nutritiva y nutracéuticamente la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a 4 dimensiones (3mm, 5mm, 8mm y entera) por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas, utilizando los contenidos de antocianos y vitamina C como indicadores de eficacia del proceso, con el propósito de reducir al máximo la pérdida de nutrientes y prolongar su vida útil.

Empleando el método científico analítico y experimental, se utilizó para la investigación mora fresca, liofilizador, espectrofotómetro y HPLC. Se aplicó determinaciones físicas, microbiológicas y composición bromatológica.

Se logró obtener mora liofilizada a cuatro dimensiones, analizando posteriormente por duplicado el contenido de antocianos y vitamina C en cada dimensión, alcanzando un % de pérdida mínima de 16.5 % en antocianos y 21.7% de vitamina C en mora entera liofilizada por 144 horas, tiempo en el cuál se obtuvo una humedad de 2.2%.

Se realizó la evaluación nutricional y microbiológica de la mora fresca y liofilizada, se comprobó que debido a la ausencia de agua libre la concentración de los solutos aumentó, determinándose un mayor valor nutritivo y ausencia de levaduras. También se realizó una comparación de los valores físico-químicos y porcentaje de pérdidas de vitamina C y antocianos por 3 métodos de deshidratación (liofilización, microondas y secado en bandejas), evidenciando que la liofilización conserva mejor los parámetros antes mencionados, debido al uso de bajas temperaturas.

Se recomienda realizar un análisis de estabilidad en diferentes tipos de empaques, para así controlar el aumento de la humedad relativa.

CHAPTER VI

6. ABSTRACT

This research made a nutritional and nutraceutical evaluation of dehydrated blackberries *Rubus glaucus* in 4 dimensions (3mm, 5mm, 8mm, and the whole fruit) by freeze drying method and the comparison with the product obtained from microwave and tray dehydration. The research used the anthocyanins and vitamin C as process' effectiveness indicators. The research has the purpose of reducing to the maximum the nutrients' loss and extending its useful life.

The research applied scientific, analytic, and empirical methods. The research used fresh blackberries, freeze-drier, spectrophotometry, and HPLC (High-Performance Liquid Chromatography).

The research obtained freeze-dried blackberries in four dimensions. The research lately analyzed in duplicate the content of anthocyanins and vitamin C on each dimension. The results for the whole freeze-dried blackberry were: Minimum lost: 16.5% in anthocyanins and 21.7% in vitamin C, for 144 hours which the research obtained moisture of 2.2%.

The freeze-dried blackberry nutritional and microbiological evaluation proved that the absence of free water augment the solute concentration and it determined a high nutritional value and absence of yeast. The research also made a comparison between physical-chemical numbers and percentage of vitamin C and anthocyanins loss by 3 dehydration methods (freeze-frying, microwave, and tray drying). Freeze drying preserves better the parameters noted above because of the using of low temperatures.

There be made an analysis of stability in different types of packages, so we can control the augmentation of relative humidity.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTÍN, G. Y OTROS. Antocianos identificación y propiedades. Chile. Editorial América. 2002. Pp. 61-74.
2. BARBOSA, G. Deshidratación de alimentos. 2ª ed. Madrid- España., Editorial Acribia. 2000. Pp. 78 – 82.
3. BRAVERMAN, J.B.S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. México DF. Editorial Manual Moderno. 1997. P. 158
4. CABEZAS, M. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada por el método de secado en bandejas. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba- Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2008. Pp. 62-87
5. CARMONA, M. Caracterización fisicoquímica de seis materiales de mora (*Rubus glaucus*). Manizales- Colombia. Editorial El Esopo. 1996. Pp. 55- 60
6. EDITORIAL ACRIBA, SARAGOZA. Conservación química de los alimentos. Madrid-España. Acriba. 1977. Pp. 25-30
7. EMANUEL, P. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. 2ª ed. Bolivia. Grupo editorial Océano. 2001. P. 713.
8. ETSIIA, A. Ingeniería y proyectos: liofilización. Brasil. Editorial Éxitos., 2008. Pp. 52-80
9. FELLOWS, P. Tecnología del procesado de los alimentos. España. Editorial Zaragoza. 1998. Pp. 421-435.

10. GALVIS, J. La mora: manejo post cosecha, servicio nacional de SENA. Bogotá – Colombia. Editorial Corpoica. 1995. Pp. 45
11. LUCERO, O. Técnicas de laboratorio de bromatología y análisis de alimentos. Riobamba – Ecuador. Xerox. 2010. Pp. 1-32.
12. MARQUEZ, C. Y OTROS. Efecto de un proceso de deshidratación por bandejas con aire forzado en la composición química y nutricional de la mora de castilla (*Rubus glaucus*). Medellín- Colombia. Sin Editorial. (2003). P. 92.
13. NORMAN, W. Conservación de alimentos. México DF. Editorial Continental. 1999. Pp. 76-78.
14. RAMIREZ, J. Seminario de Liofilización. Bogotá- Colombia. Editorial ciencia. 2003. Pp. 8-54.
15. RENTARÍA, I. Microbiología de los alimentos: conservación de alimentos por Desecación. 1ª ed. Argentina. Editorial global. 2001. Pp. 121-134
16. TERRONI, E. Manual básico de liofilización. Medellín Colombia. Editorial office. 1997. Pp. 15-17.
17. VÁZQUEZ, C. Técnicas culinarias de secado. Madrid- España. Editorial Americano. P. 59.
18. VILLARROEL, V. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a tres potencias por el método de microondas. (Tesis). Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. 2010. Pp. 5, 53, 72.
19. VITERI, P. Parámetros en liofilización. Guayaquil-Ecuador. Editorial ESPOL. 2009. Pp. 17-51.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

20. ACCIONES DE LOS ANTOCIANOS

<http://saludbio.com/articulo/los-bioflavonoides>

2005/07/18

21. ALIMENTOS LIOFILIZADOS

<http://www.monografias.com/trabajos65/liofilizacion-colombia/liofilizacion-colombia.shtml>

2007/04/28

22. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS

<http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/9560165/Analisis-bromatologico-de-alimentos.html>

1999/08/14

23. ANÁLISIS DE FIBRA CRUDA

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r29488.DOC>

2001/01/09

24. ANTOCIANOS GENERALIDADES-

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XGryK9i3IOgJ:www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3DS0101-20612>

1995/05/06

25. ANOVA

<http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf>

2003/09/01

26. CÁLCULO - ANALISIS ESTADÍSTICO

<http://members.fortunecity.com/bucker4/estadistica/pruebaqc3md.htm>

2001/09/27

27. CARACTERÍSTICAS DE VITAMINA C

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=www.google.com>

1998/01/29

28. CULTIVO DE LA MORA EN ECUADOR

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1668/1/CD-2639.pdf>

2009/10/15

29. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE MORA

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:GWq7hdffGKEJ:>

[w](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:GWq7hdffGKEJ:w)

2000/01/23

30. DESHIDRATACIÓN Y TIPOS

<http://www.monografias.com/trabajos68/proceso-deshidratacion-frutas/proceso-deshidratacion-frutas2.shtml>

1997/08/18

31. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=7&ved=0CEoQFjAG>

[u](http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=7&ved=0CEoQFjAG&u)

2008/09/15

32. DETERMINACIÓN DE GRASA

http://depa.pquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_6501.pdf

2007/12/21

33. ESPECIFICACIONES DE MUESTREO

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3pKfxUITZLwJ:>

[www.scribd.com/doc](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3pKfxUITZLwJ:www.scribd.com/doc)

2011/03/15

34. FIBRA DIETÉTICA EN ALIMENTOS

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>

2011/03/22

35. HPLC

http://es.wikipedia.org/wiki/Cromatograf%C3%ADa_1%C3%ADquida_de_alta_eficacia

1997/07/08

36. IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANOS

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v75n1/a10v75n1.pdf>

2011/04/20

37. INGENIERÍA Y PROYECTOS – LIOFILIZACIÓN

<http://es.scribd.com/doc/24578909/Laboratorio-10-Perdida-de-Nutrientes-x-Diferentes-Procesos>

2008/05/06

38. IMPORTANCIA EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

<http://www.pucesi.edu.ec/pdf/mora.pdf>

2011/04/02

39. LIOFILIZACIÓN PROCESO Y UTILIDADES

http://www.bedri.es/Comer_y_beber/Conservas_caseras/Liofilizacion.htm

2008/05/11

40. LIOFILIZADOS EN ECUADOR

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/489/2/03%20AGI%20232%20%20ART%C3%8DCULO%20CIENT%C3%8DFICO.pdf>

2011/04/25

41. MÉTODOS ESPECTRO MÉTRICOS

http://www.espectrometria.com/mtodos_espectromtricos

2004/07/06

42. MICROBIOLOGÍA GENERAL

<http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/11-metodos%20analiticos%20generales.htm>

2011/04/11

43. MORA DE CASTILLA EN ECUADOR

<http://www.pucesi.edu.ec/pdf/mora.pdf>

2011/04/02

44. MUESTREO EN ALIMENTOS

http://www4.neuquen.gov.ar/salud/images/archivo/Bromatologa/Biblioteca/Manuales/Inspecciones/FAO/guia_para_muestreo_de_alimentos_fao.pdf

2011/04/11

45. MUESTREO PLANIFICACIÓN

<http://webcache.googleusercontent.com/search?qcache:vQqiBAkyfyMJ:w>

2005/04/30

46. ORIGEN DE LA MORA DE CASTILLA

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p>

2011/04/14

47. PRUEBAS ESTADÍSTICAS GENERALES

http://www.estadisticaparatodos.com/index_archivos/page0002.htm

2005/09/13

48. PROPIEDADES DE LA MORA

<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=3&ved=0CCgQFjAC>

[&u](#)

2011/04/14

49. REVISIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

<http://books.google.com.ec/books?id=FxV6Rul96kC&pg=PA118&lpg=P>

[A118&dq=p%C3%A9rdida+de+nutrientes](#)

2005/08/11

50. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LIOFILIZACIÓN

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KYPm>

2003/07/08

51. TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS-VOL. I.

[http://www.slideshare.net/guest6a9862/tecnicas-basicas-de-](http://www.slideshare.net/guest6a9862/tecnicas-basicas-de-almacenamiento-de-alimentos-presentation)

[almacenamiento-de-alimentos-presentation](#)

2001/07/24

52. TÉCNICAS DE SECADO - SECADO SOLAR Y MECÁNICOS

<http://practicasingtegrales.files.wordpress.com/2007/09/practica-humedad.pdf>

2002/04/29

53. USOS DE LA MORA

[http://es.wikipedia.org/wiki/Mora_\(fruta\)#Sabor](http://es.wikipedia.org/wiki/Mora_(fruta)#Sabor)

2011/04/14

54. VENTAJAS DE DESHIDRATAR ALIMENTOS

<http://www.monografias.com/trabajos68/proceso-deshidratacion-frutas/proceso-deshidratacion-frutas2.shtml>

2011/04/16

55. VALOR NUTRICIONAL DE LA MORA

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Y6Ph90BksxsJ:www.concertemosltda.com/mora-de-castilla.php+%22mora+de+c>

2011/04/14

56. VITAMINA C

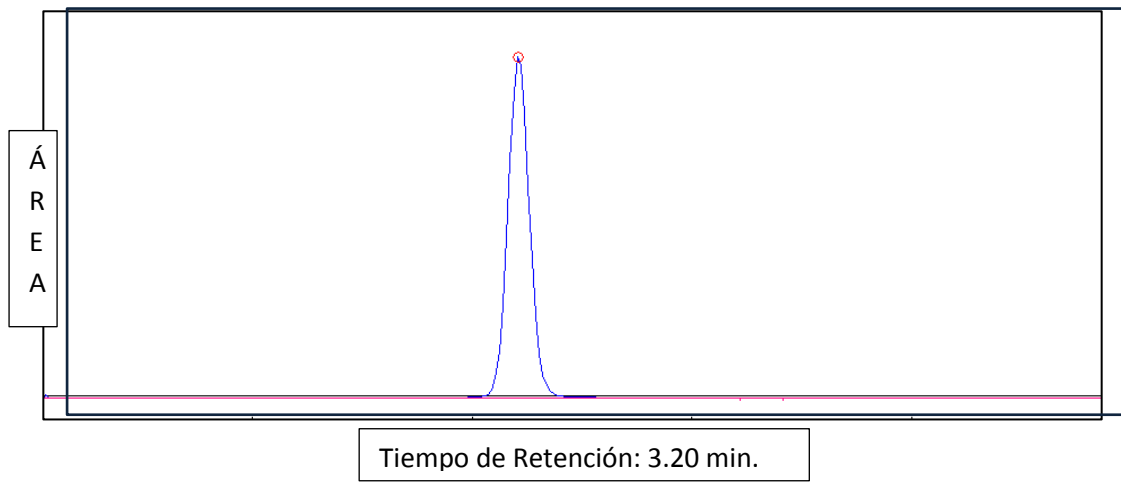
http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina_C#Funci.C3.B3n

2011/04/19

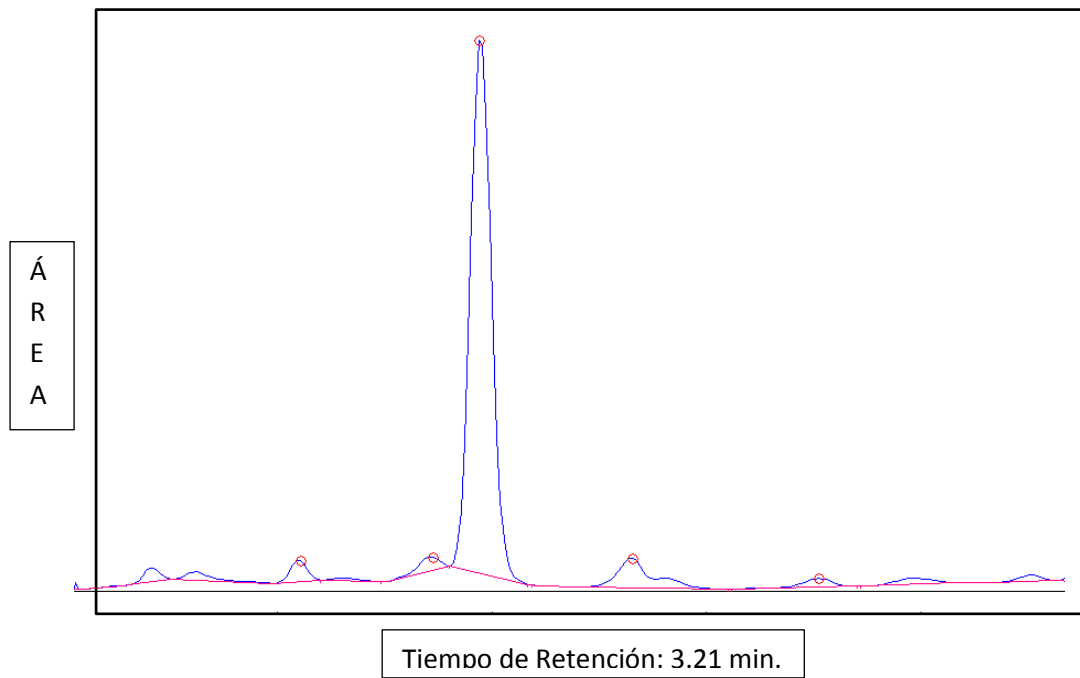
CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

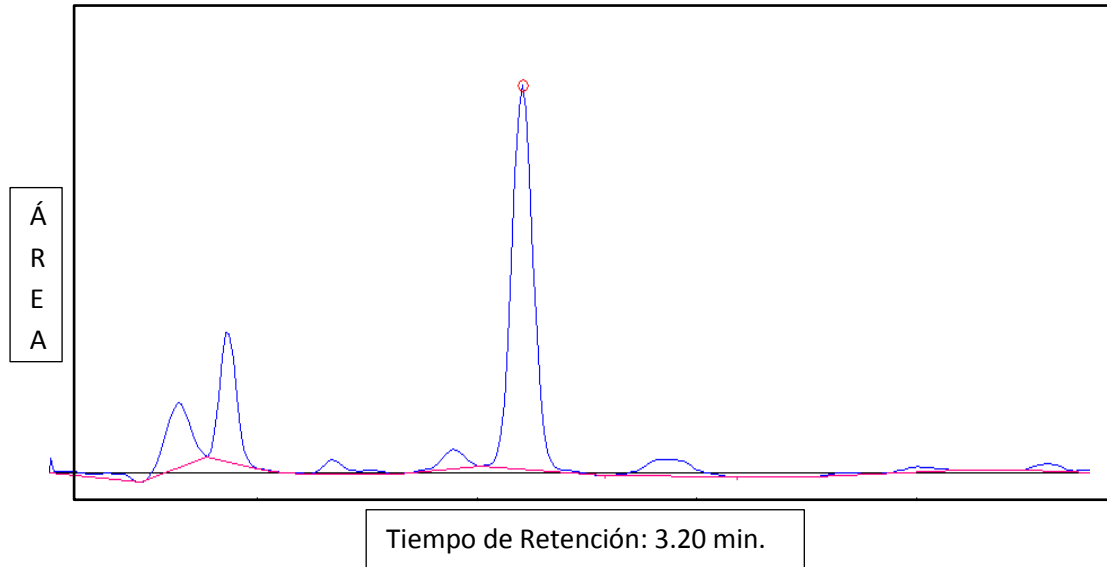
ANEXO No 1. CROMATOGRAMA DEL ESTÁNDAR DE VITAMINA C



ANEXO No 2. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MORA FRESCA



ANEXO No 3. CROMATOGRAMA DE VITAMINA C DE LA MORA LIOFILIZADA



ANEXO No 4. FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO LIOFILIZADOR MARCA THERMO SCIENTIFIC



ANEXO No 5. FOTOGRAFÍA DE LA MORA FRESCA CORTADA EN DIFERENTES DIMENSIONES DENTRO DEL CONGELADOR



ANEXO No 6. FOTOGRAFÍA DE LOS BALONES DE AFORACIÓN PREVIO A LA DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE ANTOCIANOS



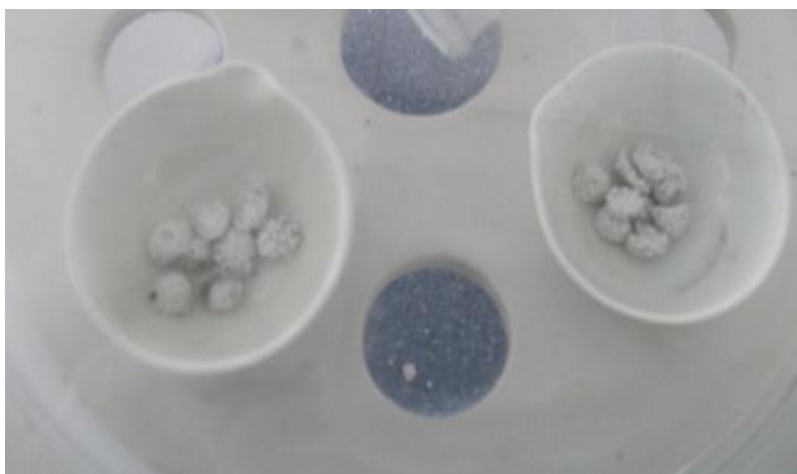
ANEXO No 7. FOTOGRAFÍA DE MORA LIOFILIZADA EN EMPAQUE AL VACÍO



ANEXO No 8. FOTOGRAFÍA DE MORA DESHIDRATADA POR LIOFILIZACIÓN Y POR EL MÉTODOD DE BANDEJAS



ANEXO No 9. FOTOGRAFÍA DE MORA DESPUÉS DEL CALCINAMIENTO EN MUFLA PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS



ANEXO No 10. FOTOGRAFÍA DE CRISOL DE GOCH PREVIO AL PESAJE PARA LA DETERMINACIÓN DE FIBRA DE MORA

