

EFFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE ULTRACONGELACION SOBRE LAS  
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MORA (*Rubus alpinus Macfad*)



INVESTIGADORA:

YESICA LORENA LOZANO CASALLAS

GRUPO DE INVESTIGACION GINTAL

LINEA DE INVESTIGACION DE POSTCOSECHA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS

INGENIERIA DE ALIMENTOS

PAMPLONA 2021-2

EFFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE ULTRACONGELACION SOBRE LAS  
CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MORA (*Rubus alpinus Macfad*)

INVESTIGADORA:

YESICA LORENA LOZANO CASALLAS

DIRECTORA

PhD MARIELA HERNANDEZ ORDOÑEZ

GRUPO DE INVESTIGACION:

GINTAL

LINEA DE INVESTIGACION DE POSTCOSECHA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS

INGENIERIA DE ALIMENTOS

PAMPLONA 2021-2

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedico a Dios, quien me dio el entendimiento, la sabiduría y la fuerza para salir adelante. Guio mis pasos en todo momento y nunca me dejo sola.*

*A mis padres por darme la oportunidad de ser lo que soy hoy en día, por apoyarme en cada decisión y brindarme su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Estoy profundamente agradecida con Dios por guiar mis pasos y darme sabiduría en todo momento para alcanzar mi título como ingeniero de Alimentos.*

*A mis padres José Hidelbrando Lozano Carvajal y Blanca Rocio Casallas Garzón, quienes jamás me dejaron sola durante este proceso, que con gran sacrificio y esfuerzo lo apostaron todo por mí. Siempre estuvieron apoyándome en cada paso y decisión, brindándome sus consejos acertados y justo a tiempo.*

*A mis hermanas María, Yury y Brisney por acompañarme durante este trayecto en especial mi hermana María por estar siempre para mí sin importar la hora ni cuantas cosas pendientes tuviera.*

*A mi novio Daniel Flórez por brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso, por sus consejos y por su ayuda que sin importar por las circunstancias por las que estuviera pasando nunca me dijo un NO.*

*A los esposos Salamanca Mahecha por llevarme en sus oraciones, por sus consejos y por cada palabra de aliento.*

*A la señora Marilze y al Doctor Josué Torres por su gran hospitalidad y apoyo en el momento que más lo necesite.*

*A mi tío José Lozano quien siempre estuvo ahí para apoyarme en lo que necesite.*

*A mi tutora la Doctora Mariela Hernández quien fue una pieza fundamental en el desarrollo de este proyecto. No solo me brindo su amistad, consejos y conocimientos si no que me apoyo en el día que más lo precisaba.*

*Al doctor Javier Delgado porque desde sexto semestre hasta el día de hoy ha estado presente brindándome todo su apoyo, conocimiento y consejos.*

*Al doctor Daniel Duran por sus enseñanzas, orientaciones, consejos y paciencia en este proceso.*

*A la doctora Luz Alba Caballero por su gestión para la realización de mis prácticas.*

*A todos los docentes que de una u otra manera aportaron su granito de arena para que hoy día se cumpla una de mis metas, ser una ingeniera de Alimentos para servir a este lindo país.*

*A la asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL) por darme la oportunidad de trabajar con ellos junto a la cooperativa de Ragonvalia (COAGRONVALIA) para desarrollar este proyecto.*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	15
2. JUSTIFICACION .....	16
3. OBJETIVOS .....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
4. MARCO REFERENCIAL .....	18
4.1 COAGRONVALIA .....	18
4.1.1 Aspectos generales de la cooperativa .....	18
4.1.2 Reseña de la cooperativa .....	18
4.1.3 Misión.....	19
4.1.4 Visión .....	19
4.1.5 Políticas de calidad.....	20
4.1.6 Objetivo de calidad sanitarias.....	20
4.1.7 Organigrama .....	21
4.2 FUNDAMENTACION TEORICA .....	22
4.2.1 FRUTAS.....	22
4.2.1.1 Concepto .....	22
4.2.1.2 Generalidades.....	22
4.2.1.3 Aporte nutricional .....	22
4.2.1.4 Usos a nivel industrial y artesanal .....	24
4.2.2 ULTRACONGELACION .....	24

4.2.2.1	Concepción .....	24
4.2.2.2	Generalidades.....	24
4.2.2.3	Sistemas de ultracongelado.....	25
4.2.2.4	Etapas de ultracongelación .....	25
4.2.2.5	Ultracongelación en alimentos.....	26
4.2.2.6	Velocidad de congelación.....	26
4.2.2.7	Tiempo de congelación .....	27
4.2.2.8	Utilidad .....	30
4.2.2.9	Ventajas .....	30
4.2.2.10	Sostenibilidad en características organolépticas y nutricionales.....	31
4.2.2.11	Áreas de aplicación .....	31
4.2.3	FRUTAS ULTRACONGELADAS .....	32
4.2.3.1	Noción.....	32
4.2.3.2	Generalidades.....	32
4.2.3.3	Introducción al mercado .....	34
4.2.3.4	Proceso de ultracongelado .....	35
4.2.4	MORA UVA.....	36
4.2.4.1	Definición .....	36
4.2.4.2	Aspectos generales.....	37
4.2.4.3	Parámetros fisicoquímicos en mora uva .....	38
4.2.4.4	Valor nutricional .....	39
4.2.4.5	Morfología .....	40
4.2.4.6	Manejo de cosecha y postcosecha.....	41

4.2.4.7	Indicadores económicos.....	42
4.2.4.8	Aspectos agrícolas del cultivo de mora uva.....	43
4.2.4.9	Usos a nivel industrial.....	43
4.2.4.10	Parámetros de calidad.....	43
4.2.5	Envasado en alimentos .....	44
4.2.5.1	Generalidades.....	44
4.2.5.2	Tipo de envasado utilizados en la industria .....	44
4.2.5.3	Empaques.....	45
4.3	MARCO LEGAL.....	46
5.	METODOLOGIA .....	48
5.1	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MORA ( <i>Rubus Alpinus Macfad</i> ) EN FRESCO PRODUCIDA EN RAGONVALIA. 48	
5.1.1	Operaciones unitarias de acondicionamiento .....	48
5.1.2	Características físicoquímicas de la mora ( <i>Rubus alpinus Macfad</i> ).....	49
5.2	ULTRACONGELACIÓN DE LA MORA ( <i>Rubus Alpinus Macfad</i> ) A TIEMPOS Y TEMPERATURAS DIFERENTES.....	51
5.2.1	Operaciones unitarias de acondicionamiento .....	52
5.2.2	Empaquetamiento .....	52
5.2.3	Proceso de ultracongelación .....	53
5.2.4	Tiempo y temperatura.....	53
5.3	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MORA ( <i>Rubus Alpinus Macfad</i> ) ULTRACONGELADA. ....	54
5.4	ANÁLISIS DE DATOS.....	57
6.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	58



<b>6.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (<i>Rubus Alpinus Macfad</i>) EN FRESCO PRODUCIDA EN RAGONVALIA.</b> .....	58
<b>6.1.1</b>	Operaciones unitarias de acondicionamiento .....	58
<b>6.1.2</b>	Características fisicoquímicas de la mora ( <i>Rubus alpinus Macfad</i> ). .....	62
<b>6.2</b>	<b>ULTRACONGELADO DE LA MORA (<i>Rubus Alpinus Macfad</i>) A TIEMPOS Y TEMPERATURAS DIFERENTES</b> .....	63
<b>6.3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (<i>Rubus Alpinus Macfad</i>) ULTRACONGELADA.</b> .....	68
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	92
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	94
<b>9.</b>	<b>REFERENTES BIBLIOGRAFICOS</b> .....	95
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	103

## INDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b>	Organigrama de la cooperativa Coagronvalia – Ragonvalia, Norte de Santander.	21
<b>Figura 2.</b>	Formación de cristales en los alimentos de acuerdo a la velocidad de congelación.	27
<b>Figura 3.</b>	Morfología de la mora ( <i>Rubus alpinus Macfad</i> ).	39
<b>Figura 4.</b>	Estados de madurez para la mora de acuerdo a la NTC 4106 de 1997.	49
<b>Figura 5.</b>	Cosecha de la mora uva producida en Ragonvalia, Norte de Santander.	59
<b>Figura 6.</b>	Empaque utilizado en la cosecha y comercialización de la mora uva de Coagronvalia, Norte de Santander.	59
<b>Figura 7.</b>	Almacenamiento de la mora uva cosechada por los productores vinculados a Coagronvalia.	60
<b>Figura 8.</b>	Espesor y longitud de las muestras sometidas al proceso de ultracongelación para los 3 tratamientos.	64
<b>Figura 9.</b>	Rotulado de las muestras de mora a ultracongelar para cada tratamiento.	65
<b>Figura 10.</b>	Mora uva sometida al proceso de ultracongelado a condiciones específicas en cada tratamiento térmico.	66
<b>Figura 11.</b>	Cambio de color en la mora ultracongelada a -25°C por 60 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.	68
<b>Figura 12.</b>	Cambio de color en la mora ultracongelada a -35°C por 90 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.	68
<b>Figura 13.</b>	Cambio de color en la mora ultracongelada a -40°C por 120 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.	69

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Aporte nutricional de las frutas más consumidas a nivel mundial.	23
<b>Tabla 2.</b>	Constantes de Salvadori y Mascheroni.	29
<b>Tabla 3.</b>	Aspectos para evaluar calidad de frutas y vegetales sometidos a congelamiento.	33
<b>Tabla 4.</b>	Factores que influyen en el deterioro de la mora.	37
<b>Tabla 5.</b>	Parámetros fisicoquímicos de la mora ( <i>Rubus alpinus Macfad</i> ).	38
<b>Tabla 6.</b>	Aporte nutricional por cada 100 gr de mora.	38
<b>Tabla 7.</b>	Indicadores económicos para la producción de mora uva.	42
<b>Tabla 8.</b>	Tiempos y temperaturas a emplear para los tres tratamientos térmicos a ejecutar.	53
<b>Tabla 9.</b>	Características fisicoquímicas de la mora uva fresca facilitada por los productores de Coagronvalia en Ragonvalia, Norte de Santander.	61
<b>Tabla 10.</b>	Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a -25°C por 60 min.	84
<b>Tabla 11.</b>	Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a -35°C por 90 min.	85
<b>Tabla 12.</b>	Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a -40°C por 120 minutos.	86

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Grafica 1.</b>	Flujograma para el proceso de ultracongelado en frutas.	35
<b>Grafica 2.</b>	Dimensiones de la mora uva de Ragonvalia - Coagronvalia, Norte de Santander.	63
<b>Grafica 3.</b>	Evolución del peso de ultracongelado y descongelado de cada muestra durante los 14 días de seguimiento bajo condiciones de los tres tratamientos.	70
<b>Grafica 4.</b>	Evolución del pH para los tres tratamientos térmicos, durante los 14 días de almacenamiento a la temperatura de ultracongelado para cada tratamiento.	73
<b>Grafica 5.</b>	Variación de los sólidos solubles totales con respecto al tiempo de ultracongelado evaluado en las muestras de mora uva a condiciones de cada tratamiento térmico.	75
<b>Grafica 6.</b>	Evolución de la acidez titulable en las muestras de mora uva sometidas a condiciones de los tres tratamientos, durante los 14 días de seguimiento.	77
<b>Grafica 7.</b>	Alteración del porcentaje de humedad al transcurrir 14 días de almacenamiento en ultracongelación para los tres tratamientos térmicos ejecutados en las muestras de mora uva.	79
<b>Grafica 8.</b>	Variabilidad de la firmeza en las muestras de mora uva ultracongeladas durante 14 días de almacenamiento a condiciones de cada uno de los tres tratamientos.	81

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Soporte de los análisis de humedad evaluados por el laboratorio de alimentos CICTA para el tratamiento 1	102
<b>Anexo 2.</b>	Soporte de los análisis de humedad evaluados por el laboratorio de alimentos CICTA para el tratamiento 2	103
<b>Anexo 3.</b>	Soporte de los análisis de humedad evaluados por el laboratorio de alimentos CICTA para el tratamiento 3	104
<b>Anexo 4.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas de la mora uva producida en la finca del mayor productor de mora de la cooperativa Coagronvalia	105
<b>Anexo 5.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco para el proceso de ultracongelación a condiciones del primer tratamiento	106
<b>Anexo 6.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del primer tratamiento al día 0 de almacenamiento a -25°C	107
<b>Anexo 7.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del primer tratamiento al día 7 de almacenamiento a -25°C.	108
<b>Anexo 8.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del primer tratamiento al día 14 de almacenamiento a -25°C.	109
<b>Anexo 9.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del segundo tratamiento	110
<b>Anexo 10.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del segundo tratamiento al día 0 de almacenamiento a -35°C.	111
<b>Anexo 11.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del segundo tratamiento al día 7 de almacenamiento a -35°C.	112

<b>Anexo 12.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del segundo tratamiento al día 14 de almacenamiento a -35°C.	113
<b>Anexo 13.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del tercer tratamiento	114
<b>Anexo 14.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del tercer tratamiento al día 0 de almacenamiento a -40°C	115
<b>Anexo 15.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del tercer tratamiento al día 7 de almacenamiento a -40°C.	116
<b>Anexo 16.</b>	Evaluación de las características fisicoquímicas a la mora uva en fresco sometida al proceso de ultracongelación a condiciones del tercer tratamiento al día 14 de almacenamiento a -40°C	117

## 1. INTRODUCCIÓN

En los alimentos y en especial en las frutas y verduras el principal componente es el agua, esto hace que su vida útil sea reducida, por lo que la congelación representa una muy buena alternativa para conservar a largo plazo. Dentro de los tipos de congelación, la ultracongelación ha demostrado ser la alternativa más efectiva ya que bajo la acción de temperaturas altas bajo cero y velocidades elevadas se logra una total inhibición de microorganismos y la actividad de las reacciones químicas se reduce notoriamente.

Bajo este método de conservación se buscó extender la vida útil de la mora uva cultivada por los productores de la cooperativa de Ragonvalia (Coagronvalia) implementando la ultracongelación como alternativa de conservación y de esta manera disminuir las pérdidas postcosecha al lograr reducir las reacciones que durante el almacenamiento tienen lugar, como lo son la deshidratación, elevada coloración, contaminación por mohos, producción de etileno, fermentación, marchitamiento, etc. además de inhibir el desarrollo de cualquier tipo de microorganismos que acelere el deterioro de esta fruta. Mismos que están asociados a cambios bioquímicos que dependen directamente de la temperatura de almacenamiento y carga microbiana.

Para ello se evaluó el efecto sobre las características fisicoquímicas en la mora (*Rubus alpinus Macfad*) al emplear diferentes tiempos y temperaturas de ultracongelado. Muestras de 200gr fueron sometidas a tres tratamientos térmicos (Tratamiento 1 a  $-25^{\circ}\text{C}$  por 60 min, tratamiento 2 a  $-35^{\circ}\text{C}$  por 90 min y tratamiento 3 a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 min) para realizar seguimiento a su % humedad, pH, acidez titulable, sólidos solubles, color, peso de ultracongelado, peso descongelado y firmeza en los días 0, 7 y 14 de almacenamiento a la misma temperatura de ultracongelado teniendo en cuenta los valores registrados de esta en fresco. Como resultado se obtuvo que ultracongelar esta mora a diferentes tiempos y temperaturas altera significativamente sus características fisicoquímicas, siendo el tercer tratamiento quien logra la mayor sostenibilidad en las características mencionadas.

## 2. JUSTIFICACION

La implementación de nuevas tecnologías en la cooperativa de Ragonvalia logra reducir las pérdidas postcosecha durante la comercialización y venta de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) producida en este territorio dando paso a la inclusión en grandes cadenas de mercado de una de las frutas más apetecidas por la población colombiana y extranjera en términos de excelente calidad, en donde al implementar uno de los mejores métodos de congelación, siendo este el ultracongelado se quiere dar un valor agregado y la máxima conservación y preservación del producido de mora uva, aumentando su vida útil y ampliando su seguridad, al inhibir el desarrollo de cualquier tipo de microorganismos que pueda atacar la integridad de esta fruta, así mismo disminuir factores como lo son la tasa de respiración generado por el mismo producto, el ritmo de madurez, marchitamiento por pérdida de humedad, producción de etileno, entre otros (Procolombia - Exportaciones turismo marca país, 2015). y de esta manera proyectar a largo plazo la exportación de esta mora, con un excelente precio, calidad física, nutricional y sobre todo una excelente calidad organoléptica.

Con lo anterior lo que se busca es lograr una mejor rentabilidad a la hora de saber satisfacer las necesidades y exigencias del consumidor que cada día se vuelven más estrictas y brindar un cítrico en perfecto estado de preservación, que, a su vez por la centralización de su nicho de mercado, ha llevado a perjudicar al agricultor en sus ingresos económicos.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de ultracongelación sobre las características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) como alternativa de conservación.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) en fresco producida en Ragonvalia.
- Ultracongelar la mora (*Rubus alpinus Macfad*) a diferentes tiempos y temperaturas.
- Evaluar las características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) ultracongelada.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 COAGRONVALIA

#### 4.1.1 Aspectos generales de la cooperativa

##### DATOS DE CONTACTO

Razón social	Cooperativa Agropecuaria De Ragonvalia
Teléfono	322 214 2514
Ciudad	Ragonvalia
Departamento	Norte de Santander
Dirección	Municipio de Rangonvalia

##### INFORMACION COMERCIAL

NIT	8070085424
Actividad	Cultivo de hortalizas raíces y tubérculos
Forma jurídica	Organización de economía solidaria

#### 4.1.2 Reseña de la cooperativa

Coagronvalia es una cooperativa la cual tuvo origen a mediados del año 2003 a raíz de querer fortalecer y agrupar las organizaciones de pequeños productores de tomate, mora y lulo que existían en el municipio.

Hace dieciocho años productores de mora del municipio de Ragonvalia, se organizaron mediante una cooperativa con el propósito de contribuir al desarrollo agropecuario del

municipio a través de la producción, transformación y comercialización de productos en busca del mejoramiento de la calidad de vida de los asociados y sus núcleos familiares.

Las intenciones de los productores eran incrementar y mejorar la producción de mora como producto líder, así mismo buscar alternativas para el manejo postcosecha y darle un valor agregado. Por tal motivo se propusieron transformarla en pulpa, de allí nace la idea de implementar una planta despulpadora de frutas, sueño que se cristaliza después de 13 años de esfuerzo, sacrificio y gestión de los socios de la cooperativa.

Este logro se materializó gracias a los aportes técnicos y financieros de entidades como Consornoc a través de los Programas Paz y Desarrollo financiado con recursos del Banco Mundial y Desarrollo Regional Paz y Estabilidad Financiado por La Unión Europea; La secretaria Desarrollo Económico del Departamento Norte de Santander, La Organización Internacional para las Migraciones (OIM), Colombia Humanitaria y la Alcaldía De Ragonvalia.

De igual forma se visionan el reto de la comercialización como lo ratifica el señor David Sarmiento, representante legal de “Coagronvalia” retomando las palabras de Monseñor Gustavo Martínez Frías (qepd), *“tenemos la semilla y ya hemos obtenido cosechas, pero tenemos que seguir sembrando, otros recogerán lo que nosotros sembramos y así seguiremos adelante”*.

#### **4.1.3 Misión**

Organización sin ánimo de lucro que contribuye al desarrollo agropecuario del municipio de Ragonvalia a través de la producción, transformación y comercialización en pulpas de frutas, bajo parámetros de eficiencia, calidad y oportunidad en los mercados nacionales, contribuyendo, además, con una mayor calidad de vida a sus asociados y su núcleo familiar.

#### **4.1.4 Visión**

Coagronvalia será a 2022 una empresa líder a la producción, transformación y comercialización en pulpas de frutas de alta calidad reconocida por satisfacer las necesidades de sus clientes.

#### **4.1.5 Políticas de calidad**

Coagronvalia, es una empresa que está comprometida a ofrecer pulpas de mora de alta calidad que satisfaga las necesidades de los clientes, cumpliendo con los requerimientos para la entrega a tiempo del producto; siendo competitivos en el mercado del departamento de Norte de Santander

Para ello se cuenta con:

- Proveedores elegidos bajo parámetros preestablecidos como la certificación en buenas prácticas agrícolas en el instituto colombiano agropecuario ICA.
- Un equipo de trabajo competente que ha sido seleccionado y capacitado para el logro de sus resultados
- Equipos e instalaciones en óptimas condiciones para la inocuidad de nuestros productos
- Innovación constante
- Compromiso con el decreto 3075 del año 1997 por la cual se modifica en la resolución 2674 del 2013 en buenas prácticas de manufactura
- Desarrollo integral de las personas
- Ser una empresa respetuosa con el medio ambiente

#### **4.1.6 Objetivo de calidad sanitarias**

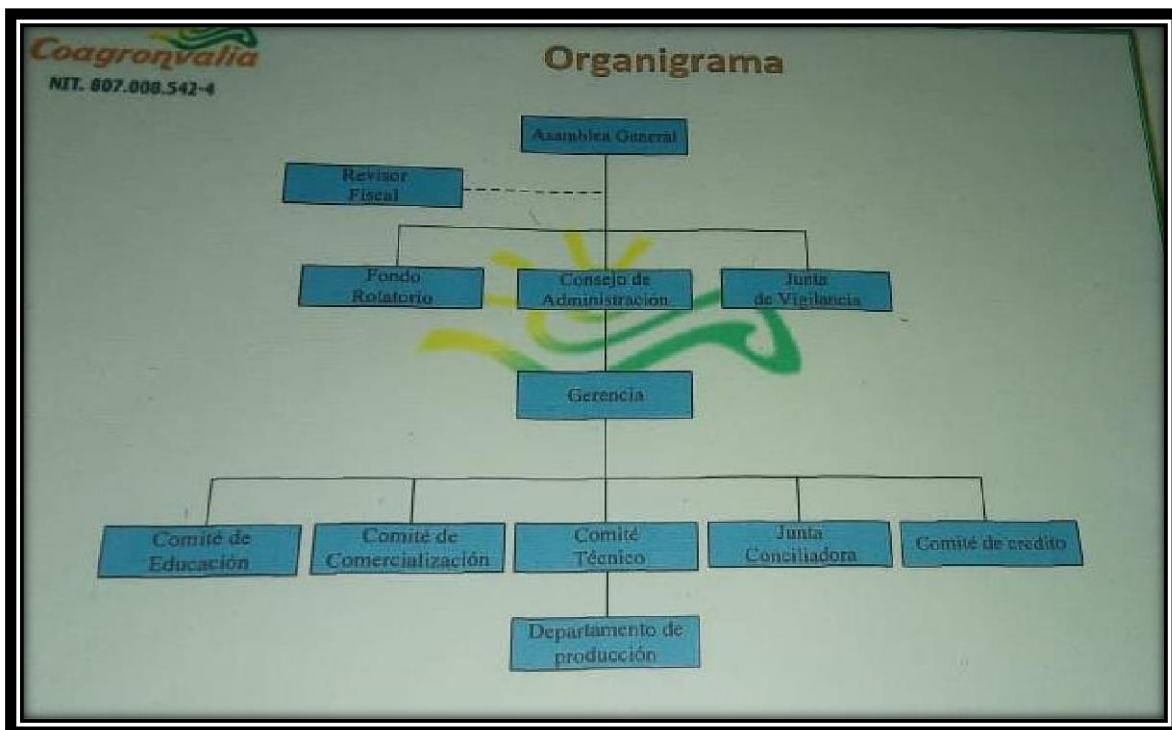
- Satisfacer las necesidades de los clientes, con la más alta calidad en pulpas de frutas
- Contar con equipos de tecnología de punta acordes con las exigencias de la demanda de producción y las normativas colombianas
- Brindar estabilidad económica y laboral para los asociados, en un ambiente saludable y con condiciones adecuadas para llevar a cabo las metas de la cooperativa

- Hacer del cliente un aliado comercial, de tal manera que permita conocer sus expectativas con respecto a nuestros productos, cumpliendo de forma eficiente la demanda
- Obtener un margen de rentabilidad entre el 20 y 30%
- Crear condiciones adecuadas en los diferentes aspectos como equipos e instalaciones para la inocuidad de nuestro producto
- Cumplir con lo establecido en el decreto 3075 del año 1997 por la cual se modifica en la resolución 2674 del 2013 en buenas prácticas de manufactura

#### 4.1.7 Organigrama

En la **figura 1**, se puede evidenciar el organigrama establecido por la cooperativa de Ragonvalia, Norte de Santander, donde se estipula el orden de jerarquías al interior de la misma.

**Figura 1.** Organigrama de la cooperativa Coagronvalia – Ragonvalia, Norte de Santander.



## **4.2 FUNDAMENTACION TEORICA**

### **4.2.1 FRUTAS**

#### ***4.2.1.1 Concepto***

De acuerdo a la norma técnica colombiana de 1977 de frutas y hortalizas fresca, la fruta es aquella parte de una planta apta para el consumo humano, compuesto por el ovario maduro de la flor, la cual normalmente posee semillas (Técnica, 1977).

#### ***4.2.1.2 Generalidades***

Las frutas son encontradas en gran variedad de tamaño, forma, composición química, acidas, dulces, aromas deleitosos, tropicales o de bosque, etc. estas a su vez pueden distinguirse por variedad de colores en donde se destacan cuatro grandes gamas: rojas, ricas en licopenos; moradas, las cuales son un poderoso antioxidante gracias a su alto contenido de flavonoides; amarillas, ricas en betacaroteno e hidratos de carbono y el último grupo que son las verdes, fuente representativa de luteína y zeaxantinas. Algunos ejemplos para ello son la cereza, uva morada, naranja y Kiwi respectivamente (Nutrici, 2018).

Por otro lado Arroyo *et al.*, (2018), define la fruta de acuerdo a su naturaleza, en oleaginosas, carnosas y secas donde la parte comestible será de más del 50% para las frutas carnosas y menos del 50% para las secas. En relación a las oleaginosas se refiere a las grasas comestibles.

#### ***4.2.1.3 Aporte nutricional***

Las frutas son de gran importancia para el consumo de las personas en general porque poseen una gran cantidad de beneficios para la salud, esto en bondad a sus atributos como lo son aportes de fibra, vitaminas, carbohidratos, minerales, etc. Además poseen niveles elevados de antioxidantes, compuestos fenólicos, flavonoides, terpenos y sustancias fitoquímicas los cuales ayudan a combatir enfermedades crónicas, diabetes, obesidad y cáncer de acuerdo a lo mencionado por la OMS y la FAO (Fundacion Española del Corazon, 2021).

En la **tabla 1** se observa el aporte de energía, proteínas, carbohidratos, lípidos y fibra por una gran variedad de frutas, en donde se puede estimar que el consumo de estas es de gran importancia para la dieta del ser humano ya que el consumo de estas garantiza la ingesta de muchos nutrientes indispensables para el buen desarrollo y defensa del organismo.

**Tabla 1.** Aporte nutricional de las frutas más consumidas a nivel mundial.

ALIMENTO	ENERGÍA (CALORÍAS)	PROTEÍNAS (GRAMOS)	CARBOHIDRATOS (GRAMOS)	LÍPIDOS (GRAMOS)	FIBRA (GRAMOS)
Huesillo	238	3.6	61.3	0.8	8.2
Lúcuma Pasta	136	1.4	31.4	0.5	1
Plátano	91	1	23.4	0.5	1.6
Higos Frescos	74	0.8	19.2	0.3	3.7
Caqui	70	0.6	18.6	0.2	1.8
Uvas	63	0.6	17.2	0.4	1.6
Cerezas	72	1.2	16.6	1	1.5
Membrillo	57	0.4	15.3	0.1	1.7
Manzana	59	0.2	15.2	0.4	2.4
Pera	59	0.4	15.1	0.4	3.8
Kiwi	61	1	14.9	0.4	3.4
Ciruelas	55	0.8	13	0.6	1.6
Mora	52	0.7	12.8	0.4	6.8
Grosella	49	0.4	12.6	0.2	4.2
Piña	49	0.4	12.4	0.4	1.2
Níspero	47	0.4	12.1	0.2	3.2
Naranja	47	0.9	11.8	0.1	2.1
Damasco	48	1.4	11.1	0.4	1.9
Durazno	42	0.7	11.1	0	2.4
Tuna	41	0.7	9.6	0.5	1.8
Limón	29	1.1	9.3	0.3	2.1
Pomelo	39	0.5	9.2	0.1	0.4
Melón	35	0.9	8.4	0.3	0.8
Palta	161	2	7.4	15.3	9.6
Sandía	32	0.6	7.2	0.4	0.3
Frutilla	30	0.6	7.1	0.4	2.6
Pepino dulce	28	0.4	6.3	0.1	0.5
Papaya	20	1	3.3	0.3	1.4
Aceitunas	116	1.4	1.3	12.7	2.6

**Importante: Si bien el consumo de frutas diario es saludable, deben consumirse en forma medida. Consultar siempre con su especialista las cantidades adecuadas para sus requerimientos diarios.**

Fuente: Briceño, (2016).

#### ***4.2.1.4 Usos a nivel industrial y artesanal***

A nivel mundial las frutas han sido consumidas en su gran mayoría frescas, pero parte de estas son utilizadas en procesos industriales para producir un sinnúmero de alimentos, dentro de estos se pueden mencionar: frutas en almíbar, deshidratadas, enlatadas, ensaladas, postres, tortillas, pures, pulpas refrigeradas, congeladas y ultracongeladas, jugos naturales, jugos jif, lonchas, yogur, alpinitos, pastelería, mermeladas, jaleas, entre otros (Chacon, 2016).

### **4.2.2 ULTRACONGELACION**

#### ***4.2.2.1 Concepción***

Jimenez, (2016), da mención a este término como aquel proceso que se da de manera rápida y a temperatura baja por medio de una corriente de aire por inmersión en líquido congelante en caso de querer una congelación aun mayor o por contacto de planchas para una congelación menor.

#### ***4.2.2.2 Generalidades***

Esta técnica es implementada por un buen número de científicos para preservar material biológico, e industrias alimentarias con el único objetivo de atesorar alimentos en perfectas condiciones de frescura. Lo anterior teniendo en cuenta el objeto a trabajar de manera que las condiciones de ultracongelado pueden variar. Partiendo de lo anterior Abyntek, (2017) dice que si se desea almacenar muestras biológicas la temperatura adecuada de ultracongelado será  $-80^{\circ}\text{C}$  mientras que Hernández, (2019) por su parte menciona que la temperatura óptima para el proceso de ultracongelado en los alimentos depende de dos factores fundamentales: tipo de alimento y tipo de empaque por lo que la temperatura de ultracongelado puede variar entre  $-20$  y  $-90^{\circ}\text{C}$  en base al tipo de producto alimenticio a trabajar (R. García *et al.*, 2017).



#### ***4.2.2.3 Sistemas de ultracongelado***

Dicho proceso se puede llevar a cabo bajo **sistemas criogénicos** en donde se hace uso de fluidos no tóxicos como el anhídrido carbónico, aire y el nitrógeno. Este último cambia de estado de líquido a gas acción que le permite absorber el calor y formar una atmosfera fría por lo que esta alternativa es aplicada a una gran variedad de productos como: carnes, mariscos, comidas preparadas, pescados, frutas, etc. Los equipos más utilizados para este sistema son los túneles criogénicos con una capacidad de 1500 kg/h, que a su favor tienen un gasto energético reducido, no necesita precalentamiento y el espacio físico requerido es pequeño.

**Sistemas mecánicos** por medio de equipos de evaporación y compresión en circuitos cerrados en donde el aire es enfriado hasta  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Otra modalidad es la **combinación de sistemas de frío** en donde por medio de esta fusión se congela la parte exterior de los productos alimenticios de una forma rápida con lo que se impide el gran porcentaje de pérdidas a causa de la deshidratación de los mismos así como también se evita el escarchamiento de los evaporadores utilizados, como ventajas en este tipo de sistemas es importante mencionar que gracias a esta técnica se reduce la carga térmica del congelador que como consecuencia se puede abastecer con mayor cantidad de materia y adicionalmente el tiempo de proceso se reduce en un 10% (García. W, 2020).

#### ***4.2.2.4 Etapas de ultracongelación***

El proceso de ultracongelación se basa en cuatro parámetros cinéticos y termodinámicos muy importantes de acuerdo a lo establecido por (Tubón Malusin, 2017), divididos en tres etapas de la siguiente manera:

1). Fase de pre-enfriamiento: en este caso lo que sucede es que el alimento que está a una temperatura mayor a  $0^{\circ}\text{C}$  se enfría hasta alcanzar la temperatura de congelación deseada

- 2). Nucleación: en esta etapa se crea la primera semilla o primer cristal, debido al calor latente desprendido. Acto seguido se da el cambio de fase con la aparición de más cristales, mismos que se forman de diferentes tamaños de acuerdo a la velocidad de transferencia de calor.
- 3). Atemporado: aquí el alimento sometido al tratamiento de congelación es llevado a temperaturas de mantenimiento entre 10 y  $-18^{\circ}\text{C}$
- 4). Ultracongelado: una vez la etapa de atemperado esta lista el alimento se sostiene a una temperatura estable. Para este momento el alimento está listo para someterlo a un descenso de temperatura brusca para exceder en el menor tiempo posible su temperatura máxima de cristalización en un tiempo no mayor a 4 horas.

#### ***4.2.2.5 Ultracongelación en alimentos***

El proceso de ultracongelado en alimentos en términos generales ha sido adoptado por la industria como técnica de conservación para cualquier producto comestible, teniendo en cuenta que, en la gran mayoría de estos, reina el agua como componente mayoritario a su vez responsable de la textura de los mismos (Morat, 2009), por lo que mediante descensos de temperatura por debajo del valor en donde los cristales de hielo empiezan su formación sin exceder un tiempo de 4 horas, se logra éxito en la sostenibilidad del olor, sabor, color y aspectos generales del producto, manteniéndolo en un estado de frescura por lapsos extensos de tiempo ya que este proceso inhibe la proliferación de microorganismos.

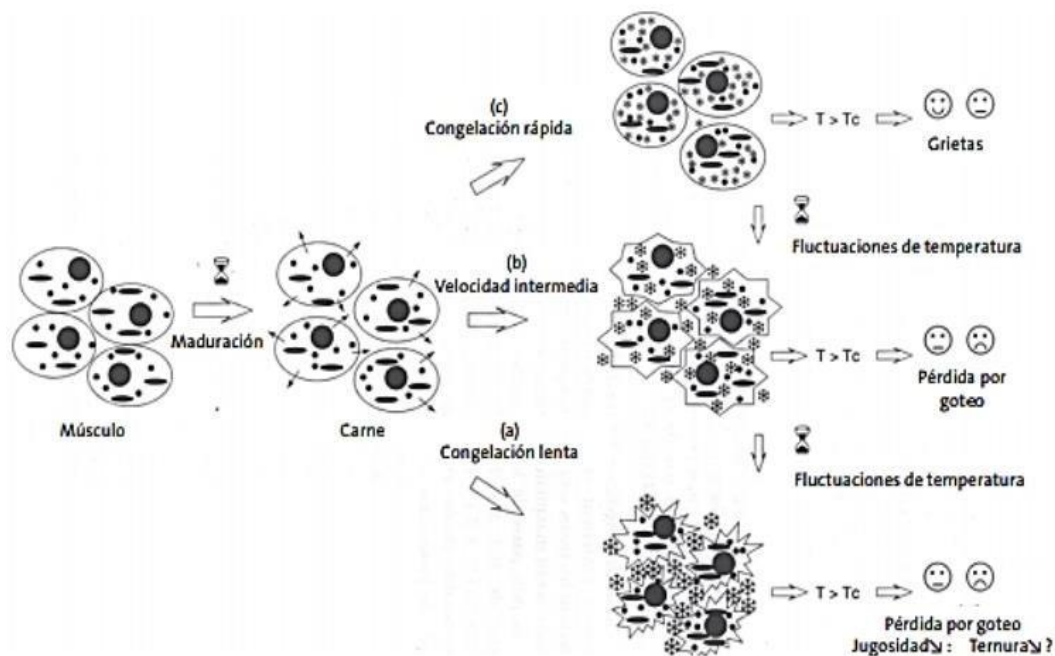
#### ***4.2.2.6 Velocidad de congelación***

Gordón, (2019), declara que un factor determinante en la calidad y eficacia en un proceso de ultracongelado va ligado tanto a la velocidad de la congelación como a la temperatura empleada en este. Cuando la congelación se da de manera lenta ocasiona el desarrollo de cristales grandes los cuales originan daños irrevocables en el alimento como lo son ruptura de la membrana celular, y disminución de los parámetros organolépticos de la misma. Caso

contrario cuando esta se da de manera ágil porque para este caso los cristales se forman de manera microscópica, fuera y dentro de la membrana celular manteniendo en gran cantidad las cualidades originales del alimento.

En la **figura 2** se puede observar la formación de cristales cuando un alimento es sometido a congelación, donde la velocidad de congelación en la calidad del alimento tiene gran impacto. A una congelación rápida el alimento pasa ileso de cualquier daño en su estructura, a una velocidad de congelación mediana el alimento sufre algunos daños, pero a una velocidad de congelación lenta la textura del alimento queda totalmente destruida a causa de la formación de cristales de tamaño magno.

**Figura 2.** Formación de cristales en los alimentos de acuerdo a la velocidad de congelación



Fuente: Alvarez Beltran, (2021).

#### 4.2.2.7 Tiempo de congelación

El tiempo de congelación depende principalmente del tipo de alimento a trabajar, así mismo del sistema de congelación a emplear, la temperatura inicial y la temperatura a la que se desea

llegar. Chaves y Zaritzky, (2020) define este término como “el valor que necesita un material alimenticio para llevar su temperatura hasta una cuantía deseada, la cual debe ser la indicada para conservar dependiendo de cada tipo de alimento”.

Este tiempo está en manos de factores fundamentales dentro de los que se destacan:

- Espesor y forma del producto (que tan pequeñas o grandes son estas dimensiones)
- Cantidad de calor eliminado
- El proceso de transmisión de temperatura y calor

Existen diferentes métodos para calcular un aproximado de tiempo de congelación en los alimentos, utilizando diferentes ecuaciones o resolución por ordenadores tal como lo indica Tubón Malusin, (2017) en su estudio titulado como “Determinación experimental y predicción del tiempo de congelación de pulpa de guayaba (*Psidium guajava*) pasteurizada y envasada en cilindros de 200 kg”

✚ Una de las ecuaciones más empleadas para dicho fin es la ecuación de **Plank** porque presenta menor margen de error (**Ecuación 1**):

**Ecuacion 1.** Tiempo de congelacion bajo la ecuacion establecida por Plank

$$t_{cal} = \frac{\lambda_a \rho_o}{(T_c - T_a)} \left( \frac{P a'}{h} + \frac{R a'^2}{k_c} \right)$$

Donde:

$t_{cal}$  = Tiempo de congelación calculado

$\lambda_a$  = Calor latente de congelación de congelación del alimento

$\rho_o$  = Densidad del alimento antes de congelar

P y R = constantes de Plank (1/2 y 1/8 para placas infinitas; 1/6 y 1/24 para esferas; 1/4 y 1/16 para cilindros infinitos)

$a'$  = Dimensión característica (espesor de una placa, radio para una esfera y un cilindro, mitad de espesor para una placa que se congela por ambos lados)

$T_c$  = Temperatura de congelación del alimento

$T_a$  = Temperatura del medio de enfriamiento

$h$  = coeficiente convectivo de transferencia de calor para el fluido de enfriamiento

$k_c$  = conductividad térmica del alimento congelado

✚ La **ecuación 2**, establecida por **Salvadori y Mascheroni** es altamente empleada para determinar el tiempo de congelado en aquellos alimentos con alto contenido de humedad a partir de la siguiente ecuación:

**Ecuacion 2.** Tiempo de congelacion bajo la ecuacion establecida por Salvadori y Mascheroni.

$$tc_{cal} = \frac{L^2}{\alpha_o} (aT_{cf} + b) \left( \frac{1}{Bi} + c \right) (1 + T_i)^n (-T_a - 1)^{-m}$$

Donde:

$tc_{cal}$  = Tiempo de congelación

$L$  = Longitud característica (espesor de una placa o radio para un cilindro)

$A, b, c, n$  y  $m$  = constantes empíricas de la ecuación (ver tabla x)

$Bi$  = es el número de Biot definido como  $(hL/k_o)$ ;  $h$  coeficiente de transferencia calórica ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ );  $k_o$  conductividad térmica del alimento fresco,

$T_i$  = es la temperatura inicial del alimento,

$T_a$  = temperatura del medio de enfriamiento,

$\alpha_o$  = difusividad del alimento fresco

Las constantes de la ecuación de Salvadori y Mascheroni para calcular el aproximado de tiempo de congelación se muestran en la **tabla 2**, de acuerdo a la geometría que se desee trabajar.

**Tabla 2.** Constantes de Salvadori y Mascheroni.

GEOMETRIA	N	M	a	b	c
Placa por transferencia de calor en fibras perpendiculares	0,09	1,04	-1,08125	62,9375	0,18

Placa por transferencia de calor en fibras paralelas	0,10	1,03	-0,94250	62,4250	0,16
Cilindro	0,09	1,00	-0,46875	28,7625	0,17
Esfera	0,06	0,90	-0,16875	15,3625	0,18

Fuente: Tubón Malusin, (2017).

#### **4.2.2.8 Utilidad**

En el estudio realizado por Hernández, (2009) de la universidad de la Habana da a conocer la importancia de este método en donde recalca que someter la langosta entera cruda a la ultracongelación garantiza la durabilidad en óptimas condiciones, teniendo en cuenta que este producto sufre de un deterioro llamado autólisis provocando flacidez en el músculo y adicional a esto disminuye el proceso enzimático de melanosis o ennegrecimiento superficial en la parte carnosa de la cola de las langostas.

Así mismo en la investigación titulada como “Estudio del potencial de los Ultracongelados en el sector hotelero de la ciudad de Neiva ” ejecutado por Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, (2014), se establece la gran utilidad que posee la implementación del proceso de ultracongelado para la línea panadera dentro de los restaurantes de los hoteles ya que este proceso optimiza tiempo de elaboración siendo este un valor agregado de carácter fundamental si de calidad de servicio al cliente se trata, pudiendo brindar la entrega de un producto acogedor, atesorando su olor, sabor, frescura, valor nutritivo y texturas sin necesidad de incrementar costos de gas o bien energía.

Otro aspecto favorable es la higiene y seguridad que se logra bajo este método.

#### **4.2.2.9 Ventajas**

Son variados los beneficios tras la implementación del proceso de ultracongelación en la industria alimentaria. Pudiendo resaltar aspectos como lo son la producción de productos en épocas de no cosecha dado a la larga vida útil que este proceso confiere, otro aspecto fundamental es la sostenibilidad de la calidad en periodos extensos, la reducción en cuanto a pérdidas por envejecimiento de los productos, poca deshidratación. Adicional a esto se evita

totalmente la posible propagación de microorganismos en los alimentos por lo que se mantienen en perfecto estado.

Aspecto muy considerado por parte del consumidor es que los alimentos posean una estructura, consistencia, color y aroma en perfectas condiciones, aspectos que al emplear un proceso de ultracongelado se mantienen tal y como si el producto fuese fresco. Ahora bien la aplicación de esta nueva tecnología permite la preparación de sopas, ensaladas, lasañas, jugos, recetas variadas, etc. en menor tiempo ya que al hacerlo de manera artesanal el proceso para la preparación de cualquier producto se hace más lento debido a las operaciones unitarias que por antelación deben ser aplicadas a cualquiera de los alimentos necesarios para la preparación de una receta y/o elaboración de un producto (Afrizal, 2016).

#### ***4.2.2.10 Sostenibilidad en características organolépticas y nutricionales.***

El auge que en los últimos años han presentado los alimentos listos para consumir, ha provocado que la población consumidora se detenga en un aspecto muy importante el cual es la calidad nutricional de los mismos, y es allí es donde Del Río Morona, (2016) de la Universidad de Zaragoza lleva a cabo un estudio bibliográfico para saber el efecto del tipo de congelación en el valor nutricional y características organolépticas de los platos preparados destinados a la restauración en donde los veintidós estudios analizados, demuestran que al comparar los tres tipos de congelación siendo estos congelación lenta, congelación media y congelación rápida (ultracongelación), es esta última quien gracias a su ligero proceso permite que los alimentos conserven sus propiedades físicas, organolépticas y nutricionales. Caso contrario a las demás congelaciones ya que por tratarse de un proceso lento para ambos casos repercute en daños notorios en la estructura de los alimentos provocando deshidratación y pérdida de aspectos organolépticos y por supuesto deteriorando la parte nutricional.

#### ***4.2.2.11 Áreas de aplicación***

Esta técnica es implementada en la industria farmacéutica ya que es de vital importancia proporcionar productos de primera calidad para aplicaciones médicas y farmacéuticas; para el área de investigación con el fin de garantizar la seguridad de las muestras; en el área industrial con el fin de lograr un almacenamiento de materiales para uso industrial en las mejores condiciones así como también asegurar un rendimiento y precisión ideal; en el área alimentaria brindando una trazabilidad y fiabilidad óptimas cuidando la salud integral del consumidor y medio ambiente y por último en el área aeronáutica y electrónica en donde este proceso influye positivamente en el control de temperatura en el uso de la energía para estudiar pruebas de comportamiento en las muestras (Precision for life, 2021).

### **4.2.3 Frutas ultracongeladas**

#### ***4.2.3.1 Noción***

La congelación en su mayoría se implementa en frutas con poca resistencia al transporte y manejo, es decir con texturas delicadas, con el único fin de contrarrestar pérdidas de calidad en el manejo postcosecha, por lo que en la industria alimentaria la congelación juega un papel crucial a la hora de poder almacenar frutas de épocas exclusivas en condiciones ideales de frescura con un consumo prolongado. Adicionando que gracias a esta técnica se puede optar por la comercialización a mercados internacionales sin adición de químicos ni conservantes tal como lo menciona Alvarez Beltran, (2021).

#### ***4.2.3.2 Generalidades***

Aquellas frutas sometidas a congelación, en la industria en gran porcentaje son empleadas para la fabricación de productos como lo son postres, conservas, zumos, mermeladas, etc. a razón de que una vez se procede a la descongelación en algunos casos tal como lo indica Neri *et al.*, (2020) parte de la fruta es altamente afectada a causa de la pérdida por goteo, pardeamiento y en algunos casos ablandamiento.



La **tabla 3** deja en evidencia aquellos aspectos de vital importancia a la hora de tasar las frutas que han sido sometidas a cualquier proceso de congelado.

**Tabla 3.** Aspectos para evaluar calidad de frutas y vegetales sometidos a congelamiento.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	MODERACIÓN
<b>Cristalización de agua</b>	La formación de cristales en espacios extracelulares y partes internas de las células de la fruta, provocando deshidratación alta en las células y generando rompimiento en la pared celular	Velocidad y temperatura de congelación	Acto seguido del congelado, mantener en almacenamiento a temperaturas inferiores a $-18^{\circ}\text{C}$ , mantener la cadena de frío para garantizar la calidad del producto
<b>Descongelación</b>	Se realiza de manera mucho más lenta que el proceso de congelación. Esta etapa es de gran incidencia la contaminación microbiana por ser la parte exterior quien se descongela primero	Velocidad de descongelación	Cocción del alimento sin descongelación adelantada, importante resaltar que se recomienda realizar este proceso solo a frutas y vegetales con destino a transformaciones a nivel industrial. Para consumo directo descongelar en el menor tiempo
<b>Textura</b>	El proceso de congelación afecta primariamente la textura por la formación de cristales generando consigo perdida de líquido y deterioro de la misma.	Cristales formados extracelularmente, mal manejo en la etapa de preservación	Garantizar un correcto almacenamiento y frescura
<b>Pardeamiento enzimático</b>	Procesos como el blanqueado y el escaldado son los que se realizan previos a un proceso	Oxidación de lípidos, daños organolépticos	En frutas para usos en repostería es recomendado inactivar las enzimas

	de ultracongelado u/o congelado en frutas y verduras	con reductores químicos.
<b>Microorganismos</b>	La suma de microorganismos es baja porque al someter la fruta a temperaturas bajas la actividad de estos se inactiva	Operaciones unitarias en condiciones optimas

Fuente: Alvarez Beltran, (2021).

En muchas de las frutas como por ejemplo la granadilla siendo esta una de las frutas con menos innovación en el mercado, la mayoría de los países productores como Argentina, México y Colombia la ofrece en fresco. Esto ha generado que al momento de llegar el producto al consumidor final esté deteriorado por completo. Para contrarrestar esto, Quintero Vásquez y Bonilla Garzón, (2018) optan por emplear la ultracongelación como método de preservación y conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis juss*) obteniendo muy buenos resultados.

#### ***4.2.3.3 Introducción al mercado***

Este método tubo cabida en el mercado internacional, nacional y local como alternativa de conservación y preservación, en claro ejemplo se tiene TROPIFROST S.A., la cual es una empresa dedicada a la producción de frutas tropicales ultracongeladas actualmente. Quien antes de llegar a este punto tenía una seria problemática con las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA), en la mayoría de los casos infecciones a causa de parásitos, bacterias y virus por lo que opto por la implementación de buenas prácticas de manufactura, análisis de peligros y puntos críticos de control y poner en práctica la congelación y ultracongelación, siendo esta ultima la que mejores resultados brindo en inocuidad e higiene para con el producto final, ya que al someter las frutas a este proceso difícilmente se puede propagar cualquier microorganismo. En la actualidad es una empresa caracterizada por invertir y trabajar bajo lo último en tecnología garantizando tanto a los consumidores como clientes un producto libre de contaminación (Rica, 2015).

El occidente antioqueño es fuerte en la producción de mango hilacha, pero este presenta una diminuta vida útil, aspecto en el que Buelvas *et al.*, (2017) enfatizó para analizar el efecto del escaldado, la pasteurización y la ultracongelación en la calidad sensorial de la pulpa de esta fruta. En Colombia es una de las opciones para entrar a competir con mercados nacionales e internacionales por ser una fruta bienvenida en cualquier parte del mundo gracias a sus altos niveles de vitaminas, fibra y minerales. Para establecer la aceptación de esta emplearon una prueba descriptiva cuantitativa con un total de 60 consumidores potenciales de mango hilacha con una muestra por cada método de conservación donde finalmente obtuvieron como resultado mayor aceptación sensorial en la muestra 3 siendo esta muestra bajo tratamiento de ultracongelado, en donde los panelistas mencionan: “que se mantiene el sabor, olor, color y viscosidad característicos de la pulpa de mango”.

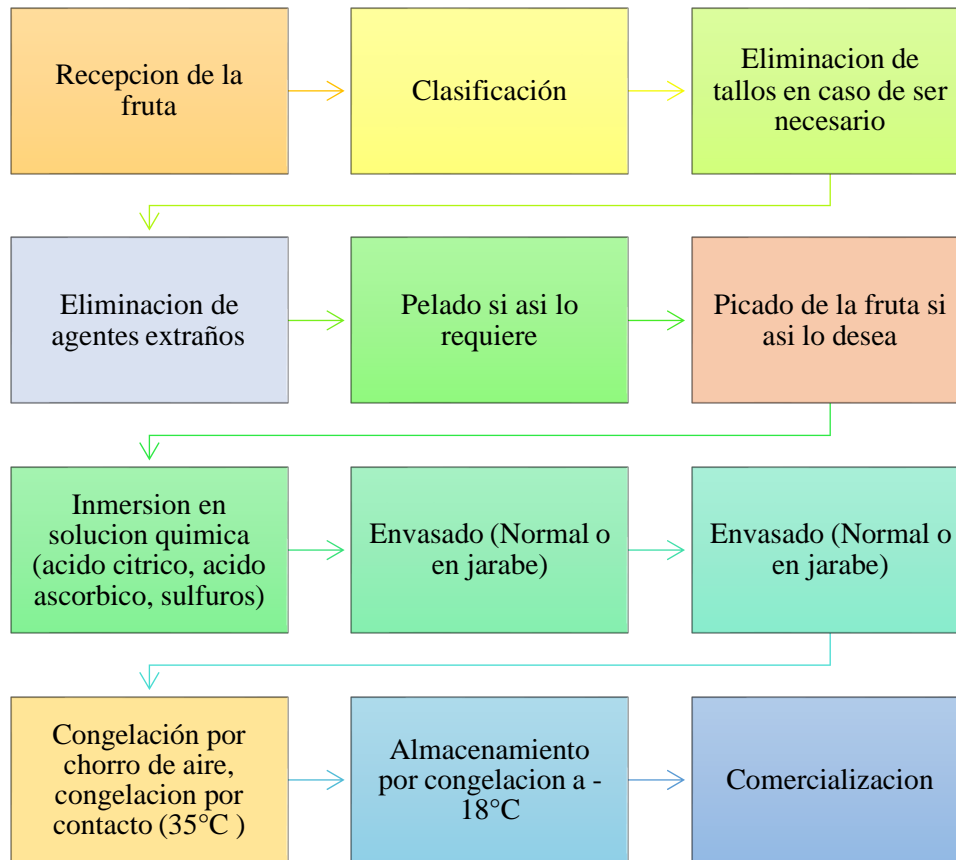
#### ***4.2.3.4 Proceso de ultracongelado***

Tian *et al.*, (2020) exponen en su trabajo titulado como “Proceso de ultracongelación y liofilización de chayote (*Sechium edule*)” como se lleva a cabo el proceso para la ultracongelación de esta fruta exótica no muy común. Inicialmente se realiza la selección y caracterización de la materia prima, en donde se procede a evaluar parámetros físicoquímicos. En segundo lugar, el acondicionamiento de esta en donde se lavan y cortan de acuerdo a la forma deseada si es el caso se deja entera. Como tercer y último paso se procede a la ultracongelación a temperaturas que pueden oscilar entre -40 a -80 °C.

Por su parte Dincer, (2020) especifica que el proceso de ultracongelación en las frutas no se deben someter a tratamientos térmicos ya que la gran mayoría de estas son para consumo directo motivo por el cual se debe hacer únicamente por inmersión en soluciones químicas, para la aplicación del proceso en cuestión es recomendado emplear una temperatura de -35°C de acuerdo a la fruta o vegetal que se someta y posterior a ello almacenarlos a una temperatura entre -18 y 20°C.

En la **gráfica 1** expuesta a continuación deja establecido las operaciones y etapas a tener en cuenta para el proceso de ultracongelado en frutas.

**Grafica 1.** Flujograma para el proceso de ultracongelado en frutas.



Fuente: Dincer, (2020)

Montes *et al.*, (2005), sometieron mora castilla a tratamientos de congelación rápida en rangos de temperatura comprendidos entre  $-10$  y  $-55^{\circ}\text{C}$  con velocidades aleatorias de congelación de  $0,1$  hasta  $4,37^{\circ}\text{C}/\text{min}$  en unidades de  $250$  gr de mora con inmersión en metanol en donde como resultado obtuvo que a altas velocidades el punto final de congelación se obtiene con valores de temperatura más bajas y viceversa.

## 4.2.4 MORA UVA

### 4.2.4.1 Definición

La mora (*Rubus alpinus Macfad*) denominada coloquialmente como mora uva es una especie andina silvestre con un nivel elevado de comercialización en los últimos años perteneciente

a la familia *Rosaceae* del género *Rubus* ubicada en el subgénero de *Idaeobatus* tal como lo menciona Cancino-Escalante et al., (2011).

De esta variedad en especial no se tienen muchos datos específicos acerca de los requisitos comerciales y la competitividad de esta mora en el mercado, así mismo no se tiene conocimiento acerca de su comportamiento fisicoquímico en sus diferentes estados de madures y su relación en la calidad de la misma, más sin embargo no deja de ser un fruto con elevado potencial comercial el Colombia (Moreno y Oyola, 2016).

#### ***4.2.4.2 Aspectos generales***

La mora es uno de los cítricos con mayor demanda a nivel mundial, específicamente en Colombia la mora castilla (*Rubus glaucus*) es cultivada de forma amplia ocupando el sexto lugar en preferencia de consumo, no obstante la mora (*Rubus alpinus Macfad*) es una variedad de mora poco conocida en Colombia y el mundo por lo que no se tiene establecido un manejo de cosecha y postcosecha óptimos para su tratamiento, esto a consecuencia de la poca información que existe frente a esta variedad, quien en la actualidad está tomando gran empuje en los departamentos de Boyacá y Norte de Santander (Rincón Bonilla *et al.*, 2015).

Esta nueva variedad es de vital importancia para los pequeños productores que no cuentan con la herramienta postcosecha suficiente para competir con mercados nacionales e internacionales. Es importante tener en cuenta que esta variedad al igual que los demás géneros es una fruta con vida útil muy corta por lo que es fundamental tener presente aquellos factores causantes del deterioro de esta fruta.

Las causantes del elevado deterioro en la mora se especifican en la **tabla 4**, en donde es importante resaltar que la generación de gases y la humedad relativa del medio son parámetros que los pequeños productores no controlan.

**Tabla 4.** Factores que influyen en el deterioro de la mora.

<b>TIEMPO DE VIDA DEL ALIMENTO</b>	Luego de ser cortada de la planta, su tiempo antes de madurar es de aproximadamente 4 días. Si es refrigerada o congelada puede durar hasta 10 días
------------------------------------	---

<b>TEMPERATURA</b>	Se conserva entre 12 y 18°C
<b>IMPACTOS</b>	La mora se afecta mediante los impactos generados en: *Carga de la canastilla que posteriormente se almacena en el vehículo de transporte *Mallugamiento entre las moras durante su transporte por las vías destapadas *Descarga de la fruta al llegar a su punto de comercialización *Manipulación por medio de herramientas para empacar la fruta en empaques plásticos
<b>LUZ Y RADIACIONES</b>	Radiación UV-C inhibe microorganismos
<b>MICROORGANISMOS</b>	Cucarrón marceño, larvas y hongos
<b>MACROORGANISMOS</b>	Patógenos por factores ambientales o mala aplicación de químicos y fumigación de la cosecha
<b>GASES</b>	*El oxígeno afecta inicialmente las drupas y aumenta el deterioro en la respiración natural de la mora, generando resequeidad *El CO <sub>2</sub> ataca principalmente características organolépticas de la fruta como el sabor y la textura
<b>HUMEDAD</b>	Es necesario mantener una humedad relativa del 80-90%, el exceso de esta deteriora la fruta afectando su textura y descomposición de las drupas
<b>OLORES</b>	No absorbe olores

Fuente: Bohórquez Villamizar y Úsuga Giraldo, (2017).

#### 4.2.4.3 Parámetros fisicoquímicos en mora uva

De acuerdo al estudio realizado por Moreno y Oyola, (2016) titulado como “Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus Macfad*)”, se satisface la información respecto a los valores hallados con respecto a los parámetros fisicoquímicos de la mora uva (tabla 5).

**Tabla 5.** Parámetros fisicoquímicos de la mora (*Rubus alpinus Macfad*).

PARAMETRO	ESTADO DE MADUREZ	VALOR
-----------	-------------------	-------

<b>pH</b>	5 a 6	2,28 - 2,79
<b>Solidos solubles totales</b>	5 a 6	5,5 – 9,0
<b>Acidez total titulable</b>	5 a 6	2,28 – 1,44
<b>Índice de madurez</b>	5 a 6	2,41 – 6,19
<b>Diámetro</b>	6	1,31 – 1,39 cm
<b>Longitud</b>	6	2,25 – 2,49
<b>Firmeza</b>	5	8,48 -11, 17 N

Fuente: Moreno y Oyola, (2016).

#### **4.2.4.4 Valor nutricional**

La mora sin lugar a duda es un cítrico con muchas bondades, ya que posee propiedades antisépticas, refrescantes, diuréticas, digestivas y calmantes. Es un antioxidante natural que contiene altos niveles de calcio y vitaminas A, B y C además de ser gran fuente de minerales entre los que se destaca el Yodo, Potasio, Zinc y Fibra. Adicional a esto, esta especie cuenta con bondades medicinales contribuyendo a la prevención de cáncer artritis, colesterol elevado, obesidad, enfermedades cardiovasculares, enfermedades a causa de bacterias o virus, etc. (Navarro, 2016).

En la **tabla 6** se puede observar el valor nutricional aportado por cada 100 gr de mora, destacando el gran aporte energético el cual es de 45 kcal, seguido de los carbohidratos con un aporte de 6,24 gr.

**Tabla 6.** Aporte nutricional por cada 100 gr de mora.

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Energía	45 kcal
Sodio	2,40 mg
Carbohidratos	6,24 gr
Fibra	3,16 gr
Azúcar	6,24 gr
Proteína	1,4 gr
Vitamina A	45 ug

Vitamina C	21 mg
Vitamina E	1,2 mg
Hierro	0,90 mg
Calcio	44 mg

Fuente: Bohórquez Villamizar y Úsuga Giraldo, (2017).

#### 4.2.4.5 Morfología

En la **figura 3**, Cancino-Escalante *et al.*, (2011). Detalla explícitamente la morfología de esta variedad de mora afirmando lo siguiente:

Esta fruta viene de arbustos ascendentes con una longitud de 3 metros con ramas reclinadas planta conserva una **raíz** principal pivotante con una profundidad de al menos treinta centímetros de profundidad, sus raíces secundarias brotan entre los primeros quince centímetros de profundidad.

**Figura 3.** Morfología de la mora (*Rubus alpinus Macfad*).



Fuente: Propia.

Desde la corona de la planta nacen **tallos** acanalados con corte transversal entre círculos angulosos. Dichos tallos poseen peciolos teretes de 5 a 9 espinas curvas. Sus tallos por lo



general se arquean a causa de su abundante ramificación y longitud. Las **hojas** son lustrosas de forma ovada con base redonda verde oscuro por la cara principal y un poco más claras por el envés, estas hojas son de largo peciolo, de 3-5 foliolos e imparipinnadas, poseen bordes acerrados y forma oblongo lanceolada, glabras de estípulas lineares 0.6 mm; peciolos teretes de 5-9 espinas curvadas.

Hojas de foliolos ovados, base redondeada, asimétrica a levemente truncada y en el foliolo central levemente cordada, ápice agudo a obtuso, margen serrulada; venación craspedodroma, apiculada, 12- 14 pares de venas. En sus racimos laterales y terminales se desarrollan **flores** con numeroso pistilos y estambres, de acuerdo a la especie el cáliz se desarrolla de color verde o blanco con cinco pétalos sépalos lanceolados o pétalos lobulados respectivamente. Una vez florece en poco tiempo surge los **frutos** redondeados con diámetros aproximadamente de 1 cm formados por 12-15 drupas de color purpura casi negro cuando se encuentra en un estado de madurez óptimo (InfoAgro, 2020).

#### ***4.2.4.6 Manejo de cosecha y postcosecha***

La cosecha para esta variedad de mora (*Rubus alpinus Macfad*) da inicio a los ocho meses de sembrado con una frecuencia semanal ya que su producción es abundante; en donde genera entre 18 y 20 toneladas por hectárea anual. Específicamente en la zona de paipa Boyacá-Palermo la cosecha se hace de acuerdo a la carta de color bajo la norma técnica colombiana 4106 con estado de madurez entre 4 y 6 los cuales son los índices de madurez exigidos por el aliado comercial y entre 5 y 6 para el mercado de consumo en fresco.

Antes del proceso de recolección se desinfectan canastillas, tijeras en caso de uso, y se toman medidas de seguridad como lo son guantes y mangas con el fin de protegerse de daños por las espinas. Las canastillas no deben superar los 10 kg de peso. Una vez la mora es cosechada se procede a las prácticas de postcosecha, donde inicialmente se realiza la selección, limpieza, clasificación, empaque y conservación. Para esta primera etapa de postcosecha se debe seleccionar la fruta en buen estado, eliminar frutas deformes o enfermas; posterior a ello retirar cualquier agente extraño que este junto con la fruta. El fruto debe ser desinfectado y secado para evitar propagación de hongos. Luego se clasifica de acuerdo al grado de

madurez y categoría. Por último, en la etapa de empaclado la mora (*Rubus alpinus Macfad*) sale directamente en las canastillas por cantidades de 10 kg en donde directamente la parte intermedia en la comercialización de la misma la recoge en la finca productora (Vasquez Vasquez, 2020).

Por su parte Antía, (2019), da mención a las prácticas de cosecha y postcosecha, fundamentado en que la mora es una de las frutas con mayor grado de perecibilidad, con una vida útil muy corta por lo que las acciones que se realicen deben ser rápidas y eficientes para lograr mantener la calidad del producto durante el mayor tiempo posible. mencionando un aspecto fundamental antes de la cosecha de la mora, siendo este la adecuación y preparación del centro de acopio donde llega la mora cosechada, sostener una entrada y salida del producto organizada y ejecutar la recolección de la fruta en horarios que eviten las altas temperaturas. Es importante utilizar una tijera para cortar el péndulo y no generar daño a la planta madre ni al fruto, posterior a esto se recomienda depositarlas en recipientes de plástico a poca cantidad ya que el peso provoca magullamiento y daño mecánico(Gimeno-Gilles *et al.*, 2018).

#### **4.2.4.7 Indicadores económicos**

Navarro, (2016) asegura que una planta de mora (*Rubus alpinus Macfad*) en perfectas condiciones de mantenimiento produce alrededor de 1kg/planta semanal, trayendo consigo un rendimiento de 625-833 kg/hectárea por semana, lográndose un producido de 32,500-43,316 kg/hectárea por año. De importante mención que en época de verano la producción se reduce a la mitad.

En promedio de acuerdo a lo citado por Vasquez, (2020) el cultivo para 200 plantas cuesta alrededor de 1'500.000-2'000.000 COP. Distribuidos como se ilustra en la siguiente tabla (tabla 7).

**Tabla 7.** Indicadores económicos para la producción de mora uva.

Plantas	400,000
Madera	600,000

Alambre calibre 12	100,000
Puntillas	10,000
Tutorado	500,000
<b>TOTAL</b>	<b>1 610,000</b>

Fuente: Vasquez, (2020)

#### **4.2.4.8 Aspectos agrícolas del cultivo de mora uva**

Uno de los principales aspectos para el buen desarrollo del cultivo de mora se deben manejar temperaturas de entre 7 y 33°C como máximo, siendo 16-25°C la temperatura ideal para la etapa de su desarrollo frutal. La luminosidad requerida para el cultivo es de aproximadamente seis horas por día como mínimo. Así mismo el sistema de riego de agua es crucial para su buen desarrollo, siendo el más adecuado un sistema por goteo. La cantidad valorada por planta es de cuatro litros/3 días. Este fruto de desenvuelve muy bien a temperaturas bajas con alturas superiores a los 2700 msnm. A diferencia de la mora castilla (*Rubus glaucus Benth*), la mora (*Rubus alpinus Macfad*) tiene gran resistencia a los vientos, soportando corrientes de aire suaves de 1 a 5 km/h y fuertes ventarrones de 39-49 km/h (Vasquez Vasquez, 2020).

#### **4.2.4.9 Usos a nivel industrial**

La mora es apetecida en el mercado porque se deja emplear tanto a nivel industrial como artesanal, algunos de los productos que son elaborados con mora son las mermeladas, jaleas, bebidas alcohólicas, jugos industriales, ensaladas, en repostería, consumo en fresco, congelada, ultracongelada, yogurt, entre otros (Hernández Altamirano *et al.*, 2018).

#### **4.2.4.10 Parámetros de calidad**

La resolución 003929 del Ministerio de Salud y Protección Social, (2013) especifica el reglamento técnico acerca de los requisitos sanitarios que deben cumplir toda fruta o bien bebida que tenga dentro de su composición un porcentaje de fruta, pulpa o concentrados de pulpa de fruta, en estado clarificado o no que se sometán a procesos, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional.

## **4.2.5 Envasado en alimentos**

### ***4.2.5.1 Generalidades***

La industria alimentaria en la actualidad sostiene un reto frente a las exigencias de los productos por parte de la población consumidora, en donde el cometido de los envases que los contienen además de cumplir con proteger y contener el alimento debe evolucionar y ser envases activos e inteligentes que garanticen la calidad del producto.

En la actualidad el tipo de envase implementado en el alimento juega un papel importante en la comercialización del mismo. Esto debido a que además de brindar un tiempo de vida de anaquel mucho mayor, es importante que también sirva como herramienta de marketing tal como lo menciona Rodríguez Saucedo *et al.*, (2018).

### ***4.2.5.2 Tipo de envasado utilizados en la industria***

Con el propósito de adquirir alimentos mínimamente procesados la industria ha tenido que incursionar en la elaboración de métodos de conservación diferentes a los habituales. Dentro de las nuevas tecnologías en envasado de alimentos se pueden encontrar (Rodríguez Saucedo *et al.*, 2018):

Envasado tradicional: el envasado tradicional hace referencia al empaquetado sin modificaciones gaseosas.

Envasado al vacío: en este tipo de envasado se extrae el aire del entorno del alimento, motivando el no deterioro del mismo a causa del oxígeno y evitando la propagación de microorganismos.

Atmosferas controladas: con la ayuda de un gas (dióxido de carbono) se mantiene constante el aire que rodea el alimento por medio de un control continuado.

Envasado en atmosferas modificadas: para este caso los gases de mayor uso son el dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno, esta técnica es empleada a todo tipo de alimentos. Al igual

que el envasado anterior el aire que rodea el alimento es sustituido por un gas o por una mezcla de gases según el alimento y tipo de envase.

Por economía y fácil uso los sistemas más empleados en la industria alimentaria son el empaquetado al vacío y la atmósfera modificada pero debido a sus limitaciones se están desplegando nuevos sistemas llamados envasado inteligente y envasado activo.

#### ***4.2.5.3 Empaques***

##### **- Definición**

El empaque se define como el utensilio que tiene la capacidad de manejar las frutas de manera eficiente, protegiéndolas de daños físicos y microbiológicos, además de esto es aquella herramienta que facilita el transporte de la misma.

##### **- Generalidades**

El empaquetado es una de las acciones más importantes para la comercialización de la mora, dicho empaque debe cuidar de no causar daños por excesiva cantidad de fruta en un mismo recipiente y evitar posible contaminación por olor, color o sabor del empaque a la fruta o viceversa. Las características y recomendaciones de los empaques, en donde resaltan que el tamaño y dimensión del empaque debe ser lo suficientemente amplio para facilitar la manipulación del mismo, así mismo debe ser de un material fuerte para que proteja el fruto al momento de manipularlo, almacenarlo o transportarlo. Este debe ser totalmente liso sin ninguna ranura, lavable y económico.

Aspecto fundamental es que el material del empaque sea de un material que no pueda ser atacado químicamente por el producto ni actúe sobre él.

##### **- Tipo de empaque**

Dentro de los materiales empleados se les clasifica de acuerdo a su fin, por su dimensión y forma, por su resistencia, fragilidad, material y permeabilidad a los gases

o vapores Grajales, (2016). En donde la interacción interna del sistema empaque-alimento es de vital importancia, considerando que dentro de este se va a generar un intercambio de masa y energía dentro del envase, medio ambiente y alimento (Maximov, 2018).

Partiendo de lo anterior es valioso saber elegir el empaque ideal para el alimento que se necesita empacar por lo que la ley de Fick es quien se encarga de la determinación del parámetro fundamental siendo este la difusión que existe en el empaque-alimento.

### 4.3 MARCO LEGAL

A continuación, se describe la normativa a tener en cuenta para la ejecución del presente proyecto:

- RESOLUCION 3929 DEL 2013: esta resolución detalla el reglamento técnico que especifica los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas, pulpas o bebidas a base de fruta a la hora de su empaquetado, transporte, comercialización e importación en cualquier parte del territorio colombiano, con el fin de proteger la salud del ser humano a la hora de su ingesta (NTC, 2013). En esta misma resolución se estipulan los valores mínimos de sólidos solubles y acidez titulable para la mora.
- Norma técnica colombiana 4106 DE 1997: en esta norma se detallan todos los requisitos que debe cumplir la mora *Rubus glaucus Benth* bien sea para procesamiento o consumo en fresco.
- A.O.A.C. 31.231/84: Aplicada para la determinación de acidez en productos con un elevado contenido de acidez (Montoya et al., 2015).
- Norma técnica colombiana 4624 de 1999: En esta norma se especifica la metodología para determinar el contenido de sólidos solubles en los productos alimenticios bajo el método refractométrico (método de ensayo a partir de la A.O.A.C. versión 2012). Su última actualización está en la NTC 440 del 2015 (Primera actualización)
- Norma técnica colombiana 4592 de 1999: bajo la primera actualización NTC 440:2015. En esta se especifica la metodología para evaluar el pH en frutas y verduras.

- Norma técnica colombiana 404 sexta actualización: en esta norma se detallan los requisitos que deben cumplir los jugos hechos a partir de frutas y las pulpas de fruta, además de ello establece los métodos a emplear para realizar los ensayos (INCONTEC, 2016).
- CODEX CAC/RCP 44 de 1995: En este código se encuentran las recomendaciones para lo que respecta al envasado y transporte adecuados en hortalizas y frutas frescas para garantizar una calidad en el producto tanto en su transporte como a la hora de su comercialización (Codex Alimentarius, 1995).
- NTE INEN 2427 de 2016 (primera versión): en esta norma se especifica los requisitos que debe cumplir el embalaje y empaque para diferentes variedades de mora que se comercializan para el consumo en fresco una vez ha sido acondicionada y envasada (NTE- INEN-1837, 2016).
- Norma técnica colombiana 5422 de 2007: en esta se especifica los requisitos a tener en cuenta para el empaque, embalaje y material a emplear en frutas, hortalizas y tubérculos frescos (Norma Técnica Colombiana, 2007).

## 5. METODOLOGIA

Para la ejecución del presente proyecto se tienen en cuenta diferentes etapas para dar lugar al cumplimiento tanto al objetivo general como a los específicos. A continuación, se encuentra detallada cada etapa con sus respectivas actividades mismas que están constituidas de acuerdo a la necesidad de cada objetivo específico.

### 5.1 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) EN FRESCO PRODUCIDA EN RAGONVALIA.

Para la evaluación de las características fisicoquímicas en la mora uva fresca producida en Ragonvalia se ejecutan las actividades descritas a continuación:

#### 5.1.1 Operaciones unitarias de acondicionamiento

Como aspectos básicos al tratamiento de la mora se tienen las siguientes operaciones unitarias de acondicionamiento de acuerdo a Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, (2017).

**Cosecha:** Este es el principal proceso a ejecutar en donde es retirada la mora de la planta madre, se debe hacer de manera óptima con el fin de no generar daño como magullamiento, rupturas e inconsistencias en la textura de la misma. Se recomienda llevar a cabo esta operación en horas de la mañana para evitar deshidratación en la fruta. Dicho proceso se realiza de manera manual, teniendo en cuenta las especificaciones de acuerdo a la **NTC 4106**, en donde especifica que la mora esta apta para su proceso de cosecha en un grado de madurez entre 4 y 5 con más drupas rojas que moradas y más drupas moradas que rojas respectivamente.

**Recepción:** Consiste en cuantificar la mora uva que entrará al proceso. Esta operación debe hacerse utilizando recipientes adecuados, limpios y balanzas calibradas.

**Selección:** En esta etapa se separan las moras sanas de las estropeadas bien sea por daños físicos o enfermedad. La selección se desarrolla de forma manual.



**Limpieza:** Este proceso consiste en eliminar cualquier tipo de impureza que pueda estar junto con los frutos de mora uva, en ejemplo se puede mencionar, palos, hojas, piedras, etc. los mismos removidos por método húmedo (por inmersión), teniendo en cuenta la sensibilidad de esta.

**Clasificación:** Esta fase consiste en separar la fruta seleccionada en grupos con características similares como por ejemplo el grado de madurez y tamaño teniendo en cuenta las exigencias de la población consumidora. Este proceso se hace de forma manual.

**Empaque:** La mora obtenida se dispuesta en canastillas de plástico siendo este el empaque más adecuado para su buena respiración y poco deterioro. Dichos empaques no deben sobrepasar de 10 kg.

**Almacenamiento en finca:** A una temperatura entre 0 y 5°C y humedad relativa de 90% en promedio.

### 5.1.2 Características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*)

Para evaluar las características fisicoquímicas de la mora producida en Ragonvalia ya lista para cualquier procesamiento, se tendrá en cuenta la siguiente metodología para cada propiedad:

**Grado de madurez:** Este parámetro se evalúa bajo la implementación de una carta de color, teniendo en cuenta que de acuerdo a la **NTC 4106**, a un grado de madurez 2, su color es con más drupas rojas que verdes, para el estado de madurez 3 las drupas son de tonalidad roja, para el estado de madurez 4 las drupas son más de color rojo que de color morado, para el 5 las drupas son en mayor cantidad moradas que rojas y para el estado de madurez 6, son de color morado oscuro uniforme.

La **figura 4** da a conocer los estados de madurez de la mora desde su estado de madurez 0 hasta su estado de madurez 6 de acuerdo a lo establecido en la norma técnica colombiana 4106 de 1997.

**Figura 4.** Estados de madurez para la mora de acuerdo a la NTC 4106 de 1997.



Fuente: Saltos *et al.*, (2020).

**Diámetro y longitud:** La medición de estos dos parámetros se realizará con ayuda de un pie de rey de la marca Mitutoyo echo en Brasil con una longitud de 20 cm. Se realizara tomando medidas longitudinales y ecuatoriales, seleccionando tamaños medianos y grandes (Gómez P, 2014).

**Peso:** Se pesan las moras por unidad en una balanza gramera marca Scout Pro con una capacidad de 2000 gr (Field *et al.*, 2015).

**Solidos solubles:** Esta toma se ejecuta por el método establecido en la norma técnica colombiana 4624 de 1999, a través de un refractómetro digital de escala media, marca °KMW Babo (Mejía-Gutiérrez *et al.*, 2016).

**Acidez titulable:** Se hace bajo la metodología establecida por la A.O.A.C. 31.231/84: Aplicada para la determinación de acidez en productos con un elevado contenido de acidez (Montoya *et al.*, 2015). Para ello se tomarán 25gr de extracto de mora en un balón de 250ml, posteriormente se añaden 200 ml de agua destilada, luego se procede a hervir durante 15 minutos agitando constantemente y una vez pasado este lapso de tiempo se completa el volumen y se filtra la mezcla. De esta mezcla se retiran 50 ml y se añaden 50 ml de agua destilada (esto corresponde a 5gr de la muestra). Acto seguido se añaden 3 gotas de fenolftaleína y se titula con hidróxido de sodio al 0,1 N hasta llegar a un pH de 8.1. El resultado se expresa como porcentaje de ácido cítrico (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2017).

Posterior a esto se emplea la **ecuación 3**, con el único objetivo de determinar el valor de % de ácido en esta variedad de mora como porcentaje de ácido cítrico:

**Ecuación 3.** Determinación de acidez bajo NTC 4623 de 1999.

$$\%ACIDEZ = \frac{A * B * C}{D} * 100$$

Donde:

A = Volumen de NaOH utilizado.

B = Normalidad del NaOH (0.064).

C = peso equivalente expresado en g de ácido predominante en el fruto (ácido málico 0.067 g/meq).

D = peso en gramos de la muestra utilizada.

**pH:** Este parámetro se evalúa bajo la metodología establecida en la norma técnica colombiana 4592 de 1999, tomando 20 ml de pulpa de mora uva en un vaso precipitado y con ayuda de un pH-metro marca HANNA. Se tomará registro introduciendo el electrodo en el centro de la muestra (Saltos Espín *et al.*, 2020).

**% Humedad:** Es evaluado por el laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander (UIS), ubicada en el km 2, hacia la vía el refugio, carrera 27, calle 9 del municipio de Piedecuesta, Santander. Bajo método gravimétrico- GOMESL.01 V06 2018-07-30. La muestra de mora uva producida en Ragonvalia, será allegada en 1 cava de icopor con hielo para sostener su estado fresco el mayor tiempo posible y minimizar el porcentaje de error a la hora de su evaluación.

## **5.2 ULTRACONGELACIÓN DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) A TIEMPOS Y TEMPERATURAS DIFERENTES.**

Para la realización del proceso de ultracongelado en la mora uva se llevarán a cabo las actividades que a continuación se describen:

### **5.2.1 Operaciones unitarias de acondicionamiento**

Para el procesamiento del ultracongelado de la mora se requieren distintos procesos desde la recepción de la materia prima hasta su almacenamiento, dicho proceso será descrito a continuación:

Se hace la recepción de la mora uva que entrará al proceso de ultracongelado siendo esta un total de 8 kg aproximadamente para ejecutar los tres tratamientos especificados en el inciso 5.2.3, utilizando recipientes adecuados y balanzas calibradas. Posteriormente se realizará la selección de la mora apartando la fruta sana de la fruta sobre madura, mallugada, verde o con cualquier tipo de anomalía, seguido se realizará limpieza de la misma retirando cualquier agente extraño a la pulpa como palos, hojas, pedúnculos, etc. acto seguido las moras serán clasificadas por tamaño y estado de madurez 5 (mayor cantidad de drupas moradas que rojas) de acuerdo a la carta de color establecida por la NTC 4106 de 1997, luego serán sometidas a una solución de ácido acético tipo comercial a una concentración del 5% para eliminar mohos y extender su frescura (alrededor de 10 minutos), una vez retiradas de la solución serán dispuestas en papel absorbente para eliminar el agua adherida a estas.

Seguidamente se procede a evaluar las características fisicoquímicas de esta, ya que estos datos serán las referencias para evaluar diferencias entre un día y otro de almacenamiento en ultracongelación, así como las diferencias entre los tratamientos.

Una vez que la mora uva esta lista se procederá a empacar.

### **5.2.2 Empaquetamiento**

Para el proceso de empaquetado se utilizan bolsas de polietileno de alta densidad (LDPE) con el objetivo de que la fruta quede totalmente protegida de cualquier agente externo como lo es la humedad, permeabilidad a gases, olores, golpes, polvo, vapor de agua, microorganismos, etc. ya que este material es más duro y rígido lo que le confiere mayor resistencia (Villar, 2016).

La mora uva adecuada para el proceso de ultracongelación es empacada en cantidades de 200 gr por unidad (4 muestras), una unidad para muestra y las restantes para los análisis al día 0,

7 y 14 de almacenamiento en ultracongelación a temperatura y tiempo específico por cada tratamiento y otras 4 muestras de 250 gr (cantidad mínima exigida por el laboratorio) para ser enviadas al laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander (UIS) donde se realizara su respectivo análisis de humedad para cada muestra de a cada tratamiento tanto en fresco como a los días 0, 7 y 14 de almacenamiento a la misma temperatura de ultracongelado, es decir 8 muestras por cada tratamiento sin contar la evaluación en fresco que se realiza al inicio de cada tratamiento que no es necesario empacar.

Cada unidad tendrá un tamaño de espesor de 2 cm y una longitud 17 cm aproximadamente, las mismas serán selladas con su cierre hermético en el caso de las muestras de 200gr y con una termoselladora en el caso de las bolsas de plástico de 250gr.

### **5.2.3 Proceso de ultracongelación**

Al momento de tener la fruta empacada esta es sometida al proceso de ultracongelado en un equipo BK5/16 DE 220v, con una capacidad de 16kg, no sin antes realizar las fases correspondientes al proceso de ultracongelado donde inicialmente se pone el equipo a un pre-enfriamiento, posteriormente una fase de nucleación y por último atemperado, para posteriormente someter la totalidad de las muestras al proceso de ultracongelado en los tiempos y temperaturas explicitas (**tabla 8**). Una vez el tiempo de ultracongelado culmine se procederá a almacenar sin interrumpir la cadena de frio.

### **5.2.4 Tiempo y temperatura**

Para el proceso de ultracongelado en la mora uva se llevan a cabo 3 tratamientos, variando temperaturas y tiempos (**tabla 8**). Mismas que se establecieron con base al estudio realizado por Montes *et al.*, (2005) y no por ecuación de **Plank** o **Salvadori y Mascheroni** a causa de la poca información que existe respecto a esta variedad de mora como lo es la densidad, conductividad térmica, y difusividad térmica.

El tiempo registrado en la **tabla 8** está basado en las especificaciones de la ficha técnica del producto en donde especifica el tiempo límite de ultracongelado para frutas o verduras con

alto contenido de humedad o blandas y adicional a esto bajo lo descrito por Montes *et al.*, (2015), donde indica que la congelación óptima de los cristales en los alimentos trabaja en sentido contrario, es decir que a menor temperatura de congelamiento la velocidad debe ser más alta y a temperatura más alta la velocidad de congelamiento debe ser menor.

La **tabla 8** detalla los tiempos, temperaturas y número de muestras a emplear en donde 4 de ellas con una cantidad de 200 gr (una unidad para muestra y las restantes para los análisis al día 0, 7 y 14 de almacenamiento en ultracongelación a temperatura y tiempo específico por cada tratamiento) y las otras 4 muestras de 250 gr para ser enviadas al laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander (UIS) para su respectivo análisis de humedad a cada muestra de mora uva para cada tratamiento tanto en fresco como a los días 0, 7 y 14 de almacenamiento en ultracongelación.

**Tabla 8.** Tiempos y temperaturas a emplear para los tres tratamientos térmicos a ejecutar.

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Min)	NUMERO MUESTRAS
T1	-25	60	8
T2	-35	90	8
T3	-40	120	8

Fuente: Elaboración propia.

Cada tratamiento se hará por separado de forma secuencial, inicialmente se realizará el proceso de ultracongelado para el tratamiento 1, seguidamente el 2 y por último el tercer tratamiento, con velocidad de congelación rápida. La cadena de frío no será interrumpida en los días de almacenamiento por el seguimiento que se realizará para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos.

### 5.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) ULTRACONGELADA.

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la mora ultracongelada bajo los tres tratamientos especificados en la **tabla 8**, se realizan una vez cumpla 0, 7 y 14 días de

almacenamiento a la temperatura de ultracongelación para cada tratamiento, con el fin de evaluar si existen cambios de las características fisicoquímicas de la mora en fresco con la mora sometida al proceso de congelación y posteriormente descongelada a condiciones ambientales.

La metodología a emplear es, una vez retirada la muestra del equipo, se toma una unidad de mora y se evalúa peso ultracongelado, color y firmeza, posteriormente se deja a temperatura ambiente el tiempo que sea necesario para su completa descongelación para proceder a evaluar peso descongelado, pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, %humedad y firmeza. A continuación, se encuentra la metodología a emplear:

**Color:** la determinación de este parámetro se hará cualitativamente teniendo en cuenta una muestra de mora ultracongelada para cada uno de los tratamientos ejecutados, tomando como patrón de referencia el color del alimento fresco para de esta manera comparar su color, y determinar si este parámetro tubo alguna alteración o variación (Herrera y Angüisaca, 2015).

**Peso:** se evalúa el peso por medio de una balanza gramera marca Scout Pro con una capacidad de 2000 gr con el firme propósito de comparar el peso de la mora ultracongelada sometida a cada uno de los tratamientos térmicos, con el peso de la mora en fresco y de esta manera poder descifrar alguna alteración (Field *et al.*, 2015).

**pH:** este parámetro se evalúa bajo la metodología establecida por la NTC 4592 de 1999 y con ayuda de un pH-metro marca HANNA. Se tomará registro introduciendo el electrodo en aproximadamente 100 ml de extracto de mora (Saltos Espín *et al.*, 2020).

**Sólidos solubles:** esta toma se realizará por el método establecido en la NTC 4624 de 1999, a través de un refractómetro digital de escala media, marca °KMW Babo en la mora ultracongelada para los tres tratamientos (Mejía-Gutiérrez *et al.*, 2016).

**Acidez titulable:** la acidez de la mora uva sometida a los diferentes tratamientos se evalua bajo la A.O.A.C. 31.231/84: Aplicada para la determinación de acidez en productos con un elevado contenido de acidez. Para ello se toman 25gr de extracto de mora en un balón de 250ml, posteriormente se añaden 200 ml de agua destilada, luego se procede a hervir durante 15 minutos agitando constantemente y una vez pasado este lapso de tiempo se completa el volumen y se filtra la mezcla. De esta mezcla se retiran 50 ml y se añaden 50 ml de agua

destilada (esto corresponde a 5gr de la muestra). Acto seguido se añaden 3 gotas de fenolftaleína y se titula con hidróxido de sodio al 0,1 N hasta llegar a un pH de 8.1. El resultado se expresa como porcentaje de ácido cítrico al emplear la **ecuación 3** (Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, 2017).

**% Humedad:** el contenido de humedad de las moras sometidas a los diferentes tratamientos de ultracongelado se evalúa bajo método gravimétrico- GOMESL.01 V06 2018-07-30. cabe resaltar que las muestras fueron allegadas en cavas de icopor con hielo con el fin de sostener su estado el mayor tiempo posible

**Firmeza:** con ayuda de un penetrómetro GAGNER FORCE DIAL FDX 30 se evaluará la firmeza de la mora ultracongelada a condiciones de cada tratamiento para los días 0, 7 y 14 de almacenamiento y la textura de manera cualitativa, palpando con la yema de los dedos.

Cada uno de los parámetros descritos anteriormente será evaluado por triplicado. Los mismos se usarán para establecer diferencias de un tratamiento a otro e identificar que tan grandes son los cambios de los parámetros fisicoquímicos de la mora en fresco y la mora que es sometida a un proceso de ultracongelado, almacenado y descongelado.



#### 5.4 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos de las características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*), en fresco y ultracongelada a diferentes tratamientos de tiempo y temperatura y almacenadas durante 14 días son analizados estadísticamente ANOVA de un factor con un nivel de significancia de 0,05 empleando el software IBM SPSS Statistics 21, con el fin de establecer si hay diferencias significativas entre las propiedades fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) sometida a diferentes tiempos y temperaturas de ultracongelación y días de almacenamiento.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSION**

A continuación, se presentan los resultados y sus respectivos análisis tras la ejecución de cada una de las actividades para dar cumplimiento a los objetivos específicos ejecutadas. El 80% de estas se desarrollaron dentro de las instalaciones de la asociación hortifrutícola de Colombia (ASOHOFRUCOL) ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, el 20% restante fue desarrollado en la propiedad del mayor productor de mora de Coagronvalia ubicada en la vereda de Babilonia, Ragonvalia – Norte de Santander.

### **6.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) EN FRESCO PRODUCIDA EN RAGONVALIA.**

Seguidamente se presentan las condiciones actuales que los diferentes productores de mora uva desempeñan para las operaciones de acondicionamiento de la mora uva producida para la cooperativa de Ragonvalia (Coagronvalia).

#### **6.1.1 Operaciones unitarias de acondicionamiento**

##### **Cosecha**

La cooperativa de Ragonvalia conformada por 46 productores de mora uva manejan una misma dinámica de cosecha. El 100% del personal que cosecha la mora lo hace de forma manual procurando recolectar la mora lo más limpia posible, es decir sin pedúnculo y hojas, para dicho proceso utilizan mangas y guantes para evitar daños por las espinas de dicha planta y adicional a esto ajustan envases plásticos a su cintura para depositar allí la mora recolectada.

La cosecha se realiza cada 8 días durante el transcurso de todo el día, en ocasiones deben realizar dos recolectas por semana a causa de la gran producción de las plantas. Una vez este envase plástico está lleno, la fruta se deposita en canastillas ubicadas en puntos estratégicos del área de recolección, posteriormente se traslada al centro de acopio ubicado en la finca del mayor productor en la vereda de Babilonia, Ragonvalia empleando transporte animal o a hombro.

A continuación, en la **figura 5** se aprecia la forma como el productor realiza la cosecha de la mora uva.

**Figura 5.** Cosecha de la mora uva producida en Ragonvalia, Norte de Santander.



### Recepción

La mora cosechada en las canastillas es recibida en el centro de acopio ubicado en el predio del mayor productor de mora, en donde se realiza el pesaje de cada uno de las canastas.

## **Selección**

Este proceso se realiza de forma muy ligera al mismo tiempo que van cosechando la mora y/o en el lugar de recepción, los productores tienen en cuenta la mora con algún tipo de anomalía o enfermedad y la retiran, pero aun así queda entre un 20-25% de mora con anomalías dentro la mora con destino al comercio.

## **Limpieza**

El 100% de los productores realiza una limpieza rápida en donde retiran la gran mayoría de palos, piedras, hojas y algunos pedúnculos adheridos a la fruta, este proceso lo realizan de forma manual junto con la selección de esta al mismo tiempo que es cosechada la mora.

## **Clasificación**

Por solicitud de los potenciales compradores la mora es cosecha en estado de madurez 3, 4, 5 y 6 de acuerdo a la carta de color establecida por la NTC 4106 de 1997. Esta última es debido a que en la cooperativa la mora no solo la comercializan para fines industriales, sino que también se comercializa a granel para consumo directo en cadenas de mercados en zonas aledañas como Cúcuta, Bucaramanga y Chinácota. La mora cosechada es mezclada sin tener en cuenta el tamaño y el grado de madurez.

## **Empaque**

Tanto la mora cosechada como la mora que se sale del centro de acopio con destino a las cadenas de supermercado o a pequeñas industrias es empacada en canastillas de plástico con un peso de no más de 10 kg. Estas son lavadas periódicamente para una mejor higiene.

A continuación, en la **figura 6** se observa el empaque empleado para la cosecha y comercialización de la mora uva, siendo estas canastillas de plástico.

**Figura 6.** Empaque utilizado en la cosecha y comercialización de la mora uva de Coagronvalia, Norte de Santander.





### Almacenamiento en finca

La mora cosechada es almacenada entre 2 y 3 días en el centro de acopio el cual está ubicado en el predio del mayor productor de mora uva de la cooperativa de Ragonvalia en la vereda de Babilonia. La temperatura promedio de este lugar oscila entre los 6 y 18 °C.

En la **figura 7** se muestra la manera en cómo se acomoda la mora recepcionada para su almacenamiento en el centro de acopio.

**Figura 7.** Almacenamiento de la mora uva cosechada por los productores vinculados a Coagronvalia.



### Comercialización

La mora cosechada por los productores pertenecientes a la cooperativa de Ragonvalia, se comercializa a lugares aledaños como Chinácota, Cúcuta y Bucaramanga. Por medio de inventario y a la necesidad de cada comprador se empaican las canastillas de 10 kg. La entrega se realiza utilizando como medio de transporte un camión furgón.

### 6.1.2 Características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*).

De la mora cosechada y almacenada en el centro de acopio (directamente en la finca del mayor productor en la vereda de Babilonia - Ragonvalia) se realizó la toma de una pequeña muestra de aproximadamente 5.5kg para evaluar las características fisicoquímicas de la mora fresca antes de inicializar el proceso de ultracongelación.

Los 5.5 kg de mora se seleccionaron. Moras sanas (5.47 gr), moras enfermas con anomalías y daños mecánicos (0 gr), posteriormente se clasificaron de acuerdo al estado de madurez: estado de madurez 6, 5, 2 3 y 4, obteniendo como resultado una cantidad de 3124,2 gr, 2341,2 gr y 178 gr respectivamente.

Las características fisicoquímicas se realizaron por triplicado evaluando únicamente la mora con índice de madurez 5, los resultados obtenidos se presentan seguidamente en la **tabla 9**.

**Tabla 9.** Características fisicoquímicas de la mora uva fresca facilitada por los productores de Coagronvalia en Ragonvalia, Norte de Santander.

COLOR	DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	PESO (gr)	pH	HUMEDAD (%)	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES	% ACIDEZ
Mas morado que rojo	17,13 ± 0,4726	24,43 ± 4,631	4,93 ± 0,513	2,87 ± 0,058	89,87 ± 0,064	7,0 ± 0,153	2,73 ± 0,008

Fuente: Elaboración propia.

La mora uva evaluada arroja un diámetro de 17, 13 mm, 24,43 de longitud y un peso individual de 4,93 gr en promedio. De lo anterior se puede notar que la mora uva posee un mayor peso a diámetro entre 14 y 16 mm en comparación con la mora de castilla la cual alcanza un peso de 4,25 gr, de acuerdo a lo reportado por (Gómez P, 2014). No obstante la longitud obtenida en la mora uva está comprendida dentro de los mismos valores hallados en la mora de castilla, tal como lo describe (Guamushig Tarco, 2017) en su investigación titulada como “Evaluación del efecto de un recubrimiento con quitosano sobre la calidad postcosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*)”, donde estipula que el diámetro de la mora, en promedio corresponde a un  $22,33 \pm 3,46$  mm.

En general la mora es catalogada como una fruta de alto grado de acidez, para este análisis la acidez obtenida fue de 2,73. Si se compara con la acidez titulable de la mora castilla siendo esta de 2,45, se puede notar un resultado ligeramente alto, 0,28 por encima de la mora castilla. Así mismo los valores obtenidos en el análisis en fresco de la mora uva producida en Ragonvalia tanto para los sólidos solubles (°Brix) como para el pH se encuentran dentro del rango especificado por Galvis, (2015) evaluado en mora castilla, siendo estos de 7,0-8,5 y 2,5-3,5 respectivamente.

Como se puede observar su porcentaje de humedad alcanza casi un 90%, sobrepasando la humedad encontrada por Ayala et al., (2013) para la mora variedad *Rubus glaucus Benth* a este mismo índice de madurez el cual fue de  $86,42 \pm 1,27$ .

## **6.2 ULTRACONGELADO DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) A TIEMPOS Y TEMPERATURAS DIFERENTES.**

### **6.2.1 Operaciones unitarias de acondicionamiento**

El proceso de ultracongelación para los tres tratamientos (**tabla 8**), se ejecutó en las instalaciones de Asohofrucol. Al contar con un solo equipo de ultracongelación, se realizó 1 recepción de mora fresca por tratamiento. Los representantes de la cooperativa fueron los encargados de hacer llegar entre 8 y 5 kg de mora uva aproximadamente cuando les fue solicitada.

Para el tratamiento 1 se realizó la recepción de 7264.4 gr de mora fresca, de la cual el 24,9% es mora sobre madura, 24% mora verde, 22% mora con enfermedad, y el 29,1% restante corresponde a mora con índice de madurez 6 y 5 con 2057.8 y 2731 gr respectivamente. Esta última es la mora a la cual se le realiza las operaciones unitarias de acondicionamiento y luego se somete al proceso de ultracongelado bajo las condiciones especificadas para el primer tratamiento (-25°C por 60 min) no sin antes haber evaluado sus características fisicoquímicas en fresco, en donde su color corresponde a drupas moradas y rojas (en mayor cantidad moradas que rojas) según la carta de color establecida por la NTC 4106 de 1997.

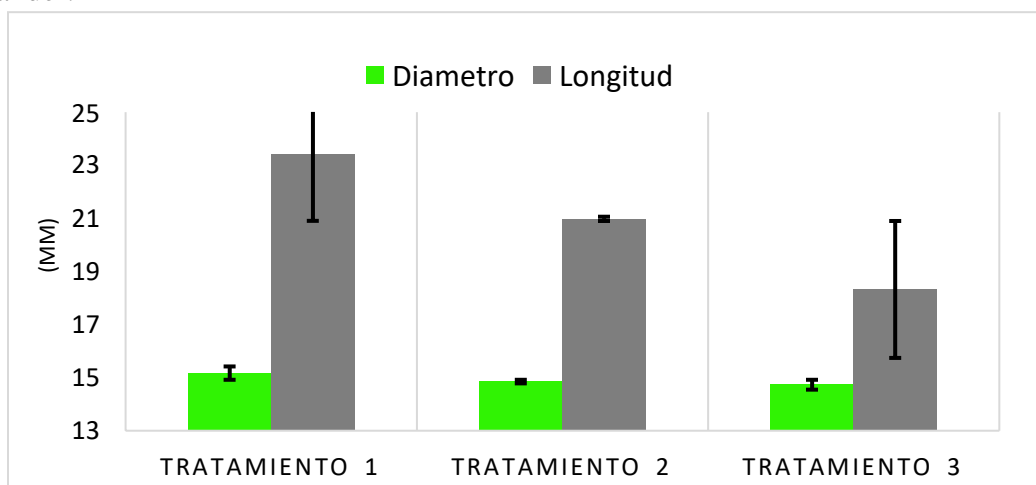
Para el segundo tratamiento la recepción de mora es 6674.9 gr. En este caso el 30,4% de la mora corresponde a mora sobre madura, 16,8% mora verde (estado de madurez 2,3 y

4) y 1.4% ha sido mora enferma. Del total de la mora el 21,2% es mora en estado de madurez 6 y el restante corresponde a mora en estado de madurez 5 (mayor cantidad de drupas de color morado que rojo), la cual es la óptima para el proceso de ultracongelado. Esta mora es sometida a operaciones unitarias de acondicionamiento y evaluación de parámetros fisicoquímicos en fresco y posterior a ello es sometida al proceso de ultracongelado a condiciones específicas para dicho tratamiento, es decir a  $-35^{\circ}\text{C}$  por 90 min

Finalmente, para el tercer y último tratamiento se recepciona 5161.8 gr de mora uva. Casi el 50% de esta en estado sobre maduro e índice de madurez 6, y entre mora verde y residuos un 18%, por lo que se trabajó con 1999,8 gr de mora siendo esta la cantidad de mora en estado de madurez 5. Se realizan cuidadosamente las operaciones unitarias de acondicionamiento de la misma manera como se hizo para el tratamiento 1 y 2. Así mismo se somete a la evaluación de las características fisicoquímicas y posteriormente se pasa al proceso de ultracongelación a una temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos.

El la **gráfica 2** expuesta a continuación se observan los datos obtenidos al evaluar tanto el diámetro como la longitud de la mora uva en fresco producida en Ragonvalia allegada hasta las instalaciones de Asohofrucol al momento de iniciar cada uno de los tratamientos. En esta se puede observar que tanto el diámetro como la longitud es mucho mayor para el tratamiento 1 en comparación con el calibre de la mora uva registrado para el proceso de ultracongelado 2 y 3

**Gráfica 2.** Dimensiones de la mora uva producida en Ragonvalia - Coagronvalia, Norte de Santander.





El comportamiento anterior se explica afirmando que la mora para el primer tratamiento fue seleccionada de manera muy cuidadosa por los productores teniendo en cuenta que esta sería sometida a una serie de análisis, mientras que la mora para el tratamiento 2 y 3 no fue seleccionada si no que se hizo llegar una canastilla como normalmente la comercializan sin ningún tipo de clasificación por tamaño ni estado de madurez motivo por el cual en estos dos casos se obtuvo una variedad de calibres bastante grande tanto para el diámetro como para la longitud (en mayor medida para la longitud).

No obstante el diámetro de la mora uva producida en Ragonvalia sobre pasa el rango encontrado por Moreno y Oyola, (2016) en donde el diámetro de esta misma variedad de mora oscila entre los 13,1 y 13,9 mm, mientras que para la mora sometida a los tres tratamientos de ultracongelación mantienen un rango entre los 14 y 15,2 mm aproximadamente. Así mismo al comparar la longitud de la mora uva producida en la cooperativa se encuentra que únicamente la mora del proceso de ultracongelado del tratamiento 1 está dentro del rango encontrado por este mismo autor, mientras que la mora utilizada para el tratamiento dos y tres se encuentra 4.18 mm por debajo de este. Lo anterior se puede dar porque la mora que comercializa la cooperativa de Ragonvalia no es sometida a ningún tipo de clasificación por tamaño lo que genera una mayor variabilidad de calibres.

### **6.2.2 Empaquetamiento**

Una vez la mora estuvo lista para ser sometida al proceso de ultracongelación se procedió a empacar un total de 8 bolsas, 4 de 200gr y 4 de 250gr debidamente rotuladas (tratamiento, temperatura, tiempo, peso y día de almacenado en ultracongelación) con un espesor de aproximadamente 2 cm y una longitud de 17 cm. Las primeras unidades correspondían a la muestra del tratamiento en ejecución, y muestras para el día 0, 7 y 14 de almacenamiento en ultracongelación a condiciones especificadas por cada tratamiento para el seguimiento de los parámetros fisicoquímicos en estos días.

A continuación, en la **figura 8** se observan dos muestras del tratamiento 3 en representación de los dos tratamientos restantes, para dar a conocer la longitud y espesor con las que cada muestra fue sometida al proceso de ultracongelado para cada caso.

**Figura 8.** Espesor y longitud de las muestras sometidas al proceso de ultracongelación en los 3 tratamientos.



Las bolsas con mayor cantidad (250gr) corresponden a la muestra de mora en fresco, y muestra para el día 0, 7 y 14 de almacenamiento en ultracongelación a condiciones especificadas por cada tratamiento, las cuales fueron enviadas al laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander (UIS), ubicada en el km 2, hacia la vía el refugio, carrera 27, calle 9 del municipio de Piedecuesta, Santander. Esta entidad realizo los análisis del porcentaje de humedad para cada muestra almacenada durante 14 días a condiciones específicas por cada tratamiento (**tabla 8**).

Seguidamente se presenta la **figura 9** en donde se puede observar la mora uva debidamente rotulada, lista para ingresar a cada uno de los procesos de ultracongelado para cada tratamiento.

**Figura 9.** Rotulado de las muestras de mora a ultracongelar para cada tratamiento.



### 6.2.3 Proceso de ultracongelación

Para el proceso de ultracongelación de los tres tratamientos se empleó un equipo de marca BK5/16 con una corriente de 220v y una capacidad de 16 kg. Para ello se puso el equipo a un pre-enfriamiento, posteriormente a una fase de nucleación y por último atemperado, una vez listo el equipo se procedió a meter las 9 muestras para del primer tratamiento al proceso de ultracongelado por 60 min a  $-25^{\circ}\text{C}$ . Una vez transcurridos los 60 min se pasó a almacenar sin interrumpir la cadena de frio durante 14 días. Al terminar este tiempo se inicializo el segundo tratamiento realizando el mismo procedimiento para el tratamiento 3 exceptuando el pre-enfriamiento, nucleación y atemperado el equipo ya que sostenía las condiciones ideales tras el proceso del tratamiento 1.

A continuación, la **figura 10** presenta el apilamiento de las 8 muestras en total para cada tratamiento, ubicas de menor a mayor tiempo de ultracongelado con el fin de tener una fácil toma de la muestra correspondiente a cada análisis, es decir en primer lugar la muestra rotulada como muestra del tratamiento (la cual fue una muestra adicional en cada tratamiento para ser enviada al laboratorio de alimentos CICTA de la Universidad Industrial de Santander (UIS), ubicada en el km 2, hacia la vía el refugio, carrera 27, calle 9 del municipio de Piedecuesta, Santander y hacer Análisis bromatológicos y microbiológicos para crear la ficha técnica de este producto), luego la muestra rotulada con día 14 de almacenamiento, seguidamente la muestra rotulada con 7 días de almacenamiento y por ultimo las muestras rotuladas como 0 da de almacenamiento en ultracongelación. A medida que se culminaba un tratamiento térmico quedaba la muestra patrón de cada tratamiento.

**Figura 10.** Mora uva sometida al proceso de ultracongelado a condiciones específicas en cada tratamiento térmico.



#### **6.2.4 Tiempo y temperatura**

Cada tratamiento se llevó a cabo por separado de forma secuencial, inicialmente se realizó el proceso de ultracongelado para el tratamiento 1, seguidamente el 2 y por último el tercer tratamiento. El desarrollo de cada proceso de ultracongelado se llevó a cabo a las temperatura y tiempos especificados en la **tabla 8**. Durante los 14 días de seguimiento no se interrumpió la cadena de frío. El equipo se abrió únicamente en los días 0, 7 y 14 de almacenamiento en ultracongelado a condiciones de cada tratamiento para retirar una bolsa de 200gr y proceder a la evaluación de las características fisicoquímicas como color, diámetro y longitud, peso, pH, humedad, sólidos solubles, acidez, peso ultracongelado, peso descongelado y firmeza. Al mismo tiempo que se retira una bolsa de 250 gr con las mismas especificaciones de la muestra de 200gr, esta con destino al laboratorio CICTA para la evaluación del % de humedad. Esta última se empaco en una cava de icopor con hielo para lograr la mayor conservación posible de la mora ultracongelada durante el trayecto así mismo. Análogamente se desarrolló el procedimiento para el caso de las muestras de mora en fresco exceptuando peso ultracongelado, peso descongelado y firmeza (este último parámetro no fue evaluado en la mora en fresco por falta de equipo óptimo para tal fin).

#### **6.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MORA (*Rubus Alpinus Macfad*) ULTRACONGELADA.**

La evaluación de las características fisicoquímicas evaluadas a la mora ultracongelada bajo las condiciones de cada tratamiento (**tabla 8**) realizadas se ejecutaron una vez que se procedió a descongelar la mora a una temperatura variante entre los 30 y 36°C, la cual tardo entre 2.5 y 3.5 horas en descongelarse por completo. Los datos obtenidos e presentan a continuación de manera particular comparando cada una de las variables estudiadas en los tres tratamientos.

##### **- Color**

Para el proceso de ultracongelado se tuvo en cuenta únicamente la mora en estado de madurez 5 (NTC 4106), la cual corresponde al óptimo estado de madurez para la comercialización, este es un fruto con mayor cantidad de drupas moradas que rojas.

Mediante análisis cualitativo es posible detectar cambios significativos en el color a medida que el tiempo de almacenado en ultracongelación avanza. Inmediatamente la mora es retirada del frío se observa de color Vinotinto opaco, en cuestión de segundos en su superficie empiezan a formarse pequeños cristales de hielo a causa de la diferencia de su temperatura y la temperatura de cambio al que se expone, siendo esta de entre 30 y 35°C (temperatura ambiente en el área de trabajo). Trascurrido el tiempo de descongelación a temperatura ambiente se observa un color Vinotinto opaco húmedo. Lo anterior se cumple en los tres tratamientos ejecutados.

De igual manera Montes *et al.*, (2015) en su estudio realizado a la mora castilla sometida a distintos tratamientos de congelación rápida o ultracongelación obtuvo como resultado una pérdida de color excesivo quedando el producto rojo pálido, esto además corroborado con análisis de cromaticidad.

En la **figura 11, 12 y 13** se revelan dichos cambios de color para cada uno de los tratamientos ejecutados durante los 14 días. En esta imagen se observa un leve cambio de color al comparar la mora en fresco con la mora sometida a cada tratamiento de ultracongelación y posteriormente descongelada a temperatura ambiente (30°C a 36°C).

**Figura 11.** Cambio de color en la mora ultracongelada a -25°C por 60 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.





**Figura 12.** Cambio de color en la mora ultracongelada a  $-35^{\circ}\text{C}$  por 90 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.



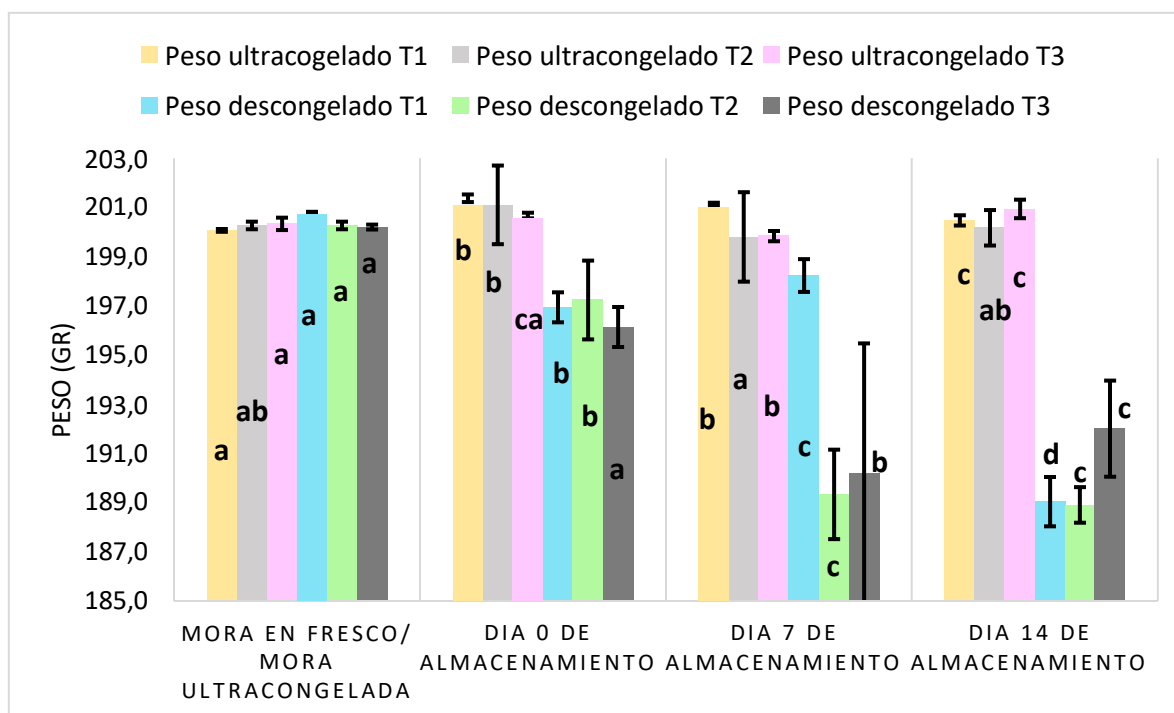
**Figura 13.** Cambio de color en la mora ultracongelada a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos en su estado fresco, ultracongelado y descongelado.



#### - **Peso**

El peso inicial para cada muestra en los tres tratamientos fue de aproximadamente 200 gr. Una vez cumplido el tiempo de ultracongelado para los días 0, 7 y 14 se procedió a evaluar el peso ultracongelado y nuevamente al momento de su descongelamiento se registró el peso para cada muestra, dichos datos se observan en la **Grafica 3**.

**Grafica 3.** Evolución del peso de ultracongelado y descongelado de cada muestra durante los 14 días de seguimiento bajo condiciones de los tres tratamientos.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

Estadísticamente se encontraron diferencias mínimas significativas tanto para el peso de las muestras de mora uva en estado congelado como en descongelación. Con relación al peso de ultracongelado para el tratamiento 1 se encuentran que tanto el valor de referencia (200gr de mora en fresco) como los datos obtenidos durante los 14 días de almacenamiento presentan diferencias mínimas significativas exceptuando el día 0 y 7 donde el peso se mantiene prácticamente constante. Para el tratamiento 2, se encuentran diferencias significativas únicamente entre la primera semana de almacenamiento (del día 0 al día 7), mientras que para el último tratamiento ejecutado el análisis de la varianza Anova de un factor revela diferencias mínimas significativas entre la mora en fresco con el día 7 (disminuyendo 0,47 gr su peso inicial) y 14 (aumentando 0,63gr su peso inicial) pero con el día 0 no. Para este último caso como se observa en la **gráfica 3** entre el peso ultracongelado para el día 14 y el peso registrado para el primer día de ultracongelado no existen diferencias mínimas significativas.

Lo anterior demuestra que el tiempo de almacenamiento si afecta el peso. En el caso del primer tratamiento el peso es siempre mayor al peso inicial, mientras que el comportamiento para el segundo y tercer tratamiento es invariable. En el caso del tratamiento 2 se gana peso únicamente al primer día de ultracongelado caso contrario al tercer tratamiento en donde se gana peso para el día 0 y más aún para el último día de seguimiento, donde su peso aumenta un 0.3%.

El aumento de peso en las muestras se explica por un fenómeno llamado adsorción de humedad del ambiente ya que al existir diferencias entre la humedad de la superficie y el medio ambiente con la humedad de la mora en fresco sometida al proceso de ultracongelado se da paso a una absorción de humedad del aire lo que provoco este leve aumento de peso (Méndez-Lagunas *et al.*, 2018).

Por otro lado, la pérdida de peso evidenciada en algunas muestras puede obedecer a la expansión de las moléculas del agua contenidas en la fruta, lo que provoca una densidad menor y por consiguiente se da una disminución ligera en su peso (Montes *et al.*, 2015).

Ahora bien, específicamente para el peso de descongelado se observa una reducción en el peso una vez las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente siendo esta de 33°C en promedio. En la gráfica anterior se puede evidenciar que los tres tratamientos presentan diferencias mínimas significativas estadísticamente, en donde la mora sometida a la mayor temperatura y menor tiempo es quien presenta diferencias mínimas significativas durante los 14 días del almacenamiento en ultracongelación, es decir todos los pesos difieren entre sí, con un 5.5% de pérdida en su peso durante los 14 días de almacenamiento. Así mismo el peso descongelado de las muestras sometidas al proceso de ultracongelación a -35°C por 90 minutos difiere estadísticamente del peso de referencia (200,3 gr) con el día 0 (perdiendo 3,1gr de su peso inicial) y del día 0 al día 7 con una pérdida del 4%, mientras entre el día 7 y 14 no existen tales diferencias. En el tercer tratamiento el comportamiento fue un poco diferente ya que entre el peso de las muestras ultracongeladas no difiere con el dato obtenido para el día 0, pero con el día 7 y 14 sí con una disminución del 5 y 4% respectivamente.

Diferentes investigadores han reportado que al momento de someter un alimento a un proceso de congelamiento bien sea lento, medio o rápido este tiende a perder su peso inicial. Méndez-



Lagunas *et al.*, (2018) afirma que esto se debe a la sublimación del hielo en la superficie del alimento la cual provoca que sobre la superficie de este se forme una delgada capa porosa deshidratada que cada vez se va haciendo más grande, además indica que la diferencia entre la presión de vapor de agua sobre la superficie del alimento y la presión de vapor del aire que rodea el alimento y la diferencia de temperaturas entre la superficie del alimento y el aire circundante favorece la pérdida de peso del alimento congelado.

Por otro lado tal como lo menciona (Hugo y Avellán, 2017) en su estudio titulado como “relación entre tiempo de descongelamiento y pérdida de peso de las muestras de carne de res y de cerdo previamente congeladas” a medida que el tiempo de almacenamiento en ultracongelación aumentaba el porcentaje de pérdida del peso se hace mayor por ello el control de calidad en el factor tiempo es fundamental además de tener en cuenta que los alimentos congelados y almacenados han mostrado la importancia de la pérdida de peso sobre la calidad y el costo de este.

Dado lo anterior la mejor temperatura y tiempo de ultracongelado para la mora en estudio son las especificadas para el tratamiento 3 demostrando un menor porcentaje de pérdida en el producto descongelado.

#### - pH

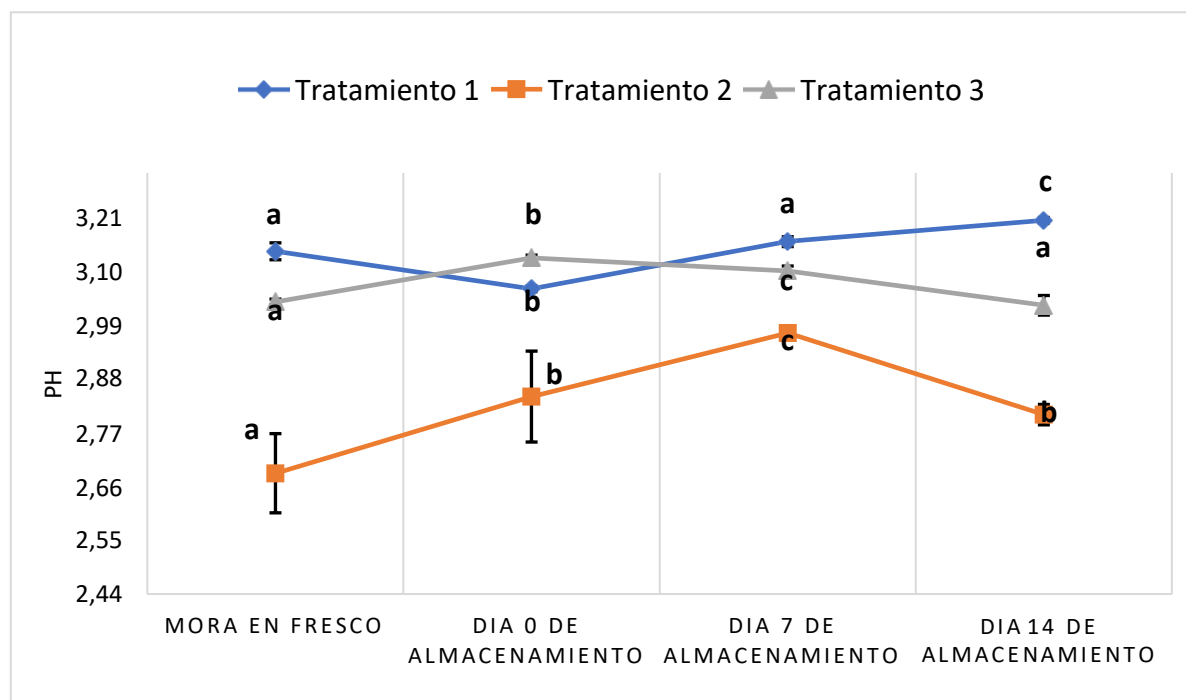
El seguimiento realizado por triplicado a cada muestra para los tres tratamientos, tanto en fresco como ultracongelado para los días 0, 7 y 14 se especifica en la **gráfica 4**, esta muestra un aumento significativo a partir del día 0 de ultracongelado para el tratamiento 1, alcanzando un pH de 3,2 mientras que para el segundo y tercer tratamiento se observa un descenso de este a partir del séptimo y cero días de almacenamiento en ultracongelación respectivamente con un pH final de 2,81 y 3,0 aproximadamente.

Debido a los diferentes pH de la mora empleada para cada tratamiento, no permite hacer una comparación entre tratamientos.

Estadísticamente se encontraron diferencias mínimas significativas para los tres tratamientos con un comportamiento muy inestable a través del tiempo. De manera general para los tres casos al someter la mora uva al proceso de ultracongelado y evaluar su pH (día 0 de

almacenamiento en ultracongelación) se encuentran diferencias mínimas significativas con los datos registrados de la mora en fresco en donde para el tratamiento 2 y 3 el comportamiento del pH es de manera ascendente caso contrario con el tratamiento 1 en donde este se hace 0,08 veces más ácido.

**Grafica 4.** Evolución del pH para los tres tratamientos térmicos, durante los 14 días de almacenamiento a la temperatura de ultracongelado para cada tratamiento.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

Particularmente para el tratamiento uno, el Anova de un factor con nivel de significancia de 0,05 revela que el pH de la mora en fresco presenta diferencias mínimas significativas con el día 0 y 14 de almacenamiento, pero con el día 7 no existen tales diferencias. Por otro lado, la mora uva empleada en fresco para el segundo tratamiento difiere significativamente con los datos obtenidos en los 14 días de seguimiento, mientras que el pH del día 0 de ultracongelado difiere con el día séptimo día pero con el 14 no, caso contrario a lo que sucede con la mora estudiada en el tratamiento tres, en donde el pH de la mora en fresco no presenta diferencias mínimas significativas con el pH a 14 días de almacenado pero si con el día 0 y 7 de almacenamiento en ultracongelación al igual que entre el día 0 y 7 el análisis de varianza

refleja una diferencia significativa, esto significa que a  $-35^{\circ}$  por 90 minutos y a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos el pH de la mora se comporta de la misma manera.

Datos similares fueron reportados por Reina *et al.*, (2015) al someter la mora de castilla bajo temperaturas de congelación en donde la variación se obtuvo inicialmente con un pH de 2,98 en fresco a 3,15 al séptimo día de almacenamiento y luego descendió a 3,13 en el octavo día. Por lo que se puede afirmar que a mayor temperatura de almacenamiento los cambios serán mucho mayores.

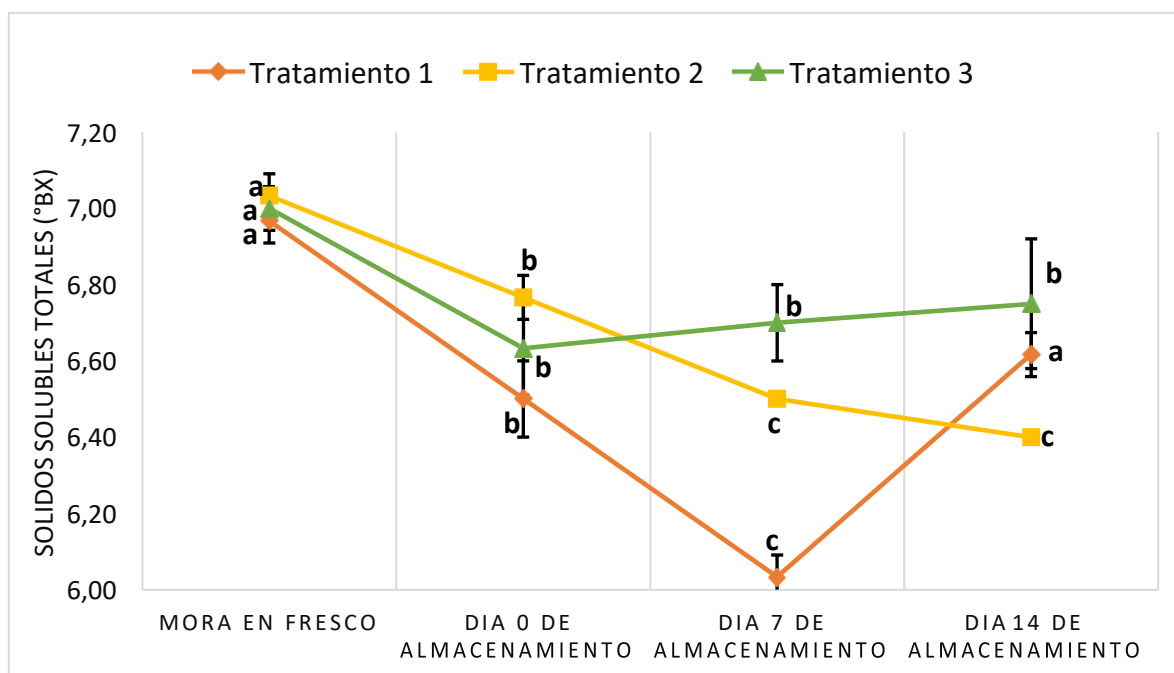
El comportamiento general que se observa para los tres tratamientos es debido a la metabolización de los ácidos lo que provoca mayores niveles de pH durante el almacenamiento, así mismo el proceso respiratorio que si bien al estar las moras sometidas a bajas temperaturas hace que este proceso se de manera más lenta, aun así, el medio se acidifica y los ácidos orgánicos se acumulan. Grigolo *et al.*, (2020) redactan el mismo comportamiento en frutas de *Physalis* congeladas con un pH de 4,37 inicial y 4,46 al finalizar el almacenamiento en congelación a  $-78^{\circ}\text{C}$ .

#### - **Sólidos solubles totales**

La conducta reflejada en los sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) de la mora uva sometida a las tres condiciones de ultracongelación y almacenada durante 14 días sin interrumpir su cadena de frío se refleja en el **grafico 5**.

En este se puede evidenciar claramente un descenso de los mismos al transcurrir los días de almacenamiento siendo el segundo tratamiento quien presenta la mayor afección pasando de  $7,0^{\circ}\text{Bx}$  ( mora en fresco) a una concentración de sólidos solubles totales de 6,4 mientras que el primer tratamiento después de una disminución notoria desde el primer momento del ultracongelado hasta el séptimo día toma un comportamiento ascendiente y al transcurrir los siguientes siete días logra una concentración de  $6,62^{\circ}\text{Bx}$  aproximadamente presentando un cambio brusco del día 0 al día séptimo de almacenamiento en congelación. Comportamiento similar para las muestras sometidas al último tratamiento, pero con mayor estabilidad a través del tiempo.

**Grafica 5.** Variación de los sólidos solubles totales con respecto al tiempo de ultracongelado evaluado en las muestras de mora uva a condiciones de cada tratamiento térmico.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

El análisis de la varianza con un nivel de significación del 0,05 refleja diferencias mínimas significativas para los sólidos solubles totales en los 14 días de seguimiento a las condiciones de cada tratamiento (**tabla 8**). En el caso particular del tratamiento uno se presentan diferencias mínimas significativas con los valores obtenidos en la mora antes de ser sometida al proceso de ultracongelado con el día 0 y 7 pero con el décimo cuarto no. Así mismo para el segundo tratamiento se observan diferencias mínimas significativas en los sólidos solubles totales de la mora en fresco con la mora al cero y séptimo día mientras que entre el día 7 y 14 no existen diferencias, caso contrario con el tercer tratamiento ya que para este último las diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza existen entre la mora fresca con el día 0, pero de este primer momento de ultracongelación al transcurrir las dos semanas de almacenamiento no se observan diferencias mínimas significativas si no que indica que la mora con 14 días de almacenamiento a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos sostiene prácticamente la misma cantidad de sólidos solubles del primer día de ultracongelado.

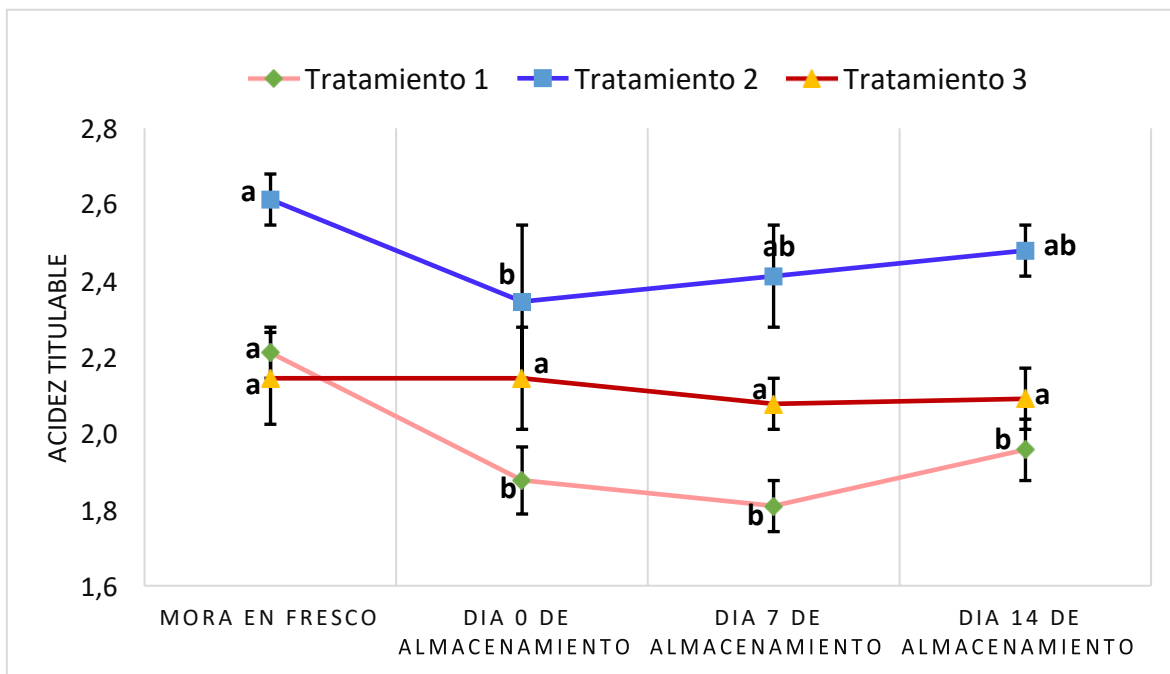
Durante el seguimiento a los °Brix para la mora uva almacenada en cada tratamiento térmico se observa una influencia significativa en el descenso de esta variable en los dos primeros tratamientos, esto se puede dar a causa de la fermentación de los carbohidratos por procesos anaerobios tal como lo indica Mejía *et al.*, (2016). Al igual que Grigolo *et al.*, (2020) el cual observo una reducción significativa con respecto a la concentración de solidos solubles totales durante el periodo de almacenamiento de mora en congelación por 12 días. Al tener en cuenta que la congelación inactiva las enzimas por lo que no se debería presentar una reducción de esta variable pues es posible que la disminución de los sólidos solubles totales haya tenido lugar al momento de los análisis, es decir, en el transcurso de las horas que estuvo en proceso de descongelación.

Mientras que Franco-Tobón *et al.*, (2016) no encontró diferencias mínimas significativas durante los días 1, 7, 15, 35 y 60 de almacenamiento en frutos de Agrad con un  $p > 0,05$  a  $-25$  y  $-50^{\circ}\text{C}$ , afirmando que las pérdidas de los sólidos solubles totales no se reflejan debido a la acción de la temperatura quien inactiva las enzimas y las reacciones hidrolíticas no se favorecen a estas condiciones por lo que los sólidos solubles se mantienen intactos, hipótesis que se puede corroborar con los datos obtenidos para el tratamiento 3, donde el efecto de la temperatura inactivo las enzimas inhibiendo la perdida de esta característica.

#### - **Acidez titulable**

El seguimiento al parámetro de acidez titulable está reflejado en la gráfica que a continuación se presenta seguidamente (**grafica 6**), en esta se observa una conducta similar para la mora uva sometida a  $-25$  y  $-35^{\circ}\text{C}$  por 60 y 90 minutos respectivamente en donde la fruta tiende a valores ácidos al primer momento de ultracongelado y posterior a las dos semanas siguientes en almacenado a sus condiciones respectivas la acidez disminuye, mientras que para el ultimo tratamiento no se observa una variación significativa en los 14 días de almacenamiento.

**Grafica 6.** Evolución de la acidez titulable en las muestras de mora uva sometidas a condiciones de los tres tratamientos, durante los 14 días de seguimiento.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

Estadísticamente la variación en este parámetro tiene diferencias mínimas significativas para la mora sometida a condiciones del primer y segundo tratamiento térmico, pero para el tercero el análisis de varianza con un  $p > 0,05$  no registra diferencias significativas. Para el primer tratamiento se observan diferencias mínimas significativas entre la acidez de la mora en fresco y la acidez registrada para los días 0, 7 y 14 pero entre estos días las variaciones fueron tan mínimas que no existen diferencias significativas durante el proceso de ultracongelado mientras que para el tratamiento dos la acidez titulable difiere únicamente con el día 0 de almacenamiento en ultracongelación de ahí en adelante la acidez tiende al valor inicial siendo este de 2,6 por lo que las diferencias mínimas significativas no existen entre la acidez de la mora en fresco y el día 7 y 14 de almacenado en ultracongelación.

A diferencia de los dos anteriores tratamientos térmicos la mora uva sometida a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos y evaluada durante dos semanas se mantuvo prácticamente invariable registrando valores entre 1,8 y 2,1. Lo anteriormente descrito indica que a condiciones del último tratamiento la actividad enzimática en la mora es mínima.

Al momento de someter la mora uva a un proceso de congelado y descongelado hace que este parámetro disminuya esto como posible consecuencia de la actividad enzimática las

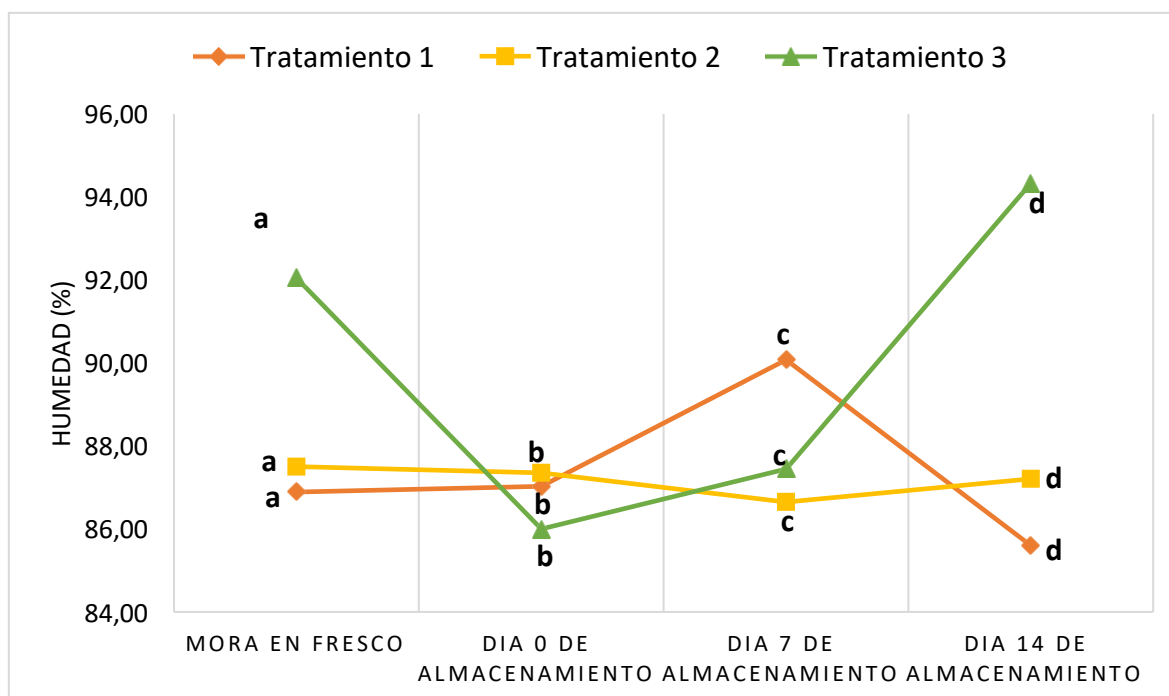
cuales son reacciones que tienen lugar con la formación de metabolitos secundarios a partir de ácidos contenidos dentro de esta fruta los cuales alteran o transforman la concentración de protones en el medio. Este comportamiento coincide con el comportamiento hallado por Galvis, (2015) en muestras de mora castilla y mora san Antonio sometidas a un proceso de congelación hasta de entre -6 y -16°C y almacenadas por 7, 14 y 22 días a estas condiciones en donde la acidez aumento entre 2,62 y 2,63 para la mora castilla y mora variedad san Antonio respectivamente. Este comportamiento se explica posiblemente por la pérdida de agua al momento de descongelarse lo que permite cierto aumento en el contenido de ácidos, en donde el ácido cítrico es quien predomina en esta fruta.

Por otro lado, Reina *et al.*, (2015) indica en su estudio realizado a mora castilla sometida a condiciones de congelado por un lapso de 8 días en donde el comportamiento del pH fue descendente pasando de un pH inicial de 3,2 a un pH al final del proceso de 2,2 expresado en ácido cítrico.

#### - **Porcentaje de humedad**

La humedad obtenida en la mora uva durante las dos semanas de seguimiento y los tres tratamientos evaluados a condiciones especificadas en la **tabla 8**, se especifica en la **gráfica 7**. En el primer tratamiento se obtuvo un rango de humedad entre 86,0 y 90,1, en el segundo tratamiento de 86,6 a 87,5 en el tercer y último tratamiento la variación está comprendida entre 86,0 y 94,33 aproximadamente. Lo anterior indica que después de los procesos de congelación, almacenamiento a estas condiciones y luego el proceso de descongelación indiscutiblemente genera una pérdida de humedad con el mismo comportamiento observado para el peso, tal como se esperaba ya que estos dos parámetros van ligados el uno al otro, más sin embargo el tratamiento 3 gana humedad para el día 14 de almacenamiento coincidiendo con los resultados observados en la **gráfica 2** “Evolución del peso de ultracongelado y descongelado de cada muestra durante los 14 días de seguimiento bajo condiciones de los tres tratamientos” donde se puede observar que después del proceso de descongelado es la muestra del día 14 para el tratamiento 3 quien pierde la menor cantidad de agua.

**Grafica 7.** Alteración del porcentaje de humedad al transcurrir 14 días de almacenamiento en ultracongelación para los tres tratamientos térmicos ejecutados en las muestras de mora uva.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

Al realizar el análisis de Anova de un factor al porcentaje de humedad de las muestras para los tres tratamientos térmicos durante los 14 días de almacenamiento a -25, -35 y -40°C tanto en fresco como al cero, séptimo y decimocuarto día de almacenamiento en ultracongelación, se encontraron diferencias mínimas significativas al 95% del nivel de confianza. Por tanto, esto indica que durante el almacenamiento a condiciones de cada tratamiento la mora uva no mantuvo su porcentaje de humedad.

En el análisis estadístico se observó el mismo comportamiento para los tres tratamientos térmicos, en el sentido de que todos los porcentajes de humedad difieren estadísticamente entre sí. Para el tratamiento uno el comportamiento de esta variable es ascendente de manera muy sutil desde el porcentaje de humedad en fresco hasta el primer momento de ultracongelado y un poco más rápido para el día 7 de almacenamiento pasando de un 87,35% a un 90,08%, pero a partir de allí hasta el último día de seguimiento se pierde humedad de manera muy notoria, (una disminución del 5% en los últimos 7 días). Caso contrario para el tratamiento 2 se observa un comportamiento descendente entre el porcentaje de humedad



inicial hasta el porcentaje de humedad obtenido para el día 7 de almacenamiento, pero para el día 14 la humedad se hace mayor.

Para el tercer y último tratamiento térmico el comportamiento es bastante invariable. Inicialmente se tiene un 92% de humedad, pero al someter las muestras al proceso de ultracongelado a -40°C por 120 minutos se tiene una pérdida del 6,5%, para finalmente ganar un 9.6% a partir de este día (día 0 de almacenamiento), es decir 2.5% veces más su porcentaje inicial lo que no es coherente con la pérdida de peso que se tubo después de su descongelamiento el cual indica claramente que existe una pérdida de humedad.

La variación del porcentaje de humedad se pudo ver afectada por el las condiciones de llegada de cada muestra al laboratorio ya que las mismas fueron enviadas por vía encomienda a Bucaramanga y posterior a ello continuaba su camino a domicilio hasta el laboratorio, donde difícilmente se pudo controlar la temperatura, daños mecánicos y retrasos en el tiempo que posiblemente tienen lugar en el transcurso del camino. Como se puede observar en la gráfica anterior la mayor inconsistencia se dio para el tratamiento 3 en su último día de seguimiento, donde se observa un porcentaje de humedad mucho mayor que el de la mora en fresco, lo que quiere decir que para este caso en específico lo más probable es que la mora absorbió la humedad del medio quizás por un tiempo prolongado dentro de la cava junto con los bloques de hielo que la acompañaban para mantener su estado.

Montes *et al.*, (2015) en su investigación titulada como “Evaluación del sistema de congelación rápida “IQF” (Individually Quick Freezing) para la conservación de la mora de castilla”, registra que la perdida de humedad en esta variedad de mora está comprendida entre el 1 y 2%. Para este caso la perdida de humedad en la mora (*Rubus alpinus Macfad*) se encuentra entre 0,32 y 2,5%.

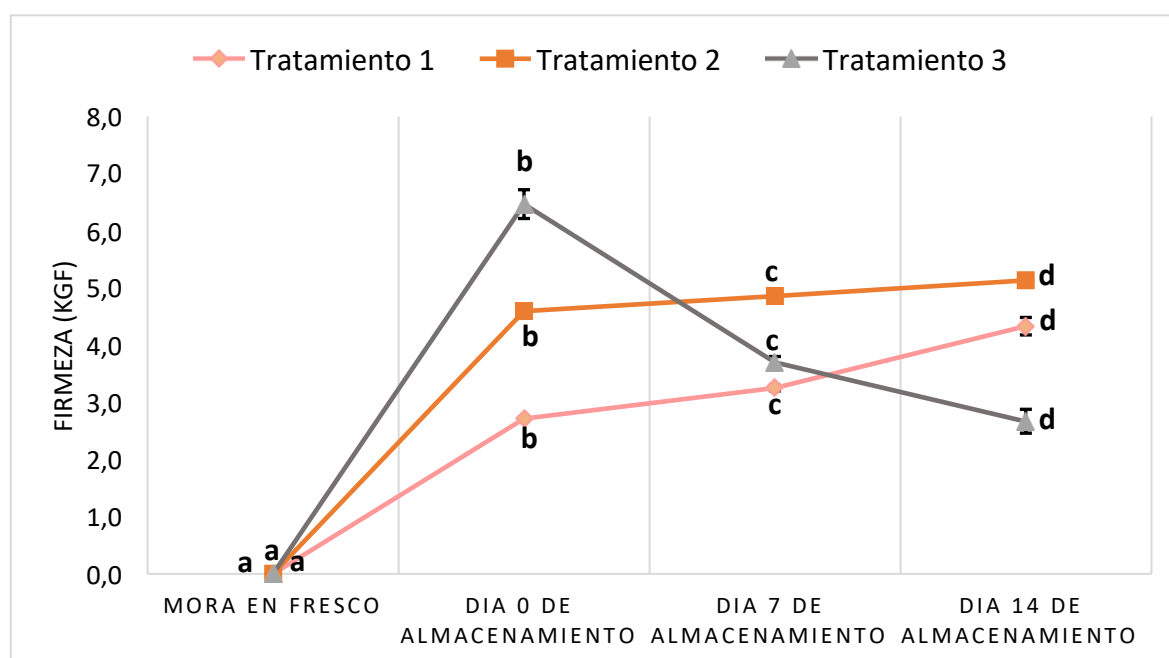
De acuerdo a Méndez-Lagunas *et al.*, (2018) al momento de someter un alimento a un proceso de congelado bien sea rápida o lenta el contenido de humedad en dicha fruta siempre se reduce de manera continua, más sin embargo para esta investigación dicho comportamiento se observó inestable durante su almacenamiento sin importar la temperatura empleada posiblemente por las condiciones descritas en el párrafo inmediatamente anterior.

De todas las variables evaluadas durante las dos semanas de almacenamiento a la misma temperatura de ultracongelado, la más importante es el porcentaje de humedad porque influye directamente en la calidad comercial, ya que, si la pérdida de humedad es grande, grande será la pérdida de textura y consigo una mayor exposición a deterioro por contaminación microbiana. Pero para esta investigación no se logra hacer una comparación entre tratamientos que sería lo más importante.

### - Firmeza

Aunque la mora uva sometida a los tratamientos térmicos presenta una textura muy firme, el equipo facilitado para trabajar este parámetro no logro tomar la firmeza de la mora uva en fresco (estado de madurez 5) debido a su escala óptima para frutos duros. Mas sin embargo es importante tener en cuenta la variación que presenta este parámetro al someter la mora a cada proceso de ultracongelación bajo condiciones específicas, el cual tiene lugar en la gráfica expuesta a continuación (**gráfica 8**) en donde se puede observar una variación importante en el seguimiento ejecutado por 14 días de almacenamiento en ultracongelación a tiempos y temperaturas específicas de cada tratamiento.

**Gráfica 8.** Variabilidad de la firmeza en las muestras de mora uva ultracongeladas durante 14 días de almacenamiento a condiciones de cada uno de los tres tratamientos.



*Letras diferentes entre tratamientos existen diferencias mínimas significativas.*

En la gráfica se observa que los cambios en este parámetro se dieron con un comportamiento similar, en donde a mayor tiempo de almacenamiento en ultracongelación la firmeza se hizo mayor excepto para la mora sometida a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 min y almacenada a esta misma temperatura ya que su firmeza decae, (pasa de 6,5kgf a 2,7kgf) lo que indica que a mayor tiempo en almacenamiento la mora pierde firmeza caso contrario con los tratamientos 1 y 2.

Es importante mencionar que una vez las muestras de mora pasan por su proceso de descongelación lenta la textura de estas se hace muy blanda sin exceptuar ningún tratamiento.

El análisis estadístico realizado a partir de la modalidad Anova de un factor con un nivel de significación del 0,05, enseña diferencias mínimas significativas para los tres casos de tratamiento térmico. Como se observa en la gráfica anterior, la mora en fresco la cual por teoría tiene una firmeza de 0,86 kgf difiere estadísticamente con los valores obtenidos al día 0, 7 y 14 de almacenamiento bajo ultracongelación a  $-25$ ,  $-35$  y  $-40^{\circ}\text{C}$  por 60, 90 y 120 minutos respectivamente, en donde el primer y segundo tratamiento aumentan de 2,7 y 4,6kgf al día 0 de ultracongelado a 4,3 y 5,1kgf para el día 14 correspondientemente, mientras que a condiciones del tercer tratamiento se observa un aumento de este parámetro de la mora en fresco y el día 0, pero un descenso significativo a partir de este mismo día en donde finalmente al someter las muestras a una totalidad de 14 días en almacenamiento pierde el 58% de esta.

Desde un aspecto general se observan diferencias mínimas significativas entre los tres tratamientos ya que a mayor temperatura de ultracongelado la firmeza se hace mayor respecto al factor tiempo.

El comportamiento observado en la **gráfica 8**, indica que la pectina que es quien ayuda a atrapar o mantener el agua de la fruta y adicionalmente favorece la formación de una malla que le confiere la firmeza en las frutas permanece intacta con el proceso de ultracongelado lo que no deja que ocurra ablandamiento al transcurrir el tiempo de ultracongelado (Guamushig Tarco, 2017). Pero una vez se descongelan su firmeza se puede asegurar que es muchísimo más baja que la inicial (mora en fresco: 0,86 kgf) de acuerdo a lo observado directamente. Lo anteriormente mencionado coincide con lo mencionado por Dalmendray,

(2019) en donde afirma que la textura una de los alimentos una vez congelados y almacenados es bastante inferior a la textura de los alimentos en fresco.

Aspecto importante a tener en cuenta en el proceso de ultracongelado es una desventaja que da la formación de cristales los cuales dan origen a un deterioro mecánico en lo que respecta a la textura del tejido (dependiendo de la fruta). Diferencias fundamentadas en el grado de movilidad en cada tipo de tejido que como consecuencia se da una transferencia de agua del interior de la célula hacia el exterior, aumentando el nivel de exudación y provocando una baja retención de agua al momento de pasar por un proceso de descongelación.

Ahora bien, una desventaja de la formación de cristales de hielo es la de originar, frecuentemente, un deterioro mecánico de la textura del tejido, siendo muy diferente de un tipo de tejido a otro. Estas diferencias se deben, al menos en parte, a las variaciones del grado de movilidad del agua en los diversos tejidos, lo que provoca una transferencia de agua desde el interior de las células, aumentando el exudado y disminuyendo la retención de agua, cuando el producto se descongela (Dalmendray, 2019).

Lo anteriormente mencionado coincide con el comportamiento observado en la firmeza de la mora ya que una vez pasado el proceso de descongelación a temperatura ambiente, la fruta que presenta mejor textura es aquella sometida a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos, es decir que a menor temperatura menor será el deterioro de la calidad ya que la velocidad de las reacciones bioquímicas en los alimentos aumenta con la temperatura.

A continuación, en la **tabla 10, 11 y 12** se encuentra un análisis de manera general para cada tratamiento de ultracongelación ejecutado para la mora uva, en estas se muestra la evaluación de los parámetros fisicoquímicos como pH, humedad, sólidos solubles totales, acidez peso ultracongelado, peso descongelado y firmeza, en donde se puede ver diferencias mínimas significativas de acuerdo al análisis estadístico bajo el método de la varianza de ANOVA de un factor a un nivel de significancia del 0,05.

En la **tabla 10**, se muestran los resultados obtenidos en el seguimiento al proceso de ultracongelado en la mora uva bajo las condiciones del tratamiento 1 (**tabla 8**), durante los 14 días de almacenamiento en ultracongelación.

**Tabla 10.** Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a -25°C por 60 min.

PARAMETRO	Mora uva en fresco	Mora uva ultracongelada con 0 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 7 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 14 días de almacenamiento	P-Valor
<b>pH</b>	3,140 ± 0,017 <sup>a</sup>	3,063 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,160 ± 0,010 <sup>a</sup>	3,203 ± 0,006 <sup>c</sup>	0,00
<b>Humedad</b>	86,877 ± 0,02 <sup>a</sup>	87,027 ± 0,01 <sup>b</sup>	90,077 ± 0,01 <sup>c</sup>	85,603 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,00
<b>Solidos solubles</b>	6,967 ± 0,058 <sup>a</sup>	6,500 ± 0,100 <sup>b</sup>	6,033 ± 0,058 <sup>c</sup>	6,967 ± 0,058 <sup>a</sup>	0,00
<b>Acidez</b>	2,211 ± 0,067 <sup>a</sup>	1,876 ± 0,088 <sup>b</sup>	1,809 ± 0,067 <sup>b</sup>	1,956 ± 0,080 <sup>b</sup>	0,001
<b>Peso ultracongelado</b>	Peso inicial 200,07 ± 0,06 <sup>a</sup>	201,37 ± 0,15 <sup>b</sup>	201,13 ± 0,06 <sup>b</sup>	200,47 ± 0,21 <sup>c</sup>	0,00
<b>Peso descongelado</b>		196,93 ± 0,61 <sup>b</sup>	198,23 ± 0,67 <sup>c</sup>	189,033 ± 1,00 <sup>d</sup>	0,00
<b>Firmeza ultracongelada</b>	0,000 ± 0,000 <sup>a</sup>	2,717 ± 0,029 <sup>b</sup>	3,250 ± 0,050 <sup>c</sup>	4,333 ± 0,153 <sup>d</sup>	0,00

*P-Valor* ≤ que 0,05. a, b, c y d. Letras diferentes entre filas existen diferencias mínimas significativas. N= 12

Para el tratamiento inicial en donde la mora fue sometida a -25°C por a una velocidad de congelación de 60 minutos y luego siguió su cadena de frío en almacenamiento a esta misma temperatura por dos semanas el Análisis estadístico Anova de un factor refleja diferencias mínimas significativas en todas las características fisicoquímicas evaluadas, lo que indica que el proceso de ultracongelado si provoca alteraciones en dichas características.

Si se comparan los datos de la mora en fresco con los datos para el último día de ultracongelado evaluado en estas muestras, para este primer tratamiento, se puede observar que se pierde un aproximado del 5.5% de peso lo que a su vez genera una pérdida de humedad del 2%, mientras que la cantidad de solidos solubles se mantienen y el pH junto con la acidez varían de manera más notoria, disminuyendo su acidez en un 11% mientras su pH aumenta

un 2% para este último día. Así mismo se observa que el tiempo de almacenamiento en ultracongelación y la firmeza mantienen un comportamiento directamente proporcional.

Ahora en la tabla siguiente (**tabla 11**), se muestran los resultados de las características fisicoquímicas obtenidas tras el seguimiento al proceso de ultracongelado en la mora uva, bajo las condiciones del tratamiento 2 (**tabla 8**), durante los 14 días de almacenamiento.

**Tabla 11.** Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a  $-35^{\circ}\text{C}$  por 90 min.

PARAMETRO	Mora uva en fresco	Mora uva ultracongelada con 0 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 7 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 14 días de almacenamiento	P-Valor
pH	2,687 ± 0,081 <sup>a</sup>	2,843 ± 0,092 <sup>b</sup>	2,973 ± 0,006 <sup>c</sup>	2,806 ± 0,0208 <sup>b</sup>	0,00
Humedad	87,503 ± 0,01 <sup>a</sup>	87,350 ± 0,01 <sup>b</sup>	86,630 ± 0,03 <sup>c</sup>	87,210 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,00
Sólidos solubles	7,033 ± 0,058 <sup>a</sup>	6,766 ± 0,058 <sup>b</sup>	6,500 ± 0,100 <sup>c</sup>	6,400 ± 0,100 <sup>c</sup>	0,00
Acidez	2,613 ± 0,067 <sup>a</sup>	2,345 ± 0,201 <sup>b</sup>	2,412 ± 0,134 <sup>b</sup>	2,479 ± 0,067 <sup>b</sup>	0,001
Peso ultracongelado	Peso inicial 200,27 ± 0,15 <sup>ab</sup>	201,10 ± 0,96 <sup>b</sup>	199,80 ± 0,61 <sup>a</sup>	200,17 ± 0,115 <sup>ab</sup>	0,00
Peso descongelado		197,23 ± 1,60 <sup>b</sup>	189,33 ± 1,82 <sup>c</sup>	188,90 ± 0,721 <sup>c</sup>	0,00
Firmeza	0,000 ± 0,000 <sup>a</sup>	4,597 ± 0,006 <sup>b</sup>	4,860 ± 0,017 <sup>c</sup>	5,133 ± 0,058 <sup>d</sup>	0,00

*P-Valor* ≤ que 0,05. a, b, c y d. Letras diferentes entre filas existen diferencias mínimas significativas. N= 12

Para estas condiciones, el análisis realizado bajo la modalidad Anova de un factor indica que si existen diferencias mínimas significativas en cada uno de los parámetros evaluados lo cual muestra que al igual que para el primer tratamiento al someter la mora a condiciones de  $-35^{\circ}\text{C}$  por 90 minutos se afectan las propiedades originales de la mora, es decir que una vez este fruto se somete bajo estas condiciones de congelamiento no recupera sus características iniciales.

Para este segundo tratamiento al hacer un análisis comparativo entre los valores obtenidos para la mora en fresco y los valores alcanzados a las dos semanas de almacenamiento en ultracongelación a condiciones de este, se genera una pérdida del 5,8% aproximadamente del peso ultracongelado una vez se somete al proceso de descongelación, consigo se da una pérdida de humedad de tan solo 0,31%, es decir 1,69 veces menos que en el primer tratamiento. Pero al contrario del primer tratamiento en este caso se observa una disminución mucho mayor en los sólidos solubles (8.5%), mientras que la acidez disminuye en un 4.6% concordando con el aumento del pH de 2,7 a 2,8. Para el ultimo parámetro registrado en la tabla anterior se observa el mismo patrón que para el tratamiento 1, a medida que el tiempo de almacenamiento aumenta, la firmeza es mayor.

A continuación, la **tabla 12**, refleja los resultados de las características fisicoquímicas obtenidas tras el seguimiento al proceso de ultracongelado en la mora uva, bajo las condiciones del tratamiento 3 (**tabla 8**), durante los 14 días de almacenamiento.

**Tabla 12.** Comportamiento de las características fisicoquímicas en la mora uva a -40°C por 120 minutos.

PARAMETRO	Mora uva en fresco	Mora uva ultracongelada con 0 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 7 días de almacenamiento	Mora uva ultracongelada con 14 días de almacenamiento	P-Valor
pH	3,037 ± 0,006 <sup>a</sup>	3,127 ± 0,006 <sup>b</sup>	3,100 ± 0,010 <sup>c</sup>	3,030 ± 0,020 <sup>a</sup>	0,00
Humedad	92,050 ± 0,05 <sup>a</sup>	86,00 ± 0,02 <sup>b</sup>	87,45 ± 0,04 <sup>c</sup>	94,33 ± 0,026 <sup>d</sup>	0,00
Sólidos solubles	7,00 ± 0,058 <sup>a</sup>	6,633 ± 0,153 <sup>b</sup>	6,700 ± 0,100 <sup>b</sup>	6,75 ± 0,171 <sup>b</sup>	0,00
Acidez	2,144 ± 0,121 <sup>a</sup>	2,144 ± 0,134 <sup>a</sup>	2,077 ± 0,067 <sup>a</sup>	2,090 ± 0,080 <sup>a</sup>	0,001
Peso ultracongelado	Peso inicial 200,33 ± 0,25 <sup>a</sup>	200,67 ± 0,12 <sup>ac</sup>	199,83 ± 0,21 <sup>b</sup>	200,93 ± 0,38 <sup>c</sup>	0,00
Peso descongelado		196,13 ± 0,81 <sup>a</sup>	190,20 ± 5,27 <sup>b</sup>	192,0 ± 0,855 <sup>c</sup>	0,00

<b>Firmeza</b>	0,000 ± 0,000 <sup>a</sup>	6,467 ± 0,252 <sup>b</sup>	3,700 ± 0,100 <sup>c</sup>	2,667 ± 0,208 <sup>d</sup>	0,00
----------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------

*P-Valor* ≤ que 0,05. a, b, c y d. Letras diferentes entre filas existen diferencias mínimas significativas. N= 12

El análisis de varianza Anova de un factor un nivel de significancia del 5%, refleja diferencias mínimas significativas en cada característica fisicoquímica evaluada, exceptuando la acidez lo que indica que una vez que la mora es sometida a -40°C por un tiempo de 120 minutos sus características fisicoquímicas se alteran.

Para este caso la pérdida de peso es de 4% aproximadamente de acuerdo al peso registrado de la mora en fresco y el dato obtenido para el día 14 de almacenamiento, mucho más baja que para los dos tratamientos anteriores. Presentando un 2.5% de pérdida en su porcentaje de humedad, es decir que entre los tres tratamientos en donde se da la mayor cantidad de pérdida en humedad es para este último tratamiento térmico, lo que no coincide con la hipótesis aportada por varios autores que afirman que a menor temperatura de almacenamiento menor es la pérdida en todas sus propiedades. En el caso de los sólidos solubles se observa una pérdida del 2%, mientras que la acidez no se ve afectada y el pH prácticamente se mantienen estable durante los 14 días de almacenamiento.

- Si bien el método de congelación rápida es una gran alternativa para conservar los alimentos con alto nivel de perfectibilidad es importante tener en cuenta la calidad nutricional y organoléptica que se pueda brindar con este producto, además de considerar un factor primordial para la economía de la cooperativa y es el costo energético que puede tener el almacenar y conservar esta fruta, ya que la cadena de frío debe ser realizada a la misma temperatura de ultracongelado y sin violentar la cadena de frío por ningún motivo para de esta manera conservar y extender la vida útil del producto.
- La mora uva al ser una fruta con gran cantidad de agua y un estructura morfológica delicada al someterla al proceso de ultracongelación, almacenamiento y descongelación se ve afectada en mayor medida el porcentaje de humedad y como consiguiente la textura, tal como lo revelan los datos obtenidos tras el seguimiento a los tres tratamientos térmicos



evaluados, ya que la congelación rápida consiste en someter a los alimentos a un proceso de congelación brusco en un tiempo menor a 4 horas dependiendo de la fruta y causar la máxima cristalización térmica donde los cristales que se formen sean del menor tamaño posible y de esta manera generar el menor deterioro en la estructura y composición general del alimento. Importante consideración al implementar esta metodología de conservación es la inhibición a la propagación de microorganismos que deterioran de manera brusca esta fruta y como consecuencia disminuye la vida útil.

- Otro aspecto importante a tener en cuenta de acuerdo a Dalmendray, (2019) es la pérdida de color, nutrientes y cristalización de la fruta. Dalmendray, (2019) en su investigación específica que a menor temperatura de almacenamiento, menor es el nivel de deterioro en cuanto a la calidad del alimento respecta porque a mayor temperatura se corre el riesgo de que las reacciones bioquímicas transcurran a mayor velocidad. Se tiene que para el presente proyecto la temperatura con mejores resultados en las muestras de mora uva evaluadas es la de  $-40^{\circ}\text{C}$  a un tiempo de 120 minutos de ultracongelado con un 2.5% de pérdidas en humedad y variables como la acidez, pH y sólidos solubles muy cerca a los valores registrados de la mora en fresco. Aspecto a favor es que para el día 7 y 14 se obtiene menor firmeza y una vez descongelada la mora esta tiene mejor textura, condiciones que resultan favorables a la hora de comercializar este producto ya que sostiene una relación cercana con las características de la mora en fresco, caso contrario a lo que sucede con el primer y segundo tratamiento, ya que para ambos casos las pérdidas en peso, acidez, pH y textura son mucho mayores prescindiendo los porcentajes de humedad que fueron del 2 y 0,31%. Así mismo se puede corroborar en la **Figura 13** que el tratamiento 3 es quien presenta menor variación del color en la mora uva una vez sucede su descongelación, comportamiento similar al primer tratamiento con la diferencia en que para este primero la pérdida de humedad, acidez, y textura es mayor.
- Los investigadores mencionados durante la discusión de los resultados aseguran que al someter las frutas a un proceso de congelación rápida también conocida como ultracongelación se logra la obtención de sus propiedades casi originales, pudiéndose almacenar de 6 a 12 meses sin ningún problema. La hipótesis anterior es acertada con lo

observado tras el seguimiento por 14 días a cada tratamiento que si bien para las condiciones del primer y segundo tratamiento son más notorios los cambios no es exageradamente grande mientras que para el tratamiento 3, las características fisicoquímicas de la mora en estado fresco a los datos registrados para este mismo (día 14 de almacenamiento) son poco variables.

- De los resultados reflejados es importante resaltar que aunque se emplee una velocidad baja y una mayor temperatura bajo cero (Dalmendray, 2019), las reacciones dadas durante el proceso de almacenamiento no dejara de provocar perdidas en la calidad de la misma, que si bien no son perdidas gigantes, si son notorias como por ejemplo la perdida de color y la disminución de la textura, sin dejar de mencionar que la variable más afectada para las muestras de mora uva en fresco sometidas a las condiciones especificadas en la **tabla 8** para el tratamiento 1 y 2 durante los 14 días de almacenamiento es la perdida de solidos solubles y disminución de la acidez, parámetros muy tenidos en cuenta en las industrias para la calidad del producto como es el caso de elaboración de néctares o jugos, siendo estos la cantidad de solidos solubles y acidez que presenta la fruta bien sea mora u otra, que si bien a mayor contenido de solidos solubles menos costos tendrá la elaboración de su producto (Jiménez, 2015), aspectos que si se favorecen al someter la mora a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos, ya que son las dos variables menos afectadas.
- La hipótesis establecida por Suárez, (2016), quien afirma que “ la velocidad de las reacción de acidificación o actividad enzimática está ligada con la temperatura; a menor temperatura de almacenamiento más lentamente se alteran las moras”, es afirmada con la presente investigación ya que el menor cambio en las propiedades fisicoquímicas evaluadas se vio reflejado a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 120 minutos.

- ✚ Con los resultados obtenidos tras la ejecución del presente proyecto, y con las muestras adicionales en cada tratamiento con las cuales se evalúan parámetros bromatológicos y microbiológicos, se elabora una ficha técnica de este producto para que la cooperativa de Ragonvalia (Coagronvalia) a futuro considere la comercialización dentro y fuera del país bajo esta alternativa de conservación, sin dejar de tener en cuenta los pros y contra que esta metodología trae consigo.

## 7. CONCLUSIONES

- La mora (*Rubus alpinus Macfad*) producida en Ragonvalia presenta un color en sus drupas entre morado y rojo para un índice de madurez 5, en promedio comprende un diámetro de 17,13mm, 24,43mm de longitud y un peso individual de aproximadamente 4,93gr. Con una humedad de casi el 90%, pH de 2,87, acidez de 2,73 y unos solidos solubles totales de 7.0 °Brix en promedio.
- Al ultracongelar la mora uva a diferentes tiempos y temperaturas se altera significativamente las características fisicoquímicas más sin embargo al emplear una temperatura de ultracongelado de -40°C por 120 minutos se obtiene la menor perdida en las propiedades fisicoquímicas de la mora uva en fresco durante los 14 días de almacenamiento evaluada, obteniéndose un producto ultracongelado con calidad comercial.
- Las características fisicoquímicas de la mora (*Rubus alpinus Macfad*) ultracongelada se vieron alteradas para los tres procesos térmicos evaluados. Los sólidos solubles totales disminuyeron entre un 0 y 8.5%, el peso después de su almacenamiento pierde entre un 4 y 5.8% afectando consigo el contenido de humedad el cual varia de 0,31 a 2,5%. La acidez disminuye entre un 0 y 11%, mientras el pH aumenta entre un 0 y 4%. Así mismo la firmeza acrecienta al transcurrir el tiempo de almacenado en congelación y como consecuencia se afecta la textura una vez pasa por la etapa de descongelamiento generando consigo deterioro en la misma.
- El efecto del tiempo y la temperatura sobre las características fisicoquímicas de la mora uva una vez sometida al proceso de ultracongelado, es estadísticamente significativo, afectado a mayor escala unas características que a otras. De las características químicas el daño principal para las moras sometidas a los tres tratamientos térmicos está en el deterioro de la firmeza generada a partir de la pérdida de peso cuando pasa por el proceso de congelación, almacenamiento y descongelación, causante también de una considerable disminución en el porcentaje

de humedad. Así mismo los sólidos solubles y la acidez titulable disminuyen significativamente. Mientras que de las características físicas la mayormente afectada es el color, pasando de entre un color morado y rojo a una tonalidad Vinotinto opaco uniforme al transcurrir el tiempo de almacenamiento.

- La garantía del proceso de ultracongelación se encuentra radicado en los parámetros de temperatura y velocidad de congelación, donde a menor temperatura y mayor tiempo de congelamiento empleado para el proceso de ultracongelado en la mora (*Rubus alpinus Macfad*), menor es la pérdida en sus propiedades fisicoquímicas y a mayor temperatura y menor velocidad de congelamiento las pérdidas son de mayor magnitud.

## 8. RECOMENDACIONES

- Procurar cosechar la mora en horas de la mañana para evitar deshidratación en la fruta.
- Utilizar empaques adecuados para evitar daños mecánicos en la mora al momento del traslado desde el lugar de recolección hasta el centro de acopio.
- Es importante llevar a cabo de manera eficiente las operaciones unitarias de acondicionamiento para garantizar un producto de calidad.
- Para someter la mora uva al proceso de ultracongelado se recomienda que una vez cosechada, en el menor tiempo posible se someta al proceso de congelamiento.
- Es necesario emplear empaques óptimos para el proceso de ultracongelado y almacenamiento que garanticen su calidad y protejan al producto de agentes contaminantes (NTC 5422 del 2006).
- Se recomienda que la mora quede en forma de placas de 2cm para llevar a cabo el proceso de congelamiento.
- Importante controlar la velocidad y temperatura constante durante el proceso de almacenamiento.
- La violación de la cadena de frío es significativamente negativo para el producto.
- Es necesario realizar un análisis económico para que la cooperativa sepa los costos energéticos que conlleva implementar esta alternativa de conservación la cual alarga la vida útil para esta fruta, así como también considerar un empaque adecuado que ayude a mantener las condiciones del producto.

## 9. REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

- Abyntek, B. (2017). *Temperatura almacenaje muestras biológicas* .
- Afrizal, hendrik sudarmoko . (2016). *Plan de negocio para la creacion de una planta de ultracongelacion a base de nitrogeno liquido para congelar productos perecederos*. 1–13.
- Alvarez Beltran, T. M. (2021). *Efectos de la ultracongelacion en la estructura y textura de frutas y vegetales: una revision bibliografica de datos publicados*. 6.
- Antía, G. A. (2019). Manejo Post-Cosecha y Comercialización de Mora. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <http://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/1748>
- Arroyo, P., Mazquiarian, L., Rodriguez, P., Valero, T., Ruiz, E., Ávila, J., y Valera, G. (2018). Frutas y hortalizas: Nutrición y Salud en la España del S. XXI. *Fundación Española de La Nutrición (FEN)*, 198.
- Ayala, L., Valenzuela, C., y Bohorquez Pérez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) en seis estados de madurez. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 10–18.
- Bohórquez Villamizar, S., y Úsuga Giraldo, S. (2017). *Sistema de conservación para la mora Castilla en el departamento de Antioquia*. 1–82. [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/4222/3/Sistema\\_Conseervacion\\_Mora\\_Bohorquez\\_2017.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/4222/3/Sistema_Conseervacion_Mora_Bohorquez_2017.pdf)
- Briceño, C. G. C. (2016). *Tabla Nutricional de Frutas y Verduras*. <https://www.doctorgrekin.cl/tabla-nutricional-frutas-verduras/>
- Buelvas, G. A., Castro, M. L., y Avendaño, M. T. (2017). *Efecto de la ultra-congelación, el escaldado y la pasteurización sobre la calidad sensorial de la pulpa de mango hilacha*. 1–5. [http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion\\_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ciencias\\_agricolas/efecto\\_de\\_la\\_ultracon](http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ciencias_agricolas/efecto_de_la_ultracon)

gelacion\_el\_escaldado.pdf

- Cancino-Escalante, G. O., Sánchez-Montaño, L. R., Quevedo-García, E., y Díaz-Carvajal, C. (2011). Phenotypical characterization of *Rubus* L. Species accessions in the provinces of Pamplona and Chitagá, northeastern region of Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16(3), 219–233. <https://doi.org/10.11144/javeriana.sc16-3.pcor>
- Chacon, S. A. (2016). *Procesamiento de frutas: Procesos húmedos y procesos secos*. 66. <http://repiica.iica.int/docs/B0635e/B0635e.pdf>
- Chaves, A. R., y Zaritzky, N. E. (2020). Cooling and Freezing of Fruits and Fruit Products. *Fruit Preservation: Novel and Conventional Technologies*, 127–180. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3311-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3311-2_6)
- Codex Alimentarius. (1995). Código internacional recomendado de prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas. *Codex Alimentarius*, 1–12.
- Dalmendray, N. (2019). *Conservación de Alimentos Congelados, Estudio de Costos Energeticos y Calidad de Productos Almacenados*. 131.
- Del Río Morona, L. (2016). *Trabajo Fin De Grado Título : Producción De Cerveza Y Efectos De Un Consumo Moderado*. 1–20.
- Dincer, I. (2020). Refrigeration Systems and Applications 2019. *Refrigeration Systems and Applications 2019*. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-953-7>
- Field, O., In, C., y Cundinamarca, C. (2015). Rendimiento y Calidad de la Fruta en Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), con y sin Espinas, Cultivada en Campo Abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(1), 24–41. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2079>
- Franco-Tobón, Y. N., Rojano, B., Alzate-Arbeláez, A. F., Restrepo-Florez, C. E., Rivero-Barrios, D. M., y Maldonado-Celis, M. E. (2016). Propiedades Físicoquímicas Y Antioxidantes De Productos Derivados Del Fruto Agrad. *Vitae*, 184–193.
- Fundacion Española del Corazon. (2021). *Frutas - Fundación Española del Corazón*. <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/794-frutas.html>



- Galvis, B. (2015). *Estudio de durabilidad de la pulpa de mora de castilla y mora san antonio (Rubus-Glaucus)*. 79.
- García, R., Torres, J. M., Pinto, A. D., Gonzalez, J. A., Rengel, J. E., y Pérez, N. A. (2017). *Diseño de una estrategia de control difuso aplicada al proceso de ultracongelación de alimentos*. 25(4). chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?pdf=https%3A%2F%2Fbrxt.mendeley.com%2Fdocument%2Fcontent%2F0df60d36-3ded-3c67-8b3f-861e106e5922
- García, W. (2020). *Ultracongelacion de alimentos*. Pat M. Cox. fuente: Secretaría de Agricultura de la Nación - Argentina
- Gimeno-Gilles, C., Lelièvre, E., Viau, L., Malik-Ghulam, M., Ricoult, C., Niebel, A., Leduc, N., Limami, A. M., Schmidt-Lebuhn, A. N., Fuchs, J., Hertel, D., Hirsch, H., Toivonen, J., Kessler, M., Loureiro, J., Lavania, U. C. U. C., Srivastava, S., Lavania, S., Basu, S., ... Yao, J. L. (2018). Analisis nutricional y nutraceutico de frutos de rubus glaucus benth (mora de castilla) material sin espinas cultivado en apia risaralda. *Euphytica*, 18(2), 22280.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2009.07.006>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.neps.2015.06.001>  
<https://www.abebooks.com/Trease-Evans-Pharmacognosy-13th-Edition-William/14174467122/bd>
- Gómez P, C. R. (2014). Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth). In *Caracterización de los productos hortifrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad* (pp. 44–49). [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/7/Mora de Castilla.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/7/Mora%20de%20Castilla.pdf)
- Gordón, J. (2019). *El capricho (Ultragongelacion)*. 148, 148–162.
- Grajales, N. (2016). Desarrollo De Empaque Para Proteger Y Conservar La Fresa Condiciones Organolépticas Para Su Distribución. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.  
<http://repositorio.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/10785/474/1/completo.pdf>
- Grigolo, C. R., Oliveira, M. de C., Loss, E. S., Ropelato, J., Oldoni, T., y Lafay, C. B. B.

- (2020). Caracterización fisicoquímica y contenido antioxidante de frutas de *Physalis*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 607–618. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2080>
- Guamushig Tarco, M. A. (2017). *Evaluación del efecto de un recubrimiento con quitosano sobre la calidad postcosecha de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)*.
- Hernández Altamirano, H. E., Naranjo Guffanti, M. A., Campos Llerena, L. P., López Solís, O. P., y Carrión Gavilanes, Á. G. (2018). Estudio de los procesos de industrialización de la mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) y su incidencia en la innovación de productos, en la asociación de trabajadores agrícolas trabajo y desarrollo. *Caribeña de Ciencias Sociales*, marzo.
- Hernández, L. H. (2019). *Efectividad de la Ultracongelación para el control de la melanosis en Cola de Langosta Panulirus Argus Universidad de La Habana . Instituto de Farmacia y Alimentos Efectividad de la Ultracongelación para el control de la melanosis en Cola de Langosta Panu.*
- Herrera, W., y Angüisaca, J. (2015). Formulación del diseño del proyecto de una planta productora de pulpa de fruta derivada de mora y tomate de árbol en la ciudad de Cuenca. *Universidad de Cuenca*, 1(0), 300.
- Hugo, I. N. G., y Avellán, L. (2017). *Relación entre tiempo de descongelamiento y pérdida de peso de las muestras de carne de res y de cerdo previamente congeladas*. 9.
- Ilustración de Partes De La Planta Morfología Del Arbusto De Mora Con Flores Bayas Hojas Verdes Sistema Radicular Y Títulos y más Vectores Libres de Derechos de Raíz - iStock.* (n.d.). Retrieved September 26, 2021, from <https://www.istockphoto.com/es/vector/partes-de-la-planta-morfología-del-arbusto-de-mora-con-flores-bayas-hojas-verdes-gm1156878442-315468259>
- INCONTEC. (2016). *Norma Técnica Ica Colombiana NTC 404*. 10.
- InfoAgro. (2020). *El cultivo de la Mora*. [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_mora.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora.asp)
- Jiménez, A. J. S. (2015). *Elaboración De Jugos De Fruta Con Adición De Bacterias Ácido*

*Lácticas Con Potencial Probiótico.* 127.  
intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/3633/1/Johanna Serna  
Jimenez\_157728.pdf

Jimenez, Y. (2016). Tecnología e industrialización de los alimentos. *Monitor Turístico*, 4, 9.  
[https://turismo.buenosaires.gob.ar/sites/turismo/files/monitor\\_turistico\\_Septiembre\\_2016.pdf](https://turismo.buenosaires.gob.ar/sites/turismo/files/monitor_turistico_Septiembre_2016.pdf)

Maximov, A. (2018). *Determinacion de la permeabilidad en empaques plasticos.*

Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, A. (2014). Estudio del potencial de los ultracongelados en el Sector Hotelero de la Ciudad de Neiva. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.*

Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, A. (2017). Elaboracion de un paquete tecnologico para productores, en manejo cosecha y poscosecha de mora (*Rubus Glaucus Benth*) aplicando ingenieria de calidad y determinacion de las características nutraceuticas de la fruta en precosecha, en el municipio de silvani. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.*

Mejía-Gutiérrez, L. F., Díaz-Arango, F. O., y Caicedo-Eraso, J. C. (2016). Caracterización físico-química y sensorial de licor de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) producido en el municipio de Aránzazu. *Physicochemical and Sensory Characterization of Andean Blackberry (Rubus Glaucus Benth) Liquor Produced in the Municipality of Aranzazu.*, 10, 54–58.  
<https://ezproxy.lib.uconn.edu/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=119598781&site=ehost-live>

Mejía, L. J., Narváez, C. E., y Restrepo, L. P. (2016). Physical, chemical and organoleptic changes during frozen storage of araza (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) pulp. *Revista Agronomía Colombiana*, 24(1), 87–95.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652006000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652006000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Méndez-Lagunas, L. L., Rodríguez-Ramírez, J., y García-Cortes, M. Y. (2018). Variations

- in water content due to freezing at cryogenic temperatures | Variaciones del contenido de humedad por efecto de congelado a temperaturas de criogenia. *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, 7(2), 139–144.
- Montes, L. M., Castaño, J. J., y Orrego, C. E. (2015). " Iqf "( Individually Quick Freezing ) Para La Conservación De La Mora De Castilla. *Cenicafé*, 56(4), 365–380. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/200>
- Montoya, Á., Londoño, J., y Márquez, J. (2015). Licor de Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) con diferentes porcentajes de pula. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58, 1–11. <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/COOTCR14005.pdf>
- Morat, N. G. (2009). *Ultracongelación de alimentos La ultracongelación se aplica a una amplia gama de productos* : [www.consumer.es](http://www.consumer.es)
- Moreno, B. L., y Oyola, Y. A. D. (2016). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Acta Agronomica*, 65(2), 130–136. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45587>
- Navarro, M. (2016). *Buenas Practicas Agricolas de Manejo Pre Cosecha y Post Cosecha en Mora (Blackberry)* | [aloecopark.com](http://aloecopark.com). <https://aloecopark.com/buenas-practicas-agricolas-de-manejo-pre-cosecha-y-post-cosecha-en-mora-blackberry>
- Neri, L., Faieta, M., Di Mattia, C., Sacchetti, G., Mastrocola, D., y Pittia, P. (2020). Antioxidant activity in frozen plant foods: Effect of cryoprotectants, freezing process and frozen storage. *Foods*, 9(12), 1–35. <https://doi.org/10.3390/foods9121886>
- NTC. (2013). *Reglamento Técnico para Frutas y sus productos*. 1–29. <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/COOTCR14005.pdf>
- NTE- INEN-1837. (2016). Ecuatoriana Nte Inen 1837. *Inen*. <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2016/12/PROYECTO-A2-NTE-INEN-2204.pdf>
- Nutrici, D. E. (2018). *Las frutas*.
- Precision for life. (2021). *Congeladores de laboratorio | Cámaras climáticas | Generadores de aire para laboratorios*. <https://www.froilabo.com/es/aplicaciones>

- Procolombia - Exportaciones turismo marca país. (2015). Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia. *Cartilla Cadena de Frío*, 112. [http://www.procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann\\_ruta\\_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf](http://www.procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann_ruta_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf)
- Quintero Vásquez, S. T., y Bonilla Garzón, M. A. (2018). La ultra congelación como método de preservación y conservación de la granadilla (*Passiflora ligularis juss*). *Revista Tecnología y Productividad*, 4(4), 195–204. <https://doi.org/10.23850/24632465.2343>
- Reina, C., Silva, M. R., y Erazo, D. R. (2015). Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la mora de castilla (*Rubus Glacus*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*, 148.
- Rica, U. D. E. C., Posgrado, E. D. E. (2015). *Ciudad Universitaria Rodrigo Facio*. 3593.
- Rincón Bonilla, C. L., Moreno Medina, B. L., y Deaquiz Oyola, Y. (2015, October 13). *Vista de Parámetros poscosecha en dos materiales de mora (Rubus glaucus Benth y Rubus alpinus Macfad)*. [https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult\\_cient/article/view/135/154](https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult_cient/article/view/135/154)
- Rodríguez Saucedo, R., Rojo-Martínez, G., Martínez Ruiz, R., Piña-Ruiz, H. H., Ramírez-Valverde, B., Vaquera Huerta, H., y Cong Hermida, M. (2018). Envases Inteligentes Para La Conservación De Alimentos Smart Packaging for Food Preservation. *Ra Ximhai*, 10(10), 151–173. <http://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>
- Salto Espín, R. D., González Rivera, M. M., González Rivera, V. H., Cofre Santos, F., Hidalgo Guerrero, I. E., García Zambrano, L., y Borja Borja, E. J. (2020). Rendimiento y atributos de calidad de mora (*rubus glaucus benth*) de cuatro zonas productoras de bolívar. *Revista de Investigación Talentos*, 7(2), 33–45. <https://doi.org/10.33789/talentos.7.2.133>
- SOCIAL, M. D. S. Y. P. (2013). Resolución 3929 de 2013. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 85, Issue 1, pp. 2071–2079).
- Suárez, R. (2016). Conservación de alimentos por irradiación. *Invenio*, 4(6), 85–124.
- Técnica, N. (1977). *NTC*.

- Técnica, N. (2007). *Norma tecnica colombiana. 571.*
- Tian, Y., Zhang, P., Zhu, Z., Sun, D. W., Schudel, S., Prawiranto, K., Defraeye, T., y Chávez-Gutiérrez, J. (2020). Proceso de ultracongelación y liofilización de chayote (*Sechium edule*). *Journal of Food Engineering*, 286(October 2020), 111. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110376><https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110112>
- Tubón Malusin, M. Á. (2017). *Determinación experimental y predicción del tiempo de congelación de la pulpa de guayaba (Psidium Guajava) pasteurizada en cilindros de 200 kg.* 1–23. [http://www.procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann\\_ruta\\_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf](http://www.procolombia.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann_ruta_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf)
- Vasquez Vasquez, O. O. (2020). *Paquete tecnológico de cultivo de mora uva - palermo 1.* 1–32.
- Villar, C. C. (2016). *Efecto del empaque en el contenido de humedad final para dos tipos de manzanas deshidratadas en almacenamiento controlado.* 40–43.