

## **1.1 ANTECEDENTES**

La elaboración de helados tanto a nivel nacional como internacional ha adquirido una importancia económica y social de singular importancia.

Desde la antigüedad hasta nuestros días el consumo de helados experimentó cambios desde el punto de vista tecnológico que permitió extender su consumo a prácticamente todas las clases sociales.

Dentro de la historia de la alimentación humana se encuentra una variedad importante de sabores que han evolucionado con el paso del tiempo. Encontramos alimentos salados y dulces, estos últimos normalmente llamados postres. Uno de los productos alimentarios, catalogado como postre, más importantes a nivel mundial es el helado, esto dado su alto consumo. Sus orígenes se remontan hasta antes del siglo XIII d.C., siendo Marco Polo quien introdujera a Europa recetas para helados a base de agua, al regreso de sus viajes por Asia oriental. La receta utilizada era a base de nieve recolectada en los Alpes europeos y mezclada con porciones de fruta y azúcar. Al ser este postre un producto difícil de mantener en su estado físico lo convertía en un producto altamente costoso, por lo que sólo era servido a la nobleza y reyes existentes.

Con el paso del tiempo, la receta ha cambiado; se sustituye el uso de agua por base de leche; se sustituye la miel por azúcar. La revolución industrial permite el desarrollo de máquinas capaces de producir frío y transformar el agua contenida en la leche en hielo, así como de mantener el estado físico del producto; se hace la distinción entre sorbete (postre congelado a base de agua) y helado (postre congelado a base de leche); el precio del producto está ahora al alcance de la mayor parte de la población mundial.

En la actualidad, el helado puede ser descrito como una mezcla parcialmente congelada, que contiene principalmente agua, crema y azúcar. El producto es catalogado como un alimento complejo ya que su matriz se compone de proteínas,

grasa, azúcar, aire, minerales, agua, etc. Desde una perspectiva fisicoquímica igualmente se le considera como una emulsión, una dispersión y una espuma. Así mismo, este producto es considerado como un sistema coloidal complejo, dada la presencia de burbujas de aire, glóbulos de grasa, cristales de hielo y una fase de suero no congelada (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos – República Argentina).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La naturaleza humana, en la actualidad, se ve atraída hacia los alimentos ricos en sabor y sensaciones. De esta manera, los postres constituyen un tipo de alimento altamente demandado por los consumidores. Uno de estos postres lo constituye el helado, el cual cuenta con un sabor agradable al paladar y al mismo tiempo proporciona sensaciones de frescura y bienestar.

En la actualidad el sector de producción de helados se encuentra en un período expansivo, la industria del helado se caracteriza por participar de un mercado altamente competitivo donde coexisten tanto empresas locales como nacionales e internacionales.

Para el ser humano la alimentación representa una acción vinculada con la ingesta de alimentos, que tiene como fin, no sólo calmar el hambre o satisfacer el apetito, sino también suministrarse de nutrimentos que el organismo requiere para mantenerse en un buen estado de salud.

Son muchos los países donde el consumo de helados es prácticamente continuo sea cual sea la estación del año. Esta tendencia se está empezando a notar también en nuestro país donde tradicionalmente los helados se consumen solo en la época veraniega.

El helado de yogur constituye una opción innovadora en el mercado puesto que es un producto nutritivo derivado del yogur y a la vez un alimento muy apetecible por el consumidor.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Se podrá elaborar un helado batido de yogur sabor mora con el fin de obtener un producto de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo?

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 GENERAL**

- Elaborar un helado batido de yogur sabor mora con la finalidad de obtener un producto de calidad organoléptica, inocuo y nutritivo.

#### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Determinar la dosificación de ingredientes para el helado batido de yogur.
- Realizar el balance de materia y energía a nivel experimental.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de los productos intermedios y el producto final.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables del proceso de elaboración de helado batido de yogur.

### **1.5 HIPÓTESIS**

- La formulación planteada para la elaboración del helado batido de yogur sabor mora es factible porque permite la obtención de un producto de calidad organoléptica, inocuo, nutritivo con una textura suave y cremosa.

## **CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE**

### **2.1 DEFINICIÓN DE LA LECHE**

Según el Codex Alimentarius, la leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

### **2.2 DEFINICIÓN INDUSTRIAL**

Es el producto integral del ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, que da la vaca lechera en buen estado de salud y de alimentación y sin aditivos. Ésta se ha de obtener fuera de los periodos del parto, es decir que la leche ordeñada 10 días antes y 10 días después del parto no es apta para el consumo humano (por el contenido de calostro). La leche que proviene de otras especies productoras (cabra, oveja, yegua, búfalo, etc.), deberá especificarse.

### **2.3 DEFINICIÓN DE PRODUCTO LÁCTEO**

El concepto de lácteos se usa en nuestro idioma para designar a aquellos productos hechos a partir de la leche o que derivan de la misma, como ser queso, yogurt, mantequilla, crema de leche, por citar los más consumidos. Los productos que derivan de la leche normalmente son obtenidos gracias a la fermentación y el procesamiento de la leche una vez obtenida.

### **2.4 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

1.-Fase visual.- En esta fase del análisis sensorial de la leche se observa su aspecto (viscosidad limpieza, brillantes y color). La leche de vaca: Es un líquido blanco viscoso, opaco mate más o menos amarillento según el contenido en  $\beta$ -carotenos de la materia grasa.

2.-Fase olfativa.- Para expresar la sensación olfativa que produce el olor de la leche se emplea una relación de sustancias de referencia o familias aromáticas.

Leche de vaca: olor poco acentuado pero característico perteneciente a la familia animal olor y aroma a vaca. El olor debe ser a leche fresca puede haber presencia de sustancias extrañas o posible acidificación cuando se encuentra espesa o cortada.

3.-Fase gustativa.- La fase gustativa contempla la sensación en la boca que produce la degustación de la leche sobre la base de los sabores: ácido, dulce, salado, amargo.

Leche de vaca: sabor ligeramente dulce. Sensorialmente se debe observar el color y olor y la apariencia. El color debe ser blanco amarillento, el color blanco azulado podría indicar descremado o aguado, el color rojo posible presencia de calostro o problemas patológicos del animal.

## 2.5 PROPIEDADES

### 2.5.1 PROPIEDADES NUTRITIVAS

A continuación se muestra una tabla nutricional general en donde se puede ver el contenido nutricional por cada 100 gramos de leche:

**Tabla 2.1**

#### Valor nutricional de la leche

PARÁMETRO	VALOR
Calorías	65,40 kcal.
Grasa	3,80 g.
Calcio	124 mg.
Carbohidratos	4,70 g.
Hierro	0,09 mg.
Proteínas	3,06 g.
Vitamina A	46 µg
Vitamina B12	0,30 µg
Vitamina B3	0,73 mg.

**Fuente:** alimentos.org.es

## **2.5.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE**

### **2.5.2.1 DENSIDAD DE LA LECHE**

La leche de vaca tiene una densidad media de 1,032 g/ml. Es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases:

Solución: los minerales así como los glúcidos se encuentran disueltos en el agua.

Suspensión: las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.

Emulsión: la grasa en agua se presenta como emulsión.

### **2.5.2.2 pH DE LA LECHE**

La leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6,5 y 6,8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico, principalmente (Alais, 1985; Fox y McSweeney, 1998). Estos valores se aplican solamente a temperaturas cercanas a 25°C.

### **2.5.2.3 ACIDEZ DE LA LECHE**

Los valores normales de acidez titulable en leche están comprendidos entre 16°D y 19°D (grados Dornic) que expresado en porcentaje del ácido mayoritario serían 0.16-0.19% de ácido láctico. Las alteraciones en la leche durante la síntesis o almacenamiento pueden originar cambios en la acidez. Además, determinadas adulteraciones hacen variar estos valores: el aguado la rebaja, el desnatado y adición de suero no la modifican y la neutralización la rebaja considerablemente. Aunque existen diferentes modos de expresar la acidez la forma más habitual de expresión son los grados Dornic (°D) y el porcentaje de ácido láctico.

### **2.5.2.4 VISCOSIDAD DE LA LECHE**

La viscosidad va desde 1,7 a 2,2 centipoise. Esta viscosidad es baja de todos modos, pero es más baja aun cuando su temperatura sube (más o menos a los 70° C, su viscosidad llega a los 1,2 cp.)

### **2.5.2.5 PUNTO DE CONGELACIÓN**

Es la temperatura a la cual se solidifican los líquidos. El punto de congelación de la leche es extraordinariamente constante; es inferior al del agua (0° C), debido a las sustancias presentes en solución y se acepta como valor promedio: - 0,539°C.

Un aumento en el punto de congelación, es decir, aproximadamente a los 0°C es relacionado directamente con agregado de agua, ya que significa una dilución de la concentración de las sustancias que se encuentran en solución verdadera en la leche.

### **2.5.2.6 PUNTO DE EBULLICIÓN**

Es la temperatura a la cual se efectúa la ebullición de una sustancia líquida. Cuando dicha sustancia comienza a ebullición o hervir no es posible aumentar más la temperatura, la cual se mantendrá constante y será siempre la misma para el mismo líquido.

La leche hierve a una temperatura de 100,17°C, ligeramente superior a la del agua (100°C), a la altura del nivel del mar. Es decir, a 760 milímetros de mercurio (mm Hg). Si la altura del lugar es mayor, es decir a 740 mm Hg por ejemplo, la temperatura de ebullición del agua será 92°C. Esta variación también se observa en la leche.

### **2.5.2.7 CALOR ESPECÍFICO**

El calor específico de la leche es de 0.93 Kcal/Kg°C y al igual que todos los productos lácteos, varía de acuerdo con el contenido de agua como se observa en la siguiente ecuación:

#### **Ecuación 2.1**

$$C_p = 0.20 + \frac{\% \text{ Agua}}{125}$$

**Fuente:** Análisis lácteos CETIS

### **2.5.3 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LECHE**

La leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria. La leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua.

- La caseína, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche se llama suspensión coloidal.
- La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche.
- La lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras sustancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche.

Las micelas de caseína y los glóbulos grasos le dan a la leche la mayoría de sus características físicas, además le dan el sabor y olor a los productos lácteos tales como mantequilla, queso, yogur, etc. La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores. Aun así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración en la composición de la leche. Por ejemplo, la leche con una composición normal posee una gravedad específica que normalmente varía de 1,023 a 1,040 (a 20°C) y un punto de congelamiento que varía de -0,518 a -0,543°C. Cualquier alteración, por agregado de agua por ejemplo, puede ser fácilmente identificada debido a que estas características de la leche no se encontrarán más en el rango normal. La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su colección. Las temperaturas extremas, la



acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente.

### **2.5.3.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

#### **2.5.3.2 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LECHE**

##### **2.5.3.2.1 AGUA**

La leche contiene aproximadamente un 87% de este líquido y se encuentra en dos formas; ligada y libre.

**AGUA LIGADA.-** Representa más o menos un 3%, y es la que se encuentra retenida en las sustancias que no forman una solución verdadera, como es el caso de las grasas y las proteínas; sin embargo, la mayoría de las sustancias proteínicas forman conjuntos de moléculas tan pequeñas que la mezcla tiene aparentemente las mismas características que una solución verdadera. Este tipo de solución se llama solución coloidal.

**AGUA LIBRE.-** En ella se encuentran los demás componentes en diferentes formas de solución. El siguiente grupo de componentes de la leche constituyen los sólidos totales, que representa el 13% del contenido lácteo y se divide en sólidos grasos (grasa) aproximadamente un 3.5% y sólidos no grasos que son cerca del 9.5%. Los S.N.G. están constituidos por: lactosa, proteínas, minerales, enzimas y vitaminas.

##### **2.5.3.2.2 PROTEÍNAS**

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica. La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación

entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). Históricamente, esta clasificación es debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectada del estómago de los terneros). El comportamiento de los diferentes tipos de caseína ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ ) en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, proveen las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche (condensada, en polvo, etc.).

#### **2.5.3.2.3 HIDRATOS DE CARBONO**

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa. A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. Las moléculas de las que la lactosa se encuentra constituida se encuentran en una concentración mucho menor en la leche: glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/100 g). En una proporción significativa de la población humana, la deficiencia de la enzima lactasa en el tracto digestivo resulta en la incapacidad para digerir la lactosa. La mayoría de los individuos con baja actividad de lactasa desarrollan síntomas de intolerancia a grandes dosis de lactosa pero la mayoría puede consumir cantidades moderadas de leche sin padecer malestares. No todos los productos lácteos poseen proporciones similares de lactosa. La fermentación de lactosa durante el procesado baja su concentración en muchos productos, especialmente en los yogures y quesos. Además, leche pretratada con lactasa, que minimiza los problemas asociados con la intolerancia a la lactosa, se encuentra disponible en el mercado.

#### **2.5.3.2.4 VITAMINAS**

La leche contiene todas las vitaminas conocidas necesarias al hombre. Es preponderantemente rica en riboflavina. Es una buena fuente de vitamina A y tiamina, sin embargo es pobre en niacina y ácido ascórbico. En la leche, los niveles de vitamina A y el de su precursor, el caroteno, están propensos a ser más elevados en el verano, cuando la vaca lo consume abundantemente debido a su alimentación más verde que en el invierno. Las diferentes razas varían en su capacidad para transformar el caroteno en vitamina A. Como la vitamina A es liposoluble, se presenta en los productos lácteos en razón a su tenor de grasa. La leche contiene más vitamina D en verano que en invierno, debido a la mayor alimentación verde y al incremento de luz solar. Estas variaciones estacionales son corregidas en algunos países por la adición de vitamina D.

Las vitaminas hidrosolubles están presentes en todas las formas de crema y leches. En la leche descremada, la riboflavina se presenta como lactoflavina y le confiere un color verdoso. En la preparación del queso, gran parte de las vitaminas hidrosoluble pasan al suero, de modo que los quesos tienen pocas cantidades de estas vitaminas. Durante el hervido se pierde algo de ácido ascórbico y tiamina, por lo que la dieta debe de ser completada con alimentos ricos en estos nutrientes.

#### **2.5.3.2.5 MATERIA GRASA**

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%). La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. Las proporciones de ácidos grasos de diferente largo determina el punto de

fusión de la grasa y por lo tanto la consistencia a la mantequilla que deriva de ella. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidos de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal. Esta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoleico y linolénico.

#### **2.5.3.2.6 MINERALES, CENIZAS Y SALES**

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento del lactante. La digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran en asociación con la caseína de la leche. Como resultado, la leche es la mejor fuente de calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto. Otro mineral de interés en la leche es el hierro.

Las bajas concentraciones de hierro en la leche no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero este bajo nivel pasa a tener un aspecto positivo debido a que limita el crecimiento bacteriano en la leche, el hierro es esencial para el crecimiento de muchas bacterias.

#### **2.5.3.2.7 ENZIMAS**

Son catalizadores biológicos de naturaleza proteica (provista o no de una parte no proteica llamada coenzima o grupo prostético). Las enzimas se encuentran presentes como proteínas simples o como apoproteínas en los complejos lipoprotéicos. Las enzimas de la leche se encuentran repartidas en todo el sistema, sobre la superficie del glóbulo graso, asociado a las micelas de la caseína y en forma simple en suspensión coloidal. A pesar del gran número de enzimas presentes en la leche unos pocos revisten especial interés para el bromatólogo. Las más importantes son: Fosfatasa alcalina que sirve como indicador de la deficiente pasteurización, Lipasa, Proteasa y Xantinaoxidasa.

## **GENERALIDADES DEL YOGUR**

### **2.6 HISTORIA**

En épocas remotas se mencionan las leches fermentadas o leches ácidas, en diversas leyendas, proverbios populares, así como en textos literarios y religiosos. Una gran proporción de las leches fermentadas consumidas hoy en día parece tener su origen en los pueblos nómadas ganaderos de Asia, para los cuales este alimento era una de las bases fundamentales de la dieta. La mayoría de los nombres actuales proceden de antiguos nombres turcos y de alguna otra zona de la Europa oriental. Así el “Koumis” se menciona ya en Rusia, en el siglo IV a.C, el “Leben” aparece en un texto médico árabe del año 633 a.C y el yogur apareció en Turquía, con la denominación “yogurut” en el siglo VIII d.C.

Según otros estudios, el yogur propiamente dicho tiene su origen en la leche ácida denominada “Prokish”, preparada en Tracia, una región de los Balcanes.

A inicios del siglo XX el yogur comienza a formar parte del entorno social. Elie Metchnikoff, un sabio ucraniano del Instituto Pasteur y premio Nobel en 1908, demuestra los beneficios de las bacterias de yogur sobre las diarreas de los lactantes. En la misma época, en 1917, Isaac Carasso decide producir yogur en Barcelona siguiendo procesos industriales y siendo vendidos exclusivamente en farmacia. En los años 50 el yogur empieza a ser distribuido en lecherías y posteriormente en tiendas de alimentación.

### **2.7 DEFINICIÓN**

De acuerdo al Codex Alimentario, el yogur se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de dos bacterias lácticas, *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus* a partir de la leche pasteurizada y son responsables de la acidificación del medio. Es un alimento de alto valor nutritivo, que regularizan la flora intestinal, restablece las funciones hepáticas y es de fácil digestibilidad.

## **2.8 FERMENTACIÓN LÁCTICA**

Es el proceso efectuado por las bacterias *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus* que normalmente son inducida en forma de cultivos liofilizados de inoculación directa, proceso que origina a partir de los azúcares (lactosa) ácido láctico principalmente y pequeñas cantidades de productos secundarios como compuestos carbonílicos, ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y caproico), aminoácidos (valina, leucina, isoleucina, tirosina), cetoácidos (acetona, butanona), furfural, furfuralcohol, acetaldehídos y alcoholes (bencil-alcohol, bencilaldehído), la fermentación, también es conocida como etapa de acidificación y se compone de la fase de siembra y de incubación.

### **2.8.1 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

Es un grupo grande de bacterias con la característica común de producir ácido láctico como el principal producto final del metabolismo; se encuentran en la leche y en otros ambientes naturales. Las bacterias lácticas pueden ser homofermentativas: producen de un 70-90% de ácido láctico. Por ejemplo: *Lactobacillus Bulgaricus*, *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Acidophilus*

#### **2.8.1.1 STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS**

Es una bacteria gram-positiva, no móvil, anaerobia facultativo, se desarrolla a 37-40°C de temperatura pero puede resistir 50°C e incluso 65°C por media hora. Posee gran relevancia en la industria láctea, *S. thermophilus* utiliza principalmente azúcares como sustrato para la generación de productos de fermentación, siendo el ácido láctico el principal producto, esta bacteria tiene menor poder de acidificación que el *lactobacillus*.

#### **2.8.1.2 LACTOBACILUS BULGARICUS**

Es una bacteria láctea homofermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la

que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus*.

## **2.9 TIPOS DE YOGUR**

En la actualidad se elaboran diferentes tipos de yogurt, los cuales difieren en su composición química, método de producción, sabor, consistencia, textura y proceso post-incubación entre ellos están: yogurt afluado, yogurt batido, yogurt líquido así mismo también se encuentran otros tipos de yogurt muy poco difundidos tales como: yogurt pasteurizado, yogurt concentrado/condensado, yogurt congelado y yogurt en polvo.

## **2.10 CARACTERÍSTICAS DEL YOGURT BATIDO**

Es aquel yogurt donde la fermentación de la leche se produce en un tanque industrial, posteriormente éste se agita rompiendo y homogenizando el coagulo luego se procede a envasar combinando o mezclado con agregados, como frutas, extractos o mermeladas.

### **2.10.1 OPERACIONES PRINCIPALES PARA EL PROCESAMIENTO DE YOGURT BATIDO**

#### **2.10.1.1 PASTEURIZACIÓN**

El tratamiento térmico de la pasteurización, normalmente es más riguroso para el caso de la leche destinada a la elaboración de productos fermentados que para la obtención de otros productos. Esto se debe a que se ha comprobado que los resultados tecnológicos de este proceso son positivos para la calidad del yogurt.

Los parámetros de la pasteurización, dependen en gran medida del equipamiento con que se cuente y de las características del producto que se desee elaborar. Si se trabaja con un sistema continuo de pasteurización de placas o tubular, las temperaturas oscilan en los 90-95°C con un tiempo de retención de 15-20 segundos. Si en cambio la pasteurización se hace en tanques, la temperatura alcanzada están entre 80 – 85 °C durante 10 – 30 minutos.

Los efectos buscados con la pasteurización son los siguientes:

- Eliminar totalmente los microbios patógenos que puedan provocar fermentaciones anormales, alterando la calidad del yogurt.
- Reducir al menor número posible la flora banal que puedan provocar fermentaciones anormales, alterando la calidad del yogurt.
- Producir la precipitación de las proteínas solubles sobre la caseína. Por efecto del calentamiento, las proteínas que se encuentran disueltas, se insolubilizan y se depositan, en buena parte, sobre las micelas de la caseína.
- Inactivar las enzimas naturales de la leche y las producidas por microorganismos contaminantes, para evitar alteraciones durante la elaboración y/o almacenamiento.

Además de estos resultados, la pasteurización ocasiona, como ya se ha señalado, una serie de características deseables:

- Mejora la consistencia y viscosidad, como consecuencia de la unión de proteínas solubles con la caseína, aumentando la capacidad de retención de agua.
- Por el efecto señalado en el punto anterior, se reduce la separación de suero.
- El calentamiento ocasiona modificaciones en algunos componentes de la leche (lactosa y proteínas), quienes producen compuestos (ácido fórmico, péptidos) que estimulan el crecimiento de los microorganismos del fermento.
- Se inactivan los "sistemas de defensa" (enzimas) naturales de la leche que podrían retardar la acción del fermento.
- Disminuye la cantidad de oxígeno en el medio, lo que favorece el desarrollo de las bacterias lácticas.
- Inhibe la oxidación de las grasas por producción de compuestos protectores, que se originan por acción del calor sobre algunos componentes de la leche.
- Aumenta la digestibilidad de algunas proteínas, por su desnaturalización.

### **2.10.1.2 INCUBACIÓN**

La incubación comprende todo el período durante el cual las bacterias del fermento actúan para lograr la acidificación (disminución del pH). La temperatura de incubación para el fermento de yogurt oscila entre 40 y 45°C. El manejo de las temperaturas obedece a distintas técnicas que se ajustan a la instalación disponible y



al producto que se desee obtener. Usualmente se deposita la mezcla en un tanque fermentador aislado, en la que permanece a la temperatura de incubación por un período aproximado de 4- 5 horas, al final del cual normalmente se logra la acidez deseada.

Las temperaturas bajas de incubación favorecen el desarrollo de los *Streptococcus thermophilus* además de prolongar el tiempo de fermentación, esto hace que se obtenga un coágulo poco firme, que desprende suero durante el almacenamiento, por una excesiva hidratación de las proteínas. Por el contrario altas temperaturas favorecen el desarrollo de los *Lactobacillus bulgáricus* y reducen el tiempo de fermentación; además de esto provocan la contracción del coágulo y la separación de suero. Las fluctuaciones de temperatura influyen negativamente en la estructura del coágulo, provocando desuerado y granulosidad (gel irregular). En general, se puede decir que la velocidad de acidificación (depende de la temperatura, el porcentaje de inóculo y de la actividad del fermento) influye de manera determinante en la estructura y consistencia del coágulo. De no mediar inconveniente, el final de la incubación se alcanza, como ya se ha señalado, alrededor de las cuatro – cinco horas de iniciada. No obstante, el punto final debe determinarse midiendo la acidez, que deberá oscilar entre 65 – 80°D o algo más para los yogures muy ácidos. (Normalmente se fijan las características del producto de acuerdo al mercado consumidor). El pH al concluir la fermentación debe ser de 4,5 a 4,7.

### **2.10.1.3 BATIDO**

El batido del yogurt no debe ser ni muy largo ni muy intenso, pero suficiente como para obtener una masa homogénea y de consistencia suave (cremosa). Cuando la agitación es adecuada, se observarán en el producto (al colocarlo en un recipiente de vidrio) un pequeño número de partículas visibles junto a una masa de partículas invisibles de gel. Este tratamiento mecánico, trae como consecuencia la inversión de las fases del producto, pasando de un gel que retiene gran cantidad de agua a una suspensión de partículas de gel en agua, teóricamente, lo recomendable es realizar la agitación una vez que la acidez expresada en grados Dornic haya alcanzado los 60° y

cuando el coágulo ya ha sido enfriado hasta una temperatura de unos 18-20°C. En la práctica esto es casi imposible, puesto que la transferencia del calor en el interior del coágulo es extremadamente lenta si no hay agitación.

No obstante, debe quedar claro que puede lograrse una textura más uniforme batiendo el yogurt después de un pre-enfriamiento.

#### **2.10.1.4 ENFRIAMIENTO**

El enfriamiento debe hacerse en forma rápida hasta lograr "frenar" la acidificación, a partir de allí para evitar que se produzca desuerado, lo más recomendable es continuar la refrigeración lentamente; así mismo, de esta forma se afectará menos la consistencia del producto. Lo que se hace normalmente es comenzar la refrigeración y agitación antes de que el yogur alcance el pH deseado, puesto que hasta lograr detener la actividad de las bacterias acidificantes y sus enzimas transcurre un cierto tiempo. Para alcanzar los efectos del enfriamiento y así reducir la actividad metabólica de los microorganismos y mantener las propiedades reológicas del producto, el yogur debe ser llevado lo más rápidamente posible desde la temperatura de incubación hasta aproximadamente 18 - 20°C.

## **GENERALIDADES DEL HELADO**

### **2.11 CONCEPTO DE HELADO**

Producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos o sin ellos, o bien a partir de una mezcla de leche y derivados, agua, azúcares y otros ingredientes y aditivos permitidos sometidos a congelamiento con batido o sin él, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto en estado congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento, transporte y consumo final.

**Fuente:** Norma Boliviana 33020

## **2.12 ORIGEN DEL HELADO**

Está claro que el origen de los helados es muy antiguo. Algunos señalan que los chinos, muchos siglos antes de Jesucristo, ya mezclaban la nieve de las montañas con miel y frutas. Otros con igual convicción, sostienen que los antiguos romanos son los inventores del “sorbete”. Ellos utilizaban nieve, frutas y miel para preparar este refrescante postre. Parece que Nerón hacía traer nieve de los Alpes para que le prepararan esta bebida helada.

Lo cierto es que los conocían y disfrutaban, los chinos, turcos, árabes y romanos. Otro antecedente interesante es que en la corte de Alejandro Magno, se enterraban ánforas conteniendo frutas mezcladas con miel, en la nieve, para conservarlas mejor y se servían heladas.

Los cocineros árabes, de los Califas de Bagdad, se destacaron en refinar la calidad y variedad de estos, incorporando a la preparación zumos de fruta. A estas mezclas le dieron el nombre de "sharbets", que quiere decir bebida refrescante, de allí el nombre sorbete empleado hoy en día.

Se atribuye a Marco Polo el haber divulgado en Italia una receta para su preparación de regreso de uno de sus viajes al Lejano Oriente. Esto apoyaría la idea de que fueron los chinos quienes inventaron los helados, pero como es desde Italia que se hacen conocidos en el mundo, se explica que muchos creen que se originaron en Roma. Se ha llegado a decir que el nombre de los helados llamados "polos" se puso en homenaje al legendario Marco Polo.

Obviamente la elaboración de los helados no era sencilla, ya que era imprescindible disponer de nieve y de los medios para conservar la temperatura. Esto hacía de los helados un placer para pocos, solo lo disfrutaban el Rey y las personas privilegiadas de esa época. Según referencias históricas, en los siglos XVI y XVII, en las cortes de España, Francia e Inglaterra, se elaboraban y servían helados.

Se sabe que los helados llegaron a Francia, cuando Catalina de Médicis se casó con Enrique II.

A Inglaterra, en cambio, llegaron de la mano de un cocinero francés que sirvió en la corte y que inventó una receta que incorporaba leche a los helados, el producto era mucho más rico y se cuenta que el Rey le dio una gran recompensa para que reservase la fórmula únicamente para el uso de la mesa real. Pese a ello la fórmula se conoció en todos los países. En la corte del rey francés Luis XIV hacia el año 1600 se presentó el helado con esas características en la alta sociedad. De esa época viene la polémica entre los médicos y otros expertos sobre si el helado es bueno o no para la digestión.

También en ese entonces, el año 1660, el italiano Procopio inventó una máquina que homogeneizaba las frutas, el azúcar y el hielo, con lo que se obtenía una verdadera crema helada, similar a la que hoy conocemos. Procopio, abrió en París el "Café Procope", donde además de café se servían helados, así se popularizó el delicioso postre. Por muchos años los heladeros italianos, guardaron celosamente el secreto de preparación de los helados, aunque como vendedores ambulantes lo difundieron por toda Europa. Para el siglo XVIII, las recetas de helados empezaron a incluirse en los libros de cocina.

Hacia 1700, los helados llegaron a América del Norte y se hicieron populares en Estados Unidos. En 1846, Nancy Johnson, una norteamericana, inventó la primera heladora automática, con lo que puso la base para el surgimiento del helado industrial. Unos años después, en 1851, Jacobo Fussler fundó la primera empresa productora de helados, de los Estados Unidos.

Grandes sabios como Fahrenheit (1686-1736), Faraday (1791-1867) y Reamur, contribuyeron con sus descubrimientos a hacer avanzar las ciencias que enseguida se aplicaron a los métodos de producción de los helados. Luego, en el siglo XIX, se inventaron las primeras máquinas de hacer hielo lo que facilitó la producción en

masa. Ya en ese tiempo en algunos hogares se conservaba el hielo en cajas hechas de madera y corcho.

En nuestro siglo se han perfeccionado mucho las técnicas de fabricación de helados. La maquinaria disponible facilita la producción industrial y doméstica de helados. También han mejorado las normas de higiene. Hoy en día un buen fabricante de helados no solo debe conocer el oficio, debe saber de cocina y pastelería, saber un poco de química y bacteriología y tener algo de artista (mundohelado.com).

## **2.13 TIPOS DE MEZCLAS Y CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS**

### **2.13.1 TIPOS DE MEZCLAS**

#### **2.13.1.1 MEZCLA LÍQUIDA PARA HELADOS**

Producto líquido higienizado que se destina a la preparación de helado, que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, de modo que al congelarlo, da el producto final definido en el numeral 2.11.

#### **2.13.1.2 MEZCLA CONCENTRADA PARA HELADOS**

Producto líquido concentrado, higienizado que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, que después de adición prescrita de agua o leche y al congelarlo da como resultado el producto definido en el numeral 2.11.

#### **2.13.1.3 MEZCLA EN POLVO PARA HELADOS**

Producto higienizado con un porcentaje de humedad máximo de 5% m/m, que contiene todos los ingredientes necesarios en cantidades adecuadas, que después de añadir la cantidad prescrita de agua o leche y congelarlo da como resultado el producto definido en el numeral 2.11.

**Fuente:** Norma Boliviana 33020

## **2.13.2 CLASIFICACIÓN DE LOS HELADOS**

### **2.13.2.1 HELADO DE CREMA DE LECHE**

Producto definido en el numeral 2.11, preparado a base de leche y grasa procedente de la leche (grasa butírica) y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea.

### **2.13.2.2 HELADO DE LECHE**

Producto definido en el numeral 2.11, preparado a base de leche y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea y donde predomina el contenido de sólidos lácteos, sin considerar los azúcares.

### **2.13.2.3 HELADO DE LECHE CON GRASA VEGETAL**

Producto definido en el numeral 2.11, cuyas proteínas provienen en forma exclusiva de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.

### **2.13.2.4 HELADO DE YOGUR**

Producto definido en el numeral 2.11 elaborado con yogur (para él % de ácido láctico m/m mín. véase la Tabla 2.4).

### **2.13.2.5 HELADO DE GRASA VEGETAL**

Producto definido en el numeral 2.11, cuya única fuente de proteína es la láctea y la fuente de grasa es de origen vegetal.

### **2.13.2.6 HELADO NO LÁCTEO**

Producto definido en el numeral 2.11, cuya proteína y grasa no provienen de la leche o sus derivados.

### **2.13.2.7 HELADO DE SORBETE O SHERBET**

Producto definido en el numeral 2.11, preparado con agua potable, con o sin leche o productos lácteos, frutas, productos a base de frutas u otras materias primas alimenticias; tiene un bajo contenido de grasa y proteínas las cuales pueden ser total o parcialmente de origen no lácteo.

### **2.13.2.8 HELADO DE FRUTA**

Producto definido en el numeral 2.11, adicionado con frutas o productos a base de fruta, en una cantidad mínima del 10% m/m de fruta natural, a excepción del limón.

### **2.13.2.9 HELADO DE AGUA**

Producto definido en el numeral 2.11, preparado con agua potable, azúcar y otros aditivos permitidos. No contienen grasa, ni proteína, excepto las provenientes de los ingredientes adicionados y puede contener frutas o productos a base de frutas.

**Fuente:** Norma Boliviana 33020

## **2.14 COMPONENTES DE UN HELADO**

### **2.14.1 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS**

Con la denominación de leche nos estamos refiriendo a la leche de vaca que es normalmente la utilizada en la elaboración de los helados. Asimismo, nos referimos a leche estandarizada, homogeneizada y pasteurizada industrialmente.

Este producto al ser de un alto contenido en lactosa puede ser utilizado en grandes cantidades para la elaboración de helados, sustituyendo la leche en polvo al ser más económica que esta. De todas maneras no se deberá utilizar dosis mayores al 5 o 10% ya que el mayor contenido de lactosa al cristalizar podría darle una consistencia “arenosa” al helado.

Los ingredientes lácteos del helado contienen emulsificantes naturales como: lecitina, fosfatos y citratos; los cuales tienen como función reducir la tensión interfacial entre las fases grasa-agua, lo que da como resultado una dispersión muy fina de la grasa en el helado y facilita la incorporación del aire, lográndose así un cuerpo firme.

El contenido de sólidos lácteos no grasos (sólidos del suero: proteínas, lactosa y minerales) deben de cuidarse ya que un exceso de ellos propicia un sabor “salado” y a “cocido”.

### **2.14.2 GRASAS**

Confiere mayor sabor y textura al helado y facilita el batido. La grasa aportada por la leche o en su caso crema, ayudan a mantener el tamaño deseado del cristal de hielo debido a su acción como barrera mecánica al depósito de moléculas de agua en los cristales de hielo. Además el proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto, se recomienda que estos tengan un diámetro entre 30-50  $\mu\text{m}$ . Otras opciones pueden ser la mantequilla, grasa láctea anhidra y grasa vegetal.

### **2.14.3 AZÚCAR**

La cantidad de azúcar que se utiliza va a influir sobre la disminución del punto de congelación, la suavidad del producto, la resistencia a la descongelación, en la sensación de derretimiento y la suavidad del helado.

Los azúcares representan entre el 10 al 20% en peso del total de la mezcla de ingredientes de un helado y entre el 5 al 10% una vez incorporado el aire y congelado.

La sacarosa o azúcar común se obtiene industrialmente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera. La sacarosa es el azúcar más utilizado en los helados, llegando a representar el 80% del total de azúcares de la mezcla. No es conveniente pasar de esta proporción debido a que le daría un excesivo sabor dulce al producto.

El máximo grado de solubilidad de la sacarosa en agua a 20 °C es del 65%. Si se supera este porcentaje, el excedente precipita y cristaliza.

En el proceso de batido del helado, donde este se congela y se solidifica el agua, la concentración de azúcar aumenta precipitando en forma de cristales. Cuanto más tiempo tarde el proceso de congelado, más grandes serán los cristales y darán origen al defecto de “arenosidad” en el paladar.



Para evitarlo es necesario balancear la formulación sustituyendo parte del azúcar por otros con efecto “anticristalizantes”, que disminuyen este defecto (Glucosa, dextrosa, azúcar invertido o miel).

Los azúcares derivados del almidón son componentes muy importantes en la elaboración de helados. Éstos son la dextrosa y la glucosa. Se suele utilizar hasta un máximo del 25% del total de azúcares. Tienen menor poder edulcorante que la sacarosa.

La lactosa es el azúcar de la leche que aparece en los helados como consecuencia de la adición de leche en polvo, suero de leche, leche fluida, etc. Una proporción elevada dará un defecto “arenoso” al paladar al cristalizar el exceso de lactosa. Su poder edulcorante es muy reducido.

El azúcar invertido se obtiene por hidrólisis con ácidos o mediante la enzima “invertasa” de la sacarosa. De este modo la sacarosa produce glucosa y fructosa en cantidades iguales. La mezcla de ambos azúcares se conoce como “Azúcar invertido”. Tiene un alto poder edulcorante que limita su utilización hasta un 25% del total de azúcares de la mezcla.

El Sorbitol se utiliza para la fabricación de helados para diabéticos.

#### **2.14.4 AGUA**

El agua es el ingrediente indispensable en el helado ya que a medida que comienza la cristalización, el agua, que proviene de la leche, se va congelando en forma pura. De esta manera comienza a aumentar la concentración de la disolución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo. El punto de congelación de dicha disolución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración, de acuerdo a las propiedades coligativas.

Es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, puesto que en la etapa siguiente, endurecimiento, los cristales

aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, dará por resultado una textura final indeseada.

Por otro lado, el azúcar ayuda a mantener el tamaño pequeño de los cristales, debido a que el azúcar restringe el tamaño del cristal al aumentar la cantidad del líquido que permanece sin congelarse. Cuando se utiliza leche en una mezcla para congelar contribuye con algo de azúcar en forma de lactosa. La cantidad de este disacárido es limitada debido a su baja solubilidad en el agua fría y a su tendencia a precipitarse.

#### **2.14.5 AIRE**

El helado adquiere la textura cremosa-pastosa merced al aire que contiene batido en su masa. El aire incrementa la viscosidad de la mezcla.

En la congelación y fusión de los helados demora la transmisión del calor. El aumento de volumen del helado debido a la inclusión de aire en el mismo durante el batido, referido al volumen de la mezcla que ha de constituir el helado, recibe el nombre de “crecida”(en inglés, overrum). Se expresa en tanto por ciento:

#### **Ecuación 2.2**

$$\% \text{ de subida} = \frac{\text{Volumen del aire}}{\text{Volumen de la mezcla}} * 100$$

**Fuente:** Fabricación de helados – Fritz Timm

#### **Ecuación 2.3**

La subida se calcula de acuerdo con la fórmula:

$$\frac{\text{Volumen helado} * \text{densidad de la mezcla}}{\text{Peso del helado}} - 1 * 100$$

**Fuente:** Fabricación de helados – Fritz Timm

#### **Ecuación 2.4**

$$\% \text{ Overrum} = \frac{\text{Volmen final del helado} - \text{Volumen inicial de la mezcla}}{\text{Volumen inicial de la mezcla}} * 100$$

**Fuente:** Norma Boliviana 703

La subida óptima de un producto depende de la composición de la mezcla, principalmente de la tasa de grasa, así como de la clase y cantidad del estabilizador y emulsionante utilizados.

El aire debe estar finamente distribuido, de manera que las burbujas no puedan advertirse a simple vista.

#### **2.14.6 EMULSIFICANTE**

Los emulsionantes son compuestos químicos con una parte de su molécula hidrófoba y otra hidrófila, que son capaces de repartirse en la superficie de separación de dos fases y disminuyen la tensión superficial; en los helados con grasa, en la superficie de separación existente entre las fases agua y grasa, y entre las fases agua y aire.

En la mezcla destinada a la fabricación del helado forman los emulsionantes un complejo con la grasa y la proteína, estabilizando así la emulsión. Al enfriar y batir el helado en el congelador, se desestabiliza una parte de la grasa emulsionada y los glóbulos grasos se aglomeran para formar racimos. Este proceso resulta controlado por la clase y cantidad del emulsionante. Los emulsionantes influyen de esta manera sobre el entramado graso constituido, y, como consecuencia de ello, sobre la consistencia del helado. Como resultado de disminuir la tensión superficial, el aire puede distribuirse uniformemente en el helado, con lo que el batido resulta favorecido.

#### **2.14.7 ESTABILIZANTE**

Los estabilizadores son compuestos macromoleculares que se imbiben intensamente en agua y forman soluciones coloidales. Con la excepción de la gelatina y el caseinato sódico, se trata de polisacáridos de origen vegetal. En virtud de su magnitud molecular, pueden formar películas de separación y actuar como coloides protectores. Muchos actúan por sus cargas eléctricas.

Los estabilizadores aumentan la viscosidad de la mezcla del helado. De esta manera se retrasa el desnatado y favorecen así la estabilidad de la emulsión. Demoran el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa, mejorando con ello la estabilidad de los helados en el almacenado. En agua forman espuma con el aire, acentúan con ello la capacidad de batido y rebajan la tendencia a la fusión del helado.

## **2.15 VALOR NUTRITIVO DEL HELADO**

Su importancia nutricional viene dada por los siguientes factores:

### **2.15.1 HIDRATOS DE CARBONO**

Proceden de la sacarosa o azúcar común y de la glucosa o jarabe de glucosa. En los helados especiales para diabéticos, se emplean edulcorantes artificiales o fructosa (azúcar de las frutas, también presente en la miel).

### **2.15.2 GRASAS**

Proceden de la leche y sus derivados y, en menor proporción, del coco y la palma hidrogenados. Los helados de crema o leche normalmente contienen sólo grasa láctea. Aunque su aporte de colesterol no es elevado, estas grasas son mayoritariamente saturadas, por lo que conviene moderar su consumo. Los helados cuya base es el agua no contienen grasa ni colesterol.

### **2.15.3 PROTEÍNAS**

Proceden de la leche y productos lácteos las proteínas son de buena digestibilidad y de alta calidad. Si se añade yema de huevo, frutos secos, galletas, etc., el aporte proteico aumenta pero lo hace ligeramente, ya que estos ingredientes se emplean en pequeñas cantidades.

### **2.15.4 VITAMINAS**

El aporte depende de la cantidad de leche y huevo del helado, si los contienen. Los de crema o leche y ciertos postres helados, aportan vitaminas solubles en grasa o liposolubles (A y D). También destaca la vitamina B2 o riboflavina.

### **2.15.5 MINERALES**

Los proporcionan los productos lácteos, frutas y frutos secos (calcio y fósforo de la leche, potasio y magnesio de origen vegetal). Los helados cuya base es el agua, apenas incluyen minerales y en los postres helados depende de sus ingredientes (contenido intermedio entre los de crema o leche y los de agua).

Ningún otro alimento contribuye tanto a la nutrición y en forma tan atractiva como los helados. Así pues, que los helados además de ser una golosina son un alimento altamente nutritivo.

## **2.16 TECNOLOGÍA DE LA FABRICACIÓN DE HELADOS**

### **2.16.1 DOSIFICACIÓN**

En general todos los ingredientes sólidos son pesados, mientras que los líquidos pueden ser pesados o dosificados mediante medidores volumétricos.

Las materias primas a utilizar han de seleccionarse y proporcionarse de manera que le confieran al helado la composición deseada.

### **2.16.2 MEZCLADO**

Los ingredientes sólidos son mezclados antes de ser incorporados a la parte líquida. Se debe realizar un mezclado uniforme y evitar los grumos.

### **2.16.3 HOMOGENIZACIÓN**

La elaboración del helado comienza con una simple emulsión aceite en agua, que se crea al homogeneizar los ingredientes a una temperatura donde toda la grasa está en estado líquido (temperatura de pasteurización). Durante la homogeneización se logra disminuir el tamaño de los glóbulos grasos a menos de 1 mm, aumentando así su área superficial, y se promueve la formación de una membrana de proteínas (principalmente caseínas) que rodean la superficie de dichos glóbulos grasos. En este momento las gotas de grasa se mantienen separadas y suspendidas en la fase acuosa debido al efecto estabilizante otorgado por dicha membrana.

Es necesario agregar emulsificantes a la mezcla para reducir parcialmente tal estabilidad de los glóbulos grasos, y permitir de este modo, que éstos actúen como estabilizantes de las burbujas de aire que serán incorporadas más adelante.

#### **2.16.4 PASTEURIZACIÓN**

Para Veisseyre, R. (1972), la pasteurización es: “el tratamiento térmico de la mezcla en condiciones tales que las temperaturas alcanzadas y el tiempo de exposición a las mismas permitan eliminar de las mezclas preparadas, los microorganismos considerados peligrosos para la salud del ser humano”.

Hay varias técnicas de pasteurización y diversos equipos que podemos utilizar. En líneas generales la pasteurización consiste en elevar la temperatura de la mezcla líquida, con la cual fabricamos el helado, a una temperatura programada, manteniéndola en ese nivel durante un lapso de tiempo, y luego bajarla lo más rápidamente posible a 6° C o 4° C que es la temperatura en que se procede con la etapa de maduración.

Este proceso asegura que por el choque térmico desaparezcan todas las bacterias (salmonellas, coliformes, estreptococos, hongos, levaduras, etc.) que de lo contrario pueden convertirse en transmisoras desde un simple malestar a problemas mayores. Para lograr este efecto y disfrutar del beneficio que proporciona la tranquilidad de un buen proceso, existen en el mercado diferentes tipos de máquinas y costos en diversas capacidades. Teniendo en cuenta la producción horaria, estas capacidades van desde unos pocos litros hasta cientos de litros por hora, dependiendo esto también de si el productor es artesanal o industrial.

Naturalmente este proceso debe ser bien controlado, porque:

- Si es insuficiente, no cumplirá su misión, no se conseguirá el objetivo y desperdiciaremos tiempo y dinero.
- Si es excesivo, atentará seguramente, contra las condiciones de calidad degustativa del producto.

La pasteurización total de la mezcla es el procedimiento correcto porque incluye en su tratamiento no sólo el elemento que mayores posibilidades de contaminación ofrece (la leche y sus derivados), sino también otros que por diversas causas pueden ser motivo de problemas bacteriológicos: azúcar, huevos, cacao, etc. Ninguno de ellos ofrece condiciones de asepsia o esterilidad en sus procesos de elaboración y es necesario que el tratamiento integral por calor de la mezcla, elimine cualquier posibilidad de que el conjunto, y por lo tanto, el producto final quede contaminado. La elección del sistema depende esencialmente del número inicial de gérmenes y de si se trata de lograr la esterilización total o solamente la reducción del contenido microbiano (pasteurización). Afectan a la elección de la técnica, también, las cantidades a procesar, no es lo mismo una tina de 20 litros que pasteurizar 600 o más litros por hora.

**Tabla 2.2**  
**Tipos de pasteurización**

<b>Sistema</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Duración del calentamiento</b>	<b>Efecto germicida en %</b>
Pasteurización baja o lenta	62-65	30 minutos	95,00
Pasteurización rápida	71-75	15 minutos	99,50
Pasteurización alta	80-85	1 a 2 minutos	99,90
Ultra pasteurización	135-150	2 a 8 segundos	99.90

**Fuente:** mundohelado.com

El sistema elegido para reducir el contenido microbiano de la mezcla debe cumplir los requisitos siguientes:

El efecto germicida (porcentaje de gérmenes destruidos o eliminados) ha de superar al 99 % y si se trata de gérmenes patógenos debe ser el 100%.

La mezcla debe ser tratada con moderación para que conserve en la mayor medida posible sus principios nutritivos, así como sus propiedades organolépticas.

La rentabilidad del sistema debe ser alta y el gasto en aparatos, escaso.

La pasterización baja o lenta es la que mejor responde al principio conservador del valor nutritivo de la mezcla. El efecto germicida es inferior al exigido cuando la mezcla contiene inicialmente muchos microorganismos.

La pasterización rápida es la empleada con mayor frecuencia. Cumple casi totalmente todos los requisitos. Entre las modificaciones químicas, cabe citar la coagulación de escasas cantidades de albúmina y globulina, así como la precipitación reducida de sales. Las vitaminas apenas se modifican.

La pasterización alta es preferida por su elevado efecto germicida, las modificaciones fisicoquímicas son bastante más acusadas que en la pasterización rápida, pues la mayoría de los fenómenos de desnaturalización se producen por encima de 75°C. Las pérdidas de las vitaminas A, B1 y C se limitan al 20%.

#### **2.16.5 MADURACIÓN**

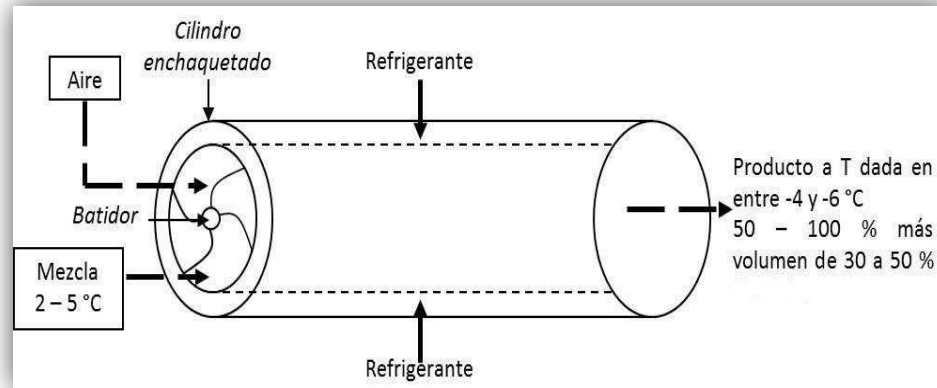
Es en la fase de maduración, a 4°C donde los estabilizantes realizan la mayor parte de su labor; cada molécula de emulsionante ata una minúscula parte de agua, aire y sólidos y mantiene la emulsión dispersa en el mix. El tiempo de maduración oscila entre 6 a 24 horas.

#### **2.16.6 BATIDO**

El proceso de batido (Figura 2.1) se realiza en un equipo especial provisto de un refrigerante que haga descender la temperatura e incorpore aire a la mezcla durante el batido. La temperatura oscila entre 0°C y -10°C, esta permite la congelación del agua y la incorporación de aire.



**Figura 2.1**  
**Esquema de la máquina batidora de helado**



**Fuente:** mundohelado.com

### 2.17 EL HELADO COMO SISTEMA TRIFÁSICO

A pesar de la simplicidad de los ingredientes, la interacción entre los componentes del helado es bastante compleja debido a que es una emulsión, una espuma y una dispersión al mismo tiempo. Los glóbulos de grasa, burbujas de aire y cristales de hielo están dispersos en una solución concentrada de azúcares para formar una matriz semisólida, congelada y aireada.

El objetivo principal en la elaboración de helados es lograr obtener los distintos componentes insolubles (aire, hielo y grasa) dentro de una fase acuosa en el menor tamaño y mayor número posible.

La estructura del helado puede describirse en términos de dos fases: continua y dispersa. La fase continua es una combinación de una solución, una emulsión y una suspensión de sólidos en líquido. Los componentes de dicha fase son:

- Solución: agua, azúcar, hidrocoloides, proteínas de la leche, otros solutos.
- Suspensión: cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de la leche.
- Emulsión: glóbulos grasos.

La fase dispersa es una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa de la leche.

## 2.18 CAMBIOS ESTRUCTURALES EN EL HELADO A LO LARGO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

### 2.18.1 HOMOGENEIZACIÓN

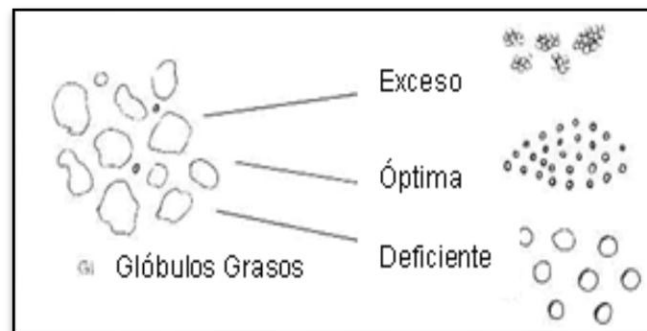
Durante la homogeneización se controlan dos parámetros fundamentales que influyen en la textura del helado: temperatura y presión. Si se trabaja a una temperatura menor a 65°C se formarán agregaciones de glóbulos grasos en cambio, a temperaturas elevadas (85°C) se produce la ruptura de los glóbulos grasos con mayor eficiencia.

La presión de trabajo es inversamente proporcional a la relación materia grasa/sólidos no grasos de la leche, es decir, se necesitan mayores presiones cuando se trabaja con menor porcentaje de materia grasa respecto de los sólidos no grasos.

La figura 2.2 muestra los resultados observados sobre las grasas al operar con presiones de homogeneización en exceso, óptima y deficiente.

**Figura 2.2**

#### **Influencia de la homogeneización sobre los glóbulos grasos**



**Fuente:** mundohelado.com

### 2.18.2 MADURACIÓN

Al proceso de homogeneización le sigue la maduración, es decir, se mantiene la mezcla a una temperatura entre 0 a 5°C durante 4 a 24 horas antes de la congelación. Este proceso promueve el desarrollo de los siguientes fenómenos:

- Cristalización de la grasa, por lo cual ésta puede coalescer parcialmente. Los ácidos grasos de alto punto de fusión comienzan a cristalizar y se orientan hacia la superficie del glóbulo graso, quedando en el centro del mismo la grasa líquida.
- Hidratación de las proteínas y estabilizantes dando por resultado un aumento en la viscosidad.
- Reacomodamiento en la membrana superficial de los glóbulos grasos (los emulsionantes reemplazan parcialmente a las proteínas y, de este modo, disminuye la estabilidad de los glóbulos grasos aumentando la probabilidad de que se produzca la coalescencia parcial de los mismos).

La figura 2.3, obtenidas por microscopía electrónica de transmisión, muestran la cristalización de los glóbulos grasos en una mezcla de helado.

**Figura 2.3**

#### Microscopía de un glóbulo graso

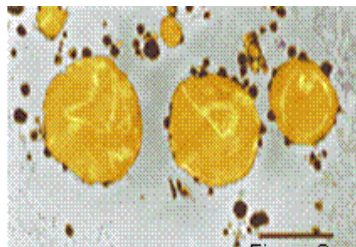


Figura 2

Baja cristalinidad dentro de los glóbulos grasos.

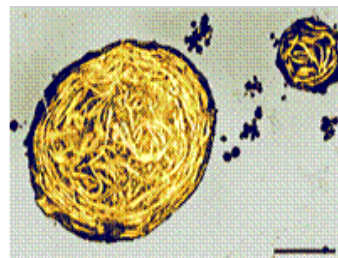


Figura 3

Interior del glóbulo graso casi totalmente cristalizado.

**Fuente:** mundohelado.com

La coalescencia parcial es una aglomeración irreversible de glóbulos grasos que se mantienen unidos gracias a una combinación adecuada de grasa cristalizada y grasa líquida. Los glóbulos mantienen su identidad individual mientras se mantenga la estructura cristalina en su interior, por lo tanto dependen de la temperatura, puesto que, si los cristales se funden los glóbulos coalescerán totalmente. Se supone que los cristales de ácidos grasos de la superficie son los responsables de que los glóbulos se mantengan unidos mientras que los ácidos grasos líquidos fluyen parcialmente actuando de "cemento" en la unión.

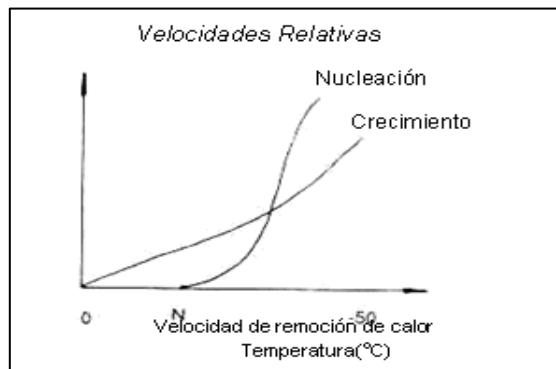
### 2.18.3 BATIDO - CONGELADO

Luego de la maduración, la mezcla de helado comienza a batirse y congelarse. Este proceso crea dos fases estructurales discretas, millones de pequeños cristales y burbujas de aire dispersas en una fase concentrada no congelada.

La etapa de cristalización consiste en la nucleación y crecimiento de los cristales. La nucleación es la asociación de moléculas en una partícula minúscula ordenada, de un tamaño suficiente como para sobrevivir y servir de sitio para el crecimiento de los cristales. El crecimiento de un cristal es el aumento de tamaño de los núcleos por adición ordenada de moléculas.

**Figura 2.4**

**Grafica de la etapa de cristalización**



**Fuente:** mundohelado.com

Estas dos etapas ocurren simultáneamente, por lo tanto se hace necesario controlar sus velocidades relativas para lograr controlar las características del sistema cristalino.

A medida que comienza la cristalización, el agua, proveniente de la leche, se va congelando en forma pura. De esta manera comienza a aumentar la concentración de la solución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo. El punto de congelación de dicha solución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración, de acuerdo a las propiedades coligativas.

El proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto. Los cristales de hielo deben tener un diámetro entre 30-50  $\mu\text{m}$ .

Es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, puesto que en la etapa siguiente, endurecimiento, los cristales aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, y darán por resultado una textura final indeseada.

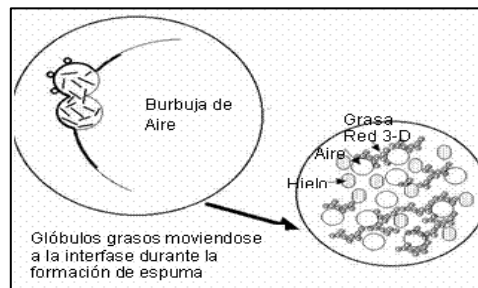
Otro factor importante es la capacidad de incorporar aire (overrun), la cual va a depender de la temperatura. La mayor incorporación de aire se produce entre -2 a -3  $^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, cuando la mezcla endurece decrece la capacidad de incorporación de aire. Este nuevo ingrediente queda incorporado en forma de pequeñas burbujas o células de 50-80  $\mu\text{m}$  de diámetro. Aproximadamente la mitad del volumen del helado está compuesto por aire, sin él el helado no tendría la estructura suave característica.

La estabilidad de este sistema (aire - cristales de hielo - gotas de grasa - fase líquida) dependerá del grado del overrun, del tamaño de las celdas de aire y, fundamentalmente, del espesor de la capa que rodea las células de aire. Esta capa está constituida por la grasa parcialmente desestabilizada, proteínas lácteas, sales no disueltas y estabilizantes. La misma debe tener un espesor mínimo de 10  $\mu\text{m}$  y ser suficientemente resistentes. A igual cantidad de aire incorporado, si las células de aire tienen menor tamaño habrá una mayor área superficial a cubrir por dicha capa, por lo

tanto la misma será más delgada y las células estarán más predispuestas a deformarse por la acción de los cristales de hielo. Si las burbujas de aire se unen entre sí y escapan de la matriz, el helado no puede mantener su forma y colapsa. Manteniendo las burbujas de aire finamente dispersas se impide que los cristales de hielo estén en contacto entre sí y aumenten su tamaño.

**Figura 2.5**

**Interacción glóbulos grasos – aire – hielo**

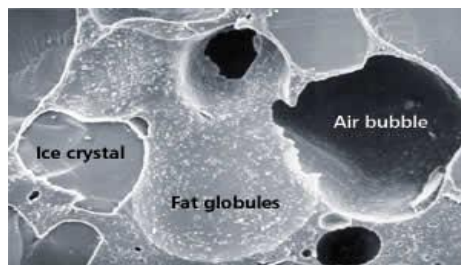


**Fuente:** mundohelado.com

Los glóbulos de grasa, en estado de parcial coalescencia, forman una estructura tridimensional capaz de rodear a las burbujas de aire y mantenerlas estables dentro del sistema (Figura 2.7). Si los glóbulos grasos se encuentran desestabilizados en exceso, la superficie de las gotas de aire no quedan totalmente cubiertas provocando menor estabilidad en el sistema. Otra porción de los glóbulos grasos se mantiene en la fase acuosa ayudando a reducir la velocidad de fusión del helado.

**Figura 2.6**

**Estructura del helado**

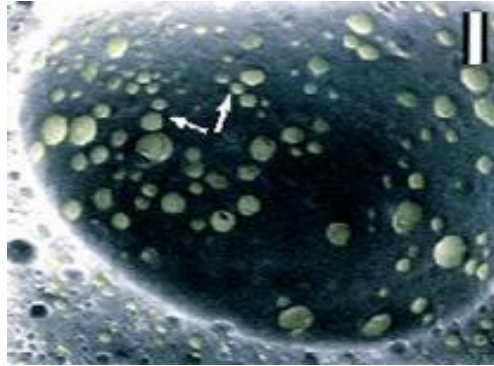


**Fuente:** mundohelado.com

La figura 2.7 muestra una imagen producida por cryo-SEM (microscopio electrónico de barrido, a baja temperatura) muestra una burbuja de aire (en relieve) rodeada por grasa aglomerada (azul) y gotas de grasa individuales (amarillo).

**Figura 2.7**

**Microestructura del helado**



**Fuente:** mundohelado.com

Una importante manifestación de la estructura del helado es la fusión. Cuando se coloca el helado a temperatura ambiente (de climas cálidos) ocurren dos fenómenos: la fusión de los cristales de hielo y el colapso de la estructura espumosa estabilizada por la grasa. La fusión del hielo depende de la temperatura y condiciones del ambiente (será más rápida a mayor temperatura y en un día ventoso, puesto que aumenta la velocidad de transferencia de calor). Sin embargo, incluso después de que los cristales de hielo hayan fundido, el helado "no funde" hasta tanto la espuma estabilizada por los glóbulos grasos no colapse. Esto último es función de la cantidad de grasa parcialmente desestabilizada, la cual puede controlarse con la concentración de emulsionantes.

La siguiente tabla muestra de manera ilustrativa la microestructura de 1 gramo de helado de composición típica.

**Tabla 2.3**  
**Microestructura del helado**

<b>Estructura</b>	<b>Número</b>	<b>Diámetro medio <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Área superficie (m<sup>2</sup>)</b>
Glóbulos grasos	$1.5 \times 10^{12}$	1	>1
Burbujas de aire	$8 \times 10^6$	70	0,1
Cristales de hielo	$8 \times 10^6$	50	0,1

**Fuente:** mundohelado.com

#### **2.18.4 ALMACENAMIENTO - VIDA ÚTIL**

La vida útil del helado depende ampliamente de las condiciones de almacenamiento del mismo. Lo importante es evitar fluctuaciones de temperatura durante su almacenamiento y distribución, además de lograr un adecuado proceso. Los cristales de hielo son relativamente inestables, pueden sufrir cambios de tamaño, número y forma en un proceso conocido como recristalización. Si la temperatura aumenta durante el almacenamiento, algunos de los cristales, particularmente los más pequeños, se fundirán y de esta manera aumentará la cantidad de agua no congelada. Por lo contrario, cuando la temperatura disminuya, el agua no congelada volverá a cristalizar pero no volverá a formar núcleos sino que se depositará en la superficie de los cristales más grandes, disminuyendo así el número total de cristales y aumentando el tamaño promedio de los mismos. La recristalización se puede minimizar manteniendo temperaturas bajas y constantes durante el almacenamiento del producto. Cuando la temperatura se mantiene entre -30 y -40°C (temperatura ideal), el helado puede permanecer estable por períodos casi indefinidos sin agrandamiento de los cristales de hielo. Cabe decir que la temperatura practicable estaría aproximadamente entre los -25 a -30 °C. Por encima de esa temperatura los cristales de hielo pueden crecer y las burbujas de aire pueden expandirse, limitando la vida útil del producto con las mismas características físicas que al comienzo del congelamiento.



El uso de estabilizantes, como la goma locust bean, goma guar, carboximetilcelulosa, alginato de sodio, carragenatos y xantán reducen o retardan el crecimiento cristalino de hielo y lactosa durante el almacenamiento. Además estabilizan la mezcla previniendo el desuerado y producen una espuma estable. El control de la recristalización por parte de los estabilizantes se atribuye a la reducción en la movilidad del agua debido a que ésta se encuentra atrapada en una estructura tridimensional. Experimentalmente se observa que los polisacáridos estabilizantes forman estructuras tipo gel alrededor de los cristales de hielo en presencia de proteínas de la leche. Los componentes proteicos son necesarios para formar y mejorar dichas estructuras. Cuando la temperatura aumenta se funde el agua de los cristales de hielo y esta agua fundida es retenida en las cercanías del cristal de hielo original gracias a la red molecular polisacárida. Esto permite que, al volver a disminuir la temperatura, el agua fundida tenga mayor tendencia a recristalizar en el mismo cristal original, dentro de la matriz del gel, en vez de migrar a la superficie de otro cristal de mayor tamaño.

## **2.19 DEFECTOS TÍPICOS EN LA TEXTURA**

La textura depende principalmente del número y tamaño de las partículas, su organización y su distribución; debe ser suave y producir una sensación agradable en la boca.

**Áspero:** Ocurre cuando los cristales de hielo han crecido hasta un nivel sensorial detectable. Los cristales se funden en la boca.

**Arenoso:** Se percibe como una contextura arenosa causada por el crecimiento de cristales de lactosa. Estos cristales no se funden en la boca.

**Esponjoso:** El producto es escamado y se rompe con facilidad. Este defecto es causado con un excesivo overrun, gran tamaño de células de aire o niveles inadecuados de estabilizantes.

**Gomoso:** Es de estructura compacta y apariencia pegajosa. Es causado por un overrun insuficiente, alta concentración de sólidos o demasiado estabilizante.

**Blando:** El helado se funde rápidamente en la boca. Las causas de este defecto son: bajo contenido de sólidos totales, alto overrun, inapropiado balance entre grasa y sólidos del suero, o inadecuado nivel de estabilizantes.

## **2.20 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO HELADO BATIDO DE YOGUR**

Frozen yogurts (traducción literal: yogur helado) es la expresión empleada en Estados Unidos y en los países anglosajones para designar el helado de yogur. En realidad, el yogur no es sino uno de los ingredientes de este tipo de producto. Y con justa razón, ya que la leche contiene aproximadamente un 88% de agua: congelado, el yogur sería hielo ácido con poco interés gustativo. Por este motivo, en términos de composición, el helado de yogur es mucho más parecido al helado que al yogur. Por lo que, en realidad lo que se hace es un helado, con todas las características técnicas que tiene el helado, se le agrega yogur que básicamente le da sabor, acidez, valor nutrimental, y aporta los beneficios propios del yogur.

### **2.20.1 MÉTODOS DE ELABORACIÓN**

Existen tres procedimientos para fabricar helado de yogur:

- El método indirecto: El yogur y el helado producidos separadamente se mezclan en sendos porcentajes del 30% y del 70%.
- La acidificación de la crema helada: La preparación por congelar se siembra con *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* para luego dejarla fermentar a 43° C durante un lapso que oscila entre 6 y 16 horas.
- El método adicional: Se añaden *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* a la preparación por congelar justo antes de la congelación: el producto no fermenta. Contiene efectivamente bacterias lácticas pero no yogur.

En la mayor parte de los países europeos, donde la mención “de yogur” sólo está autorizada si el yogur representa como mínimo el 30% del producto en términos de peso, un producto obtenido por el método adicional no podría llamarse helado de yogur. En cambio, en Estados Unidos, donde no existe ninguna norma al respecto, es llamado frozen yogurt.

## 2.20.2 REQUERIMIENTOS FISICOQUÍMICOS PARA EL HELADO DE YOGUR

Tabla 2.4

### Requerimientos fisicoquímicos para el helado de yogur

REQUISITO	VALOR
Grasa total, % m/m, mín.	1,5
Grasa láctea, % m/m, mín.	1,5
Sólidos totales, % m/m, mín.	25
Proteína láctea, % m/m, mín.	1,8
Acidez como ácido láctico, % m/m, mín.	0,25

**Fuente:** Norma Boliviana 33020

## 2.20.3 REQUERIMIENTOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL HELADO DE YOGUR

Tabla 2.5

### Requerimientos microbiológicos para el helado de yogur

REQUISITO	m
Bacterias aerobias mesófilos <sup>1</sup> UFC/g	10000
Coliformes UFC/g	100
Escherichia Coli UFC/g	<1
Estafilococos Aureus UFC/g	Ausencia
Salmonella spp/25g	0

**Fuente:** Norma Boliviana 33020

Donde:

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

Nota 1.- El recuento de microorganismos mesófilos no se realiza en el helado de yogur.

#### **2.20.4 VIDA UTIL DEL HELADO BATIDO DE YOGUR**

La vida útil de un alimento se puede definir como el periodo de tiempo durante el cual el producto inicial almacenado no sufre cambios o alteraciones por reacciones bioquímicas o microbianas, el tiempo de vida útil de un alimento se determina a través de las pruebas de estabilidad, estas pruebas tienen el objetivo de evaluar el comportamiento de los productos en desarrollo o tradicionales a los que se les ha hecho algún cambio en la formulación o en el proceso, durante un tiempo determinado y a diferentes temperaturas. Se tomó como referencia el tiempo de vida útil del helado batido de crema elaborado en PIL Tarija.

##### **2.20.4.1 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

- 6 meses a una temperatura inferior a 0°C.
- No romper la cadena de frío
- No exponer a temperatura ambiente el producto
- Mantener el envase cerrado
- Después de abierto el producto consumase en el menor tiempo posible.

#### **2.20.5 EFECTOS DE LA CONGELACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN DEL HELADO DE YOGUR**

Es sabido que una forma de conservar los fermentos lácticos es congelarlos muy rápidamente en nitrógeno líquido (-196° C) hasta alcanzar los -80° C, temperatura a la cual pueden ser congelados durante un período de entre seis meses y un año.

Cuando la disminución de temperatura es rápida, se conservan las estructuras bacterianas. Durante la fabricación de un helado de yogur, la congelación no se realiza en forma inmediata. Durante la congelación se enfría la mezcla a -7° C. La transformación en helado debe realizarse en el menor tiempo posible para evitar la formación de grandes cristales, que no sólo pueden resultar desagradables al ser consumidos, sino también alterar las bacterias poniendo en peligro su supervivencia.

En este caso, los helados de yogur pueden conservarse a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante un período de entre tres y seis meses: en esas condiciones, sus propiedades nutricionales y organolépticas no se modifican. Los fermentos lácticos utilizados son seleccionados, en principio, por las características que confieren (sabor, valor nutritivo) y por su capacidad de sobrevivir a las bajas temperaturas de congelación y de volver a un estado activo tras la descongelación.

### **3.1 DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL**

La parte experimental del presente trabajo se realizó en la Planta Industrializadora de Leche P.I.L. Tarija S.A. ubicada en la ciudad de Tarija, provincia Cercado, carretera a Bermejo kilómetro 2.

### **3.2 EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO**

Para el desarrollo del diseño experimental del presente trabajo se utilizaron diferentes materiales y equipos, que se detallan a continuación.

#### **3.2.1 EQUIPOS DE PROCESO**

A continuación se muestran los equipos utilizados para la elaboración del helado batido de yogur sabor mora.

##### **a) Balanza analítica**

La balanza analítica tiene las siguientes características.

- Marca: OHAUS
- Máxima capacidad: 310 gramos.
- Precisión: 0,001
- Línea de voltaje: 8 – 14 V 50/60 Hz 6W

##### **b) Balanza**

La balanza utilizada tiene las siguientes características:

- Marca: OHAUS
- Máxima capacidad: 6000 gramos.
- Precisión: 1

##### **c) Baño maría**

El equipo, provisto de baño maría, utilizado para el proceso de pasteurización y fermentación tiene las siguientes características:

- Industria: Americana
- Tipo: 101 – A – 923

- Voltaje: 380 V
- Rango: Máximo 100°C m.s.n.m.
- Potencia: 1 HP

#### **d) Licuadora**

La licuadora utilizada para el proceso de mezclado y homogenización tiene las siguientes características:

- Marca: Philips
- Industria: Brasileira
- Línea de voltaje: 220 – 240 V 50 – 60 Hz

#### **e) Batidora de helados**

La batidora de helados es el equipo utilizado para producir el producto final, tiene las siguientes características.

- Industria: Brasileira
- Línea de voltaje: 220 V / 25 A / 3,9 Kw
- Capacidad: 5 litros
- Gas: R404 1,2 Kg

#### **f) Freezer**

El Freezer utilizado para la conservación de los productos intermedios y el producto final tiene las siguientes características:

- Volumen: 546 litros
- Tensión: 220 V
- Clase: Tropical
- Gas: R134a 0,27 kilogramos
- Agente expansor: cicloisopentano

### **3.2.2 MATERIAL DE LABORATORIO**

En la tabla 3.1 se muestran los materiales utilizados en la parte experimental.

**Tabla 3.1**

**Material utilizado en el proceso de elaboración**

<b>MATERIAL</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>
Pipeta	10 ml	1	Vidrio
Espátula	----	1	Acero inoxidable
Vasos de fermentación	5000 ml	4	Acero inoxidable
Jarra graduada	1000 ml	1	Plástico
Vaso con tapa	1000 ml	15	Plástico
Vaso con tapa	120 ml	100	Plástico
Cuchara	----	1	Acero inoxidable
Cuchillo	----	1	Acero inoxidable
Colador	----	1	Plástico
Bochera	---	1	Acero inoxidable

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.2.3 INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

#### **a) Termómetro**

A continuación se detallan las características del termómetro que se usó para realizar las mediciones de temperatura de los distintos procesos.

- Marca: SANAI LAB
- Rango: -10°C a 100°C
- Termómetro líquido orgánico

#### **b) Refractómetro**

Este instrumento es utilizado para medir los sólidos solubles de la materia prima, productos intermedios y producto final.

- Marca: Atago
- Rango: 0 – 30° Brix
- Industria: Japonesa



### 3.3 REACTIVOS E INSUMOS

Los reactivos e insumos utilizados en la elaboración del producto se detallan a continuación.

#### 3.3.1 REACTIVOS

**Tabla 3.2**

**Reactivos utilizados en la elaboración del producto**

REACTIVO	CANTIDAD	CONCENTRACION
Fenolftaleína	50 ml	1%
Hidróxido de Sodio	50 ml	0,1 N
Alcohol etílico	20 ml	74%
California Mastitis Test	20 ml	---

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.3.2 INSUMOS

Los insumos que se usaron en la elaboración del producto se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3**

**Insumos utilizados en la elaboración del producto**

INSUMO	DESCRIPCION	ORIGEN
Leche	Líquido	Tarija
Azúcar	Granulado	Bermejo
Glucosa	Sólido en polvo	Argentina
Leche en polvo	Sólido en polvo	Tarija
Crema de leche	Líquido	Tarija
Estabilizante - Emulsificante	Sólido en polvo	Europa
Cultivo lácteo	Liofilizado	Europa
Saborizante – colorante	Líquido	Chile

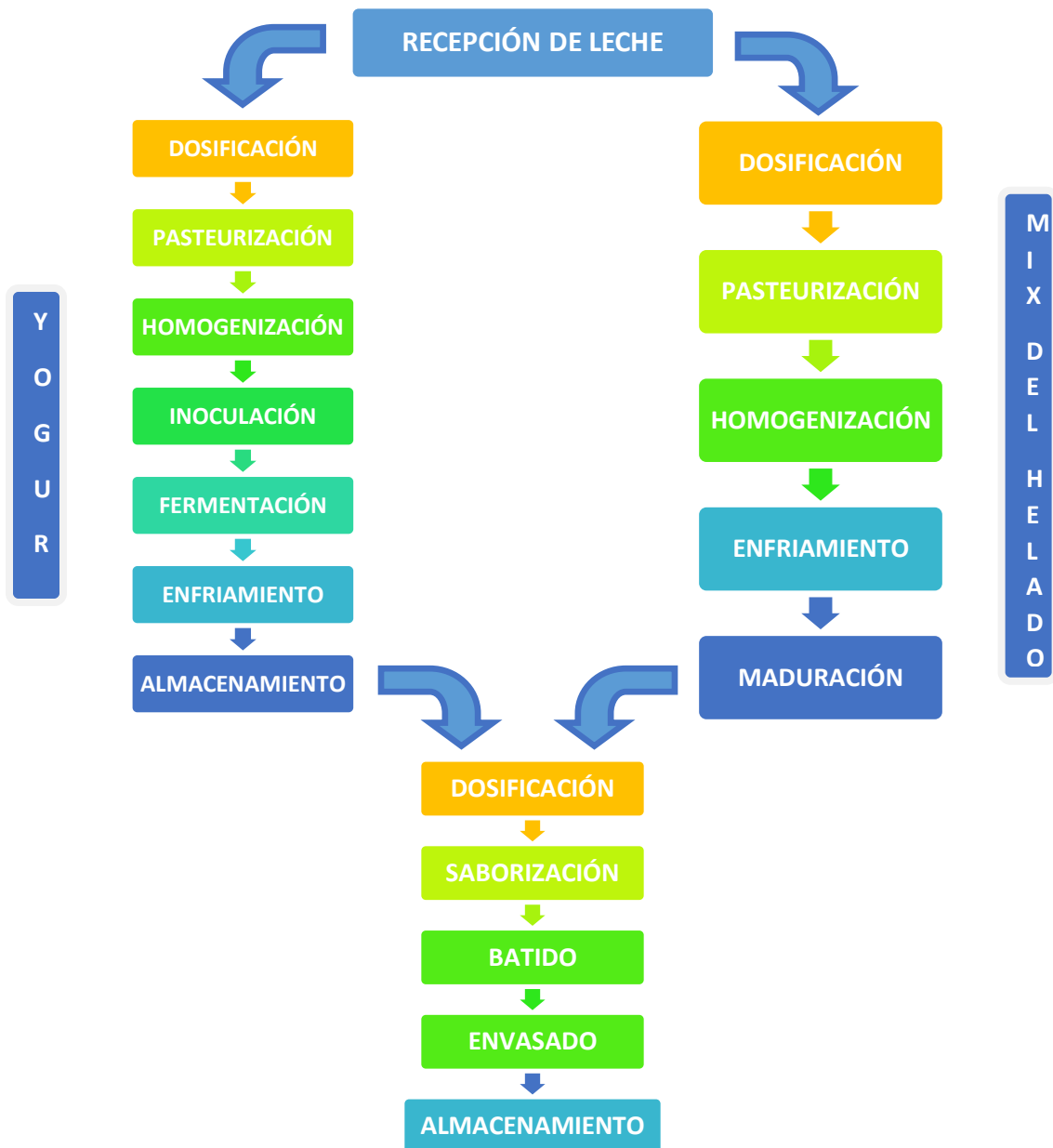
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4 DIAGRAMA DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HELADO BATIDO DE YOGUR

En la figura 3.1 se muestra el diagrama del proceso.

Figura 3.1

Diagrama del proceso de elaboración del helado batido de yogur sabor mora



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

- **RECEPCIÓN DE LECHE:** La leche antes de ser recepcionada pasa por la prueba de alcohol que se realiza con la pistola si luego de una segunda prueba persiste la alta acidez se recurre a la titulación. La leche que reúne las condiciones es recepcionada y pesada. Se estandariza la leche, de acuerdo al contenido de grasa inicial, sacando la crema pasando está a través de una centrifuga en donde además se eliminan impurezas.

### ELABORACIÓN DEL YOGUR:

- **DOSIFICACIÓN:** La dosificación de los componentes se realiza en base a la cantidad de leche.
- **HOMOGENIZACIÓN:** La mezcla se homogeniza con el objetivo de uniformar todas las partículas de la misma de manera que esta sea un producto más estable.
- **PASTEURIZACIÓN:** Se realiza la pasteurización de la mezcla a 85°C por 15 minutos.
- **INOCULACIÓN:** La mezcla es atemperada a 43-44°C para poder realizar la inoculación. La temperatura óptima para el desarrollo de los cultivos lácticos está entre 43-44°C. La inoculación se realiza con cultivos liofilizados. La agitación es muy importante debido a que permite la disolución de los cultivos liofilizados.
- **FERMENTACIÓN:** El proceso de fermentación dura aproximadamente 3-4 horas y se controla midiendo la acidez cada cierto tiempo. La acidez sube de manera progresiva y se va formando coagulo como consecuencia.
- **ENFRIAMIENTO:** El objetivo del enfriamiento es detener la fermentación de manera lenta consiguiendo así que siga subiendo la acidez pero que no se dispare, el batido acompaña al enfriamiento.
- **ALMACENAMIENTO:** El yogur debe alcanzar los 25°C para poder almacenarlo en cámaras de frio a una temperatura que oscila entre 2 y 5°C.

## **ELABORACIÓN DEL MIX DEL HELADO**

- **DOSIFICACIÓN:** La dosificación de los componentes se realiza en base a la cantidad de leche.
- **HOMOGENIZACIÓN:** La mezcla se homogeniza con el objetivo de uniformar todas las partículas de la misma de manera que esta sea un producto más estable.
- **PASTEURIZACIÓN:** Se realiza la pasteurización de la mezcla a 85°C por 15 minutos.
- **ENFRIAMIENTO:** Se realiza el enfriamiento del mix hasta los 25°C para proceder a la maduración.
- **MADURACIÓN:** La maduración tiene una duración de 24 horas en donde la mezcla sufre diferentes cambios fisicoquímicos que le dan las características al producto final.

## **ELABORACIÓN DEL HELADO BATIDO DE YOGUR**

- **DOSIFICACIÓN:** El yogur y el mix del helado producidos separadamente se mezclan en sendos porcentajes.
- **SABORIZACIÓN:** Se procede a saborizar la mezcla en la dosis adecuada.
- **BATIDO:** El batido se realiza en un equipo especial para ello, tiene una duración de 10 minutos a una temperatura de -6°C.
- **ENVASADO Y ALMACENAMIENTO:** El envasado se realiza en vasos plásticos con tapa y se procede a su almacenamiento en cámaras de frío a temperaturas menores a 0°C.

### **3.5 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Para la caracterización de la materia prima, se determinaron los parámetros presentados a continuación.

#### **3.5.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA**

Los análisis de los productos intermedios que forman parte del helado batido de yogur se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

En las tablas 3.4 y 3.5 se detallan los análisis, métodos y normas.

**Tabla 3.4**

**Análisis fisicoquímicos de la mezcla de helado**

INDICADORES	UNIDADES	MÉTODOS	NORMAS
Acidez	%	Volumétrico	NB 229-98
pH	%	Potenciometrico	SM 4500-H-B
Materia grasa	%	Gravimétrico	NB 228-98
Solidos no grasos	%	Cálculo	NB 706-98
Solidos totales	%	Gravimétrico	NB 706-98

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

SM= Standard Methods

**Tabla 3.5**

**Análisis fisicoquímicos del yogur**

INDICADORES	UNIDADES	MÉTODOS	NORMAS
Acidez	%	Volumétrico	NB 229-98
pH	%	Potenciometrico	SM 4500-H-B

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

SM= Standard Methods

**3.5.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA**

Los análisis de los productos intermedios que forman parte del helado de yogur se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

En las tablas 3.6 y 3.7 se detallan los análisis, métodos y normas.

**Tabla 3.6**

**Análisis microbiológicos de la mezcla de helado**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>NORMAS</b>
Coliformes totales	UFC/g	Recuento en placas	NB 32005
Escherichia Coli	UFC/g	Recuento en placas	NB 32005

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

**Tabla 3.7**

**Análisis microbiológicos del yogur**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>NORMAS</b>
Coliformes totales	UFC/g	Recuento en placas	NB 32005
Escherichia Coli	UFC/g	Recuento en placas	NB 32005

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

### **3.6 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO**

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de elaboración de helado batido de yogur se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

#### **3.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

### 3.6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE ELABORACIÓN DEL YOGUR

Para la realización del diseño experimental se tomará en cuenta la etapa de elaboración del yogur, el cual es base para el helado a ser elaborado, se optará por tomar en cuenta dos factores: azúcar y tiempo de fermentación.

El diseño experimental a utilizar en esta etapa será el diseño factorial de  $2^k$  como muestra la siguiente ecuación:

$$2^k$$

Dónde:

2 = Número de niveles

k = Número de variables

Por lo que en la ecuación se tomara en cuenta dos factores, los cuales se muestran a continuación:

Azúcar (AZ) = 2 niveles

Tiempo (T) = 2 niveles

Por tanto la ecuación será la siguiente:

$$2^2 = 2*2 = 4 \text{ tratamientos}$$

Los niveles de variación de las variables se detallan en la tabla 3.8

**Tabla 3.8****Niveles de variación de las variables en el yogur**

<b>VARIABLES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>NIVEL INFERIOR (1)</b>	<b>NIVEL SUPERIOR (2)</b>
Azúcar (AZ)	gramos	400	500
Tiempo (T)	horas	3	4

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 3.9 Se muestra la matriz experimental para la elaboración de yogur base para elaborar helado batido de yogur.

**Tabla 3.9****Diseño experimental para la elaboración del yogur**

<b>N° DE TRATAMIENTOS</b>	<b>AZ</b>	<b>T</b>	<b>REPLICA I</b>	<b>REPLICA II</b>
1	AZ <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	AZ <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	AZ <sub>1</sub> T <sub>1</sub>
2		T <sub>2</sub>	AZ <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	AZ <sub>1</sub> T <sub>2</sub>
3	AZ <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	AZ <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	AZ <sub>2</sub> T <sub>1</sub>
4		T <sub>2</sub>	AZ <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	AZ <sub>2</sub> T <sub>2</sub>

**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla 3.10**

**Matriz experimental para la elaboración del yogur**

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTOS	FACTORES		INTERACCIÓN	RESPUESTAS
		AZ	T	AZ T	Y <sub>i</sub>
1	1	-	-	+	Y <sub>1</sub>
2	a	+	-	-	Y <sub>2</sub>
3	b	-	+	-	Y <sub>3</sub>
4	ab	+	+	+	Y <sub>4</sub>

Fuente: Elaboración propia

Y<sub>i</sub> = Acidez

### 3.6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL MIX DEL HELADO

Para la realización del diseño experimental se tomará en cuenta la etapa de elaboración del mix o mezcla del helado, se optará por tomar en cuenta dos factores: estabilizante y crema de leche.

El diseño experimental a utilizar en esta etapa será el diseño factorial de  $2^k$  como muestra la siguiente ecuación:

$$2^k$$

Dónde:

2 = Número de niveles

k = Número de variables

Por lo que en la ecuación se tomara en cuenta dos factores, los cuales se muestran a continuación:

Crema de leche (CL) = 2 niveles

Estabilizante (ES) = 2 niveles

Por tanto la ecuación será la siguiente:

$$2^2 = 2*2 = 4 \text{ tratamientos}$$

Los niveles de variación de las variables se detallan en la tabla 3.11.

**Tabla 3.11**

**Niveles de variación de las variables en el mix del helado**

<b>VARIABLES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>NIVEL INFERIOR (1)</b>	<b>NIVEL SUPERIOR (2)</b>
Estabilizante (ES)	gramos	20	25
Crema de leche (CR)	gramos	400	450

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 3.12 se muestra la matriz experimental para la elaboración de yogur base para elaborar helado batido de yogur.

**Tabla 3.12**

**Diseño experimental para la elaboración del mix del helado**

<b>Nº DE TRATAMIENTOS</b>	<b>ES</b>	<b>CR</b>	<b>REPLICA I</b>	<b>REPLICA II</b>
1	ES <sub>1</sub>	CR <sub>1</sub>	ES <sub>1</sub> CR <sub>1</sub>	ES <sub>1</sub> CR <sub>1</sub>
2		CR <sub>2</sub>	ES <sub>1</sub> CR <sub>2</sub>	ES <sub>1</sub> CR <sub>2</sub>
3	ES <sub>2</sub>	CR <sub>1</sub>	ES <sub>2</sub> CR <sub>1</sub>	ES <sub>2</sub> CR <sub>1</sub>
4		CR <sub>2</sub>	ES <sub>2</sub> CR <sub>2</sub>	ES <sub>2</sub> CR <sub>2</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 3.13**

**Matriz experimental para la elaboración del mix del helado**

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTOS	FACTORES		INTERACCIÓN	RESPUESTAS
		ES	CR	ES CR	$Y_i$
1	1	-	-	+	$Y_1$
2	a	+	-	-	$Y_2$
3	b	-	+	-	$Y_3$
4	ab	+	+	+	$Y_4$

**Fuente:** Elaboración propia

$Y_i$  = Densidad

$Y_i$  = Grados Brix

$Y_i$  = Materia grasa

$Y_i$  = Sólidos no grasos

### **3.6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL HELADO**

Para la realización del diseño experimental se tomará en cuenta la etapa de mezclado B, se optará por tomar en cuenta dos factores: porcentaje de yogur y colorante-saborizante.

El diseño experimental a utilizar en esta etapa será el diseño factorial de  $2^k$  como muestra la siguiente ecuación:

$$2^k$$

Dónde:

2 = Número de niveles

k = Número de variables

Por lo que en la ecuación se tomara en cuenta dos factores, los cuales se muestran a continuación:

Porcentaje de yogur (PY) = 2 niveles

Colorante-Saborizante (CS) = 2 niveles

Por tanto la ecuación será la siguiente:

$$2^2 = 2*2 = 4 \text{ tratamientos}$$

Los niveles de variación de las variables se detallan en la tabla 3.14.

**Tabla 3.14**  
**Niveles de variación de las variables en el yogur**

<b>VARIABLES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>NIVEL INFERIOR (1)</b>	<b>NIVEL SUPERIOR (2)</b>
Porcentaje de yogur (PY)	%	30	40
Colorante-Saborizante (CS)	ml	7	9

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 3.15 se muestra la matriz experimental para la elaboración de yogur base para elaborar helado batido de yogur.

**Tabla 3.15**

**Diseño experimental para la elaboración del helado batido de yogur**

Nº DE TRATAMIENTOS	PY	CS	REPLICA I	REPLICA II
1	PY <sub>1</sub>	CS <sub>1</sub>	PY <sub>1</sub> CS <sub>1</sub>	PY <sub>1</sub> CS <sub>1</sub>
2		CS <sub>2</sub>	PY <sub>1</sub> CS <sub>2</sub>	PY <sub>1</sub> CS <sub>2</sub>
3	PY <sub>2</sub>	CS <sub>1</sub>	PY <sub>2</sub> CS <sub>1</sub>	PY <sub>2</sub> CS <sub>1</sub>
4		CS <sub>2</sub>	PY <sub>2</sub> CS <sub>2</sub>	PY <sub>2</sub> CS <sub>2</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 3.16**

**Matriz experimental para la elaboración del helado batido de yogur**

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTOS	FACTORES		INTERACCIÓN	RESPUESTAS
		PY	CS	PY CS	Y <sub>i</sub>
1	1	-	-	+	Y <sub>1</sub>
2	a	+	-	-	Y <sub>2</sub>
3	b	-	+	-	Y <sub>3</sub>
4	ab	+	+	+	Y <sub>4</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

$$Y_i = \text{Overrum}$$

### 3.6.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

La Evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar "normalizado" con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la

comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc.

#### **3.6.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO DE YOGUR SABOR MORA**

Se realizara una evaluación sensorial de las muestras de helado batido de yogur sabor mora para identificar el agrado o desagrado mediante el test de escala hedónica con 20 jueces no entrenados, esta prueba se realizará en la Planta Industrializadora de Leche (PIL Tarija) y en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

#### **3.6.5.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA COMPARAR EL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRON**

Se realizará una evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón mediante el test de escala hedónica con 15 jueces no entrenados, esta prueba se realizará en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

#### **3.6.5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA DETERMINACION DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL**

Para saber la aceptación del producto final, se realizará una evaluación sensorial para identificar el agrado o desagrado mediante el test de escala hedónica con 15 jueces no entrenados, esta prueba se realizará en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

### **3.7 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

Los análisis del producto final se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).

#### **3.7.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL**

En la tabla 3.17 se detallan los análisis, métodos y normas.

**Tabla 3.17****Análisis fisicoquímicos del producto final**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>NORMAS</b>
Acidez	%	Volumétrico	NB 229-98
pH	%	Potenciométrico	SM 4500-H-B
Materia grasa	%	Gravimétrico	NB 312027-2006
Proteínas totales	%	Gravimétrico	NB 466-81
Carbohidratos	%	Cálculo	Cálculo
Calcio	mg/100g	Absorción atómica	SM 3500-CaB
Hierro	mg/100g	Absorción atómica	SM 3500-FeB
Fósforo	mg/100g	Absorción atómica	SM 4500-P-D
Sólidos totales	%	Gravimétrico	NB 706-98
Sólidos no grasos	%	Cálculo	NB 706-98
Fibra	%	---	M.T. CEANID
Humedad	%	---	NB 074-2000
Valor energético	Kcal/100g	Cálculo	Cálculo

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

SM= Standard Methods

### 3.7.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

En las tablas 3.18 se detallan los análisis, métodos y normas.

**Tabla 3.18**

#### **Análisis microbiológico del producto final**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>NORMAS</b>
Coliformes Totales	UFC/gr	Recuento en placas	NB 32005
Escherichia Coli	UFC/gr	Recuento en placas	NB 32005
Baterías Aerobias Mesófilas	UFC/gr	Recuento en placas	NB 32003
Salmonella	p/a/25gr	Recuento en placas	NB 32007
Estafilococos Aureus	UFC/gr	Recuento en placas	NB 32004

**Fuente:** CEANID

Dónde: NB = Norma Boliviana

SM= Standard Methods



#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

Las características de los insumos, materia prima y productos intermedios se describen a continuación.

##### 4.1.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

- **LECHE ENTERA FLUIDA**

En la tabla 4.1 se muestra la composición nutricional de la leche entera fluida, por cada 100 ml de producto.

**Tabla 4.1**

**Composición nutricional de la leche entera fluida**

INDICADORES	UNIDADES	VALORES
Valor energético	Kcal	67,5
Materia grasa	g	2,8
Proteínas	g	3,4
Carbohidratos	g	4,7
Calcio	mg	119,00
Fósforo	mg	94,00
Potasio	mg	152,00
Vitamina A	U.I.	148,00
Vitamina C	mg	1,5
Vitamina D	U.I.	1,2
Vitamina E	U.I.	0,13

**Fuente:** Leche entera pasteurizada, PIL Tarija

- **CREMA DE LECHE**

En la tabla 4.2 se muestra la composición nutricional de la crema de leche, por cada 100 ml de producto.

**Tabla 4.2**

**Composición nutricional de la crema de leche pasteurizada**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALORES</b>
Valor energético	Kcal	369
Proteínas	g	1,90
Materia grasa	g	40
Carbohidratos	g	3,00
Cenizas	g	0,81
Calcio	mg	61,00

**Fuente:** Crema de Leche pasteurizada, PIL Tarija

- **LECHE ENTERA EN POLVO**

En la tabla 4.3 se muestra la composición nutricional de la leche entera en polvo, por cada 100 gr de producto.

**Tabla 4.3**

**Composición nutricional de la leche entera en polvo**

<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALORES</b>
Valor energético	Kcal	458,00
Materia grasa	g	27,48
Proteínas	g	22,95
Carbohidratos	g	52,24
Calcio	g	821,17
Fósforo	mg	701,46
Hierro	mg	1,57
Vitamina A	µg	52,22
Vitamina C	mg	38,00
Vitamina D	µg	12,00
Sales minerales	g	6,26

**Fuente:** Leche entera en polvo, PIL Tarija

- **AZÚCAR**

En la tabla 4.4 se muestra la composición nutricional del azúcar, por cada 100 gr de producto.

**Tabla 4.4**  
**Composición nutricional del azúcar**

INDICADORES	UNIDADES	VALORES
Calorías	Kcal	399
Lípidos	g	0
Colesterol	mg	0
Sodio	mg	0,30
Carbohidratos	g	99,80
Fibra	g	0
Azúcares	g	99,80
Proteínas	g	0
Vitamina A	µg	0
Vitamina B12	µg	0
Hierro	mg	0,29
Calcio	mg	0,6
Vitamina C	mg	0
Vitamina B3	mg	0

**Fuente:** alimento.org.es

- **GLUCOSA**

En la tabla 4.5 se muestra la composición nutricional de la glucosa, por cada 100 gr de producto.

**Tabla 4.5****Composición nutricional de la glucosa**

INDICADORES	UNIDADES	VALORES
Valor energético	Kcal	386
Carbohidratos	g	99.8
Proteínas	g	0
Lípidos	g	0
Sodio	mg	1
Fibra	g	0

Fuente: vitalimentos.es

- **ESTABILIZANTE – EMULSIFICANTE**

En la tabla 4.6 se muestra la composición nutricional del Emulsificante- estabilizante, por cada 100 gr de producto.

**Tabla 4.6****Composición nutricional del estabilizante – emulsificante**

INDICADORES	UNIDADES	VALORES
Valor energético	Kcal	0
Lípidos	g	0
Sodio	g	7,5
Calcio	mg	5
Hierro	mg	1
Carbohidratos	g	0
Fibra	g	85
Proteína	g	0
Vitaminas	g	0
Humedad	g	7,5

Fuente: guinama.com

- **CULTIVO LÁCTEO**

En la tabla 4.7 se muestran las características del cultivo lácteo utilizado en la elaboración del yogur.

**Tabla 4.7**

**Características del cultivo lácteo**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Cultivo Thermophilus liofilizado
<b>TAXONOMÍA</b>	Lactobacilus Delbrueckii subsp. bulgaricus Streptococcus thermophilus
<b>COLOR</b>	Grisáceo a rojizo o ligeramente marrón
<b>FORMA</b>	Granulada
<b>CONSERVACIÓN</b>	< -18 °C / < 0 °F

**Fuente:** chr-hansen.com

- **COLORANTE – SABORIZANTE**

En la tabla 4.8 se muestra las características del colorante – saborizante.

**Tabla 4.8**

**Características del Colorante – Saborizante**

<b>AZUL BRILLANTE</b>	Código: E 133
<b>ROJO COCHINILLA</b>	Código: E 120ii
<b>AROMA Y SABOR MORA</b>	Idéntico al natural
<b>DOSIS</b>	2 gr/L

**Fuente:** aditivos-alimentarios.com

#### **4.1.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE PRODUCTOS INTERMEDIOS**

En las tablas 4.9 y 4.10 se muestran los resultados obtenidos (ANEXO A) de los análisis fisicoquímicos de los productos intermedios.

**Tabla 4.9**

**Propiedades fisicoquímicas de la mezcla de helado**

<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDADES</b>
Acidez	0,18	%
pH	6,34	%
Materia grasa	4,94	%
Solidos no grasos	28,87	%
Solidos totales	33,81	%

**Fuente:** CEANID

**Tabla 4.10**

**Propiedades fisicoquímicas del yogur**

<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDADES</b>
Acidez	0,68	%
pH	4,55	%

**Fuente:** CEANID

**4.1.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTOS INTERMEDIOS**

En las tablas 4.11 y 4.12 se muestran los resultados obtenidos (ANEXO A) de los análisis microbiológicos de los productos intermedios.

**Tabla 4.11**

**Propiedades microbiológicas de la mezcla de helado**

<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDADES</b>
Coliformes totales	<10	UFC/g
Escherichia Coli	<10	UFC/g

**Fuente:** CEANID

**Tabla 4.12****Propiedades microbiológicas del yogur**

INDICADORES	VALORES	UNIDADES
Coliformes totales	<10	UFC/g
Escherichia Coli	<10	UFC/g

**Fuente:** CEANID

**4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental tiene como objetivo determinar las variables más significativas en los procesos de elaboración del yogur, elaboración de la mezcla del helado y el proceso de batido del helado de yogur sabor mora.

**4.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE ELABORACIÓN DEL YOGUR**

El diseño experimental en esta etapa pretende determinar las variables (azúcar y tiempo de fermentación) para el proceso de elaboración del yogur, se tomó en cuenta la tabla 3.10 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta se tomó en cuenta la acidez en grados Dornic. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.13.

**Tabla 4.13****Diseño experimental en la elaboración del yogur**

CORRIDAS	AZ	T	REPLICA Y <sub>1</sub>	REPLICA Y <sub>2</sub>	Y <sub>i</sub>	Ȳ
<b>1</b>	80	3	62	61	123	61,50
<b>AZ</b>	100	3	62	60	122	61,00
<b>T</b>	80	4	64	65	129	64,50
<b>AZ T</b>	100	4	66	66	132	66,00

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

**AZ** = Azúcar (gr)

**T** = Tiempo (h)

**Y** = Acidez (°Dornic)

Con los resultados obtenidos en la tabla 4.13 se procede a construir la tabla 4.14 de análisis de varianza para las variables del proceso de elaboración del yogur para la acidez de un diseño experimental de  $2^2$  extraído del anexo D.

**Tabla 4.14**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración de yogur**

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	F CALCULADO	F TABULADO	INFLUENCIA
<b>Total</b>	37,50	7				
<b>Factor a</b>	0,50	1	0,50	0,67	7,709	NO
<b>Factor b</b>	32	1	32	42,67	7,709	SI
<b>Interacción ab</b>	2	1	2	2,67	7,709	NO
<b>Error</b>	3	4	0,75			

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.14, el factor tiempo (T) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de acidez en el proceso de elaboración de yogur, mientras no son significativos el factor azúcar (AZ) y la interacción (AZ T) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se procede a recurrir a la prueba de Duncan.

En la tabla 4.15 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo D.



**Tabla 4.15****Análisis de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS DE LOS VALORES	EFFECTOS
MA - MB	$66 - 64,50 = 1,50 < 3,028$	No hay diferencia significativa
MA - MC	$66 - 61,50 = 4,50 > 3,148$	Si hay diferencia significativa
MA - MD	$66 - 61 = 5 > 3,219$	Si hay diferencia significativa
MB - MC	$64,50 - 61,50 = 3 < 3,028$	No hay diferencia significativa
MB - MD	$64,50 - 61 = 3,50 > 3,148$	Si hay diferencia significativa
MC - MD	$61,50 - 61 = 0,50 < 3,219$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.15 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MC, MA – MD, MB – MD) que son significativas en comparación con las muestras (MA – MB, MB – MC, MC – MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor porcentaje de acidez y siendo esta variable importante para el proceso, se tomó la muestra MA (ab) como la mejor opción.

#### **4.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL MIX DEL HELADO**

El diseño experimental en esta etapa pretende determinar las variables (crema de leche y estabilizante-emulsificante) para el proceso de elaboración del mix del helado, se tomó en cuenta la tabla 3.13 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta se tomó en cuenta grados Brix, materia grasa, sólidos no grasos y densidad.

##### **4.2.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR VARIABLE GRADOS BRUX**

Los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.16.

**Tabla 4.16**

**Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable grados Brix**

<b>CORRIDAS</b>	<b>ES</b>	<b>CR</b>	<b>REPLICA Y<sub>1</sub></b>	<b>REPLICA Y<sub>2</sub></b>	<b>Y<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	4	80	28	28	56
<b>ES</b>	5	80	28	30	58
<b>CR</b>	4	90	27	28	55
<b>ES CR</b>	5	90	28	28	56

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

**ES** = Estabilizante (gr)

**CR** = Crema (gr)

**Y** = Grados Brix

**Tabla 4.17**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>MEDIA DE CUADRADOS</b>	<b>F CALCULADO</b>	<b>F TABULADO</b>	<b>INFLUENCIA</b>
<b>Total</b>	4,87	7				
<b>Factor a</b>	1,13	1	1,13	1,82	7,709	NO
<b>Factor b</b>	1,13	1	1,13	1,82	7,709	NO
<b>Interacción ab</b>	0,13	1	0,13	0,20	7,709	NO
<b>Error</b>	2,48	4	0,62			

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.17, los factores: estabilizante (ES), crema de leche (CR) y la interacción ES CR no son variables significativas que afectan el porcentaje de grados Brix en la elaboración del mix del helado para un límite de confianza del 95%.

#### 4.2.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR VARIABLE MATERIA GRASA

En la tabla 4.18 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4.18**

**Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable materia grasa**

<b>CORRIDAS</b>	<b>ES</b>	<b>CR</b>	<b>REPLICA Y<sub>1</sub></b>	<b>REPLICA Y<sub>2</sub></b>	<b>Y<sub>i</sub></b>	<b>Ȳ</b>
<b>1</b>	4	80	6,30	6,10	12,40	6,20
<b>ES</b>	5	80	6,60	6,50	13,10	6,55
<b>CR</b>	4	90	6,60	6,70	13,30	6,65
<b>ES CR</b>	5	90	6,80	6,90	13,70	6,85

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**ES** = Estabilizante (gr)

**CR** = Crema (gr)

**Y** = Materia Grasa (%)

**Tabla 4.19**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>MEDIA DE CUADRADOS</b>	<b>F CALCULADO</b>	<b>F TABULADO</b>	<b>INFLUENCIA</b>
<b>Total</b>	0,48	7				
<b>Factor a</b>	0,15	1	0,15	15	7,709	SI
<b>Factor b</b>	0,28	1	0,28	28	7,709	SI
<b>Interacción ab</b>	0,01	1	0,01	1	7,709	NO
<b>Error</b>	0,04	4	0,01			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.19, el factor crema de leche (CR) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de materia grasa en la elaboración del mix del helado, mientras no son significativos el factor estabilizante (ES) y la interacción (ES CR) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se recurre a la prueba de Duncan.

En la tabla 4.20 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo D.

**Tabla 4.20**  
**Análisis de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS DE LOS VALORES	EFFECTOS
MA - MB	$6,85 - 6,65 = 0,20 < 0,346$	No hay diferencia significativa
MA - MC	$6,85 - 6,55 = 0,30 < 0,360$	Si hay diferencia significativa
MA - MD	$6,85 - 6,20 = 0,65 > 0,368$	Si hay diferencia significativa
MB - MC	$6,65 - 6,55 = 0,10 < 0,346$	Si hay diferencia significativa
MB - MD	$6,65 - 6,20 = 0,45 > 0,360$	Si hay diferencia significativa
MC - MD	$6,55 - 6,20 = 0,35 < 0,368$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.20 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MD, MB – MD) que son significativas en comparación con las muestras (MA – MB, MA – MC, MB – MC, MC – MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor porcentaje de materia grasa y siendo esta variable importante para el proceso, se tomó la muestra MA (ab) como la mejor opción.

#### **4.2.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR VARIABLE DENSIDAD**

En la tabla 4.21 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4.21**

**Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable densidad**

<b>CORRIDAS</b>	<b>ES</b>	<b>CR</b>	<b>REPLICA Y<sub>1</sub></b>	<b>REPLICA Y<sub>2</sub></b>	<b>Y<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	4	80	1,11	1,10	2,21
<b>ES</b>	5	80	1,12	1,11	2,23
<b>CR</b>	4	90	1,10	1,11	2,21
<b>ES CR</b>	5	90	1,12	1,13	2,25

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

**ES** = Estabilizante (gr)

**CR** = Crema (gr)

**Y** = Densidad (gr/ml)

**Tabla 4.22**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>MEDIA DE CUADRADOS</b>	<b>F CALCULADO</b>	<b>F TABULADO</b>	<b>INFLUENCIA</b>
Total	0,001	7				
Factor a	0,00045	1	0,00045	4,00	7,709	NO
Factor b	0,00005	1	0,00005	0,44	7,709	NO
Interacción ab	0,00005	1	0,00005	0,44	7,709	NO
Error	0,00045	4	0,0001125			

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.22, los factores: estabilizante (ES), crema de leche (CR) y la interacción (ES CR) no son variables significativas que afectan en la densidad en la elaboración del mix del helado para un límite de confianza del 95%.

#### 4.2.2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL YOGUR VARIABLE SÓLIDOS NO GRASOS

En la tabla 4.23 se muestran los resultados.

**Tabla 4.23**

**Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable sólidos no grasos**

CORRIDAS	ES	CR	REPLICA Y <sub>1</sub>	REPLICA Y <sub>2</sub>	Y <sub>i</sub>	Ȳ
1	4	80	29,38	26,84	56,22	28,11
ES	5	80	31,94	29,42	61,36	30,68
CR	4	90	26,94	29,46	56,40	28,20
ES CR	5	90	31,98	34,50	66,48	33,24

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

ES = Estabilizante (gr)      CR = Crema (gr)      Y = SNG (%)

**Tabla 4.24**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado**

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	F CALCULADO	F TABULADO	INFLUENCIA
<b>Total</b>	48,27	7				
<b>Factor a</b>	28,95	1	28,95	9,08	7,709	SI
<b>Factor b</b>	3,51	1	3,51	1,10	7,709	NO
<b>Interacción ab</b>	3,05	1	3,05	0,96	7,709	NO
<b>Error</b>	12,76	4	3,19			

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.24, el factor estabilizante (ES) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de sólidos no grasos en la elaboración del mix del helado, mientras no son significativos el factor crema de leche (CR) y la interacción (ES CR) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se recurre a la prueba de Duncan.

En la tabla 4.25 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo D.

**Tabla 4.25**  
**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MA - MB	$33,24 - 30,68 = 2,56 < 6,25$	No hay diferencia significativa
MA - MC	$33,24 - 28,20 = 5,04 < 6,48$	No hay diferencia significativa
MA - MD	$33,24 - 28,11 = 5,13 < 6,63$	No hay diferencia significativa
MB - MC	$30,68 - 28,20 = 2,48 < 6,25$	No hay diferencia significativa
MB - MD	$30,68 - 28,11 = 2,57 < 6,48$	No hay diferencia significativa
MC - MD	$28,20 - 28,11 = 0,09 < 6,63$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.25 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MB, MA – MC, MA – MD, MB – MC, MB – MD, MC – MD) para un límite de confianza del 95%, pero analizando el diseño experimental (Tabla 4.24) el factor b correspondiente al estabilizante es un factor influyente en el proceso.

#### **4.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ELABORACIÓN DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA**

El diseño experimental en esta etapa pretende determinar las variables (porcentaje de yogur y colorante-saborizante) para el proceso de elaboración del helado de yogur

sabor mora, se tomó en cuenta la tabla 3.16 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta se tomó en cuenta el overrum.

**Tabla 4.26**

**Diseño experimental en la elaboración del helado variable overrum**

<b>CORRIDAS</b>	<b>CS</b>	<b>PY</b>	<b>REPLICA Y<sub>1</sub></b>	<b>REPLICA Y<sub>2</sub></b>	<b>Y<sub>i</sub></b>	<b>Ȳ</b>
<b>1</b>	7	30	42,67	42,15	84,82	42,41
<b>CS</b>	9	30	43,17	42,95	86,12	43,06
<b>PY</b>	7	40	52,07	51,70	103,77	51,89
<b>CS PY</b>	9	40	48,33	47,64	95,97	47,99

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

**CS** = Colorante - Saborizante (ml)      **PY** = Yogur (%)      **Y** = Overrum (%)

**Tabla 4.27**

**Análisis de varianza para las variables de elaboración de helado batido de yogur**

<b>FUENTE DE VARIACION</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>MEDIA DE CUADRADOS</b>	<b>F CALCULADO</b>	<b>F TABULADO</b>	<b>INFLUENCIA</b>
Total		7				
Factor a	5,28	1	5,28	44	7,709	SI
Factor b	103,68	1	103,68	864	7,709	SI
Interacción ab	10,35	1	10,35	86,25	7,709	SI
Error	0,47	4	0,12			

**Fuente:** Elaboración propia



Como se puede observar en la tabla 4.27, todos los factores son variables muy significativas debido a que influyen directamente en el porcentaje de overrum del helado batido de yogur para un límite de confianza del 95%.

### **4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA**

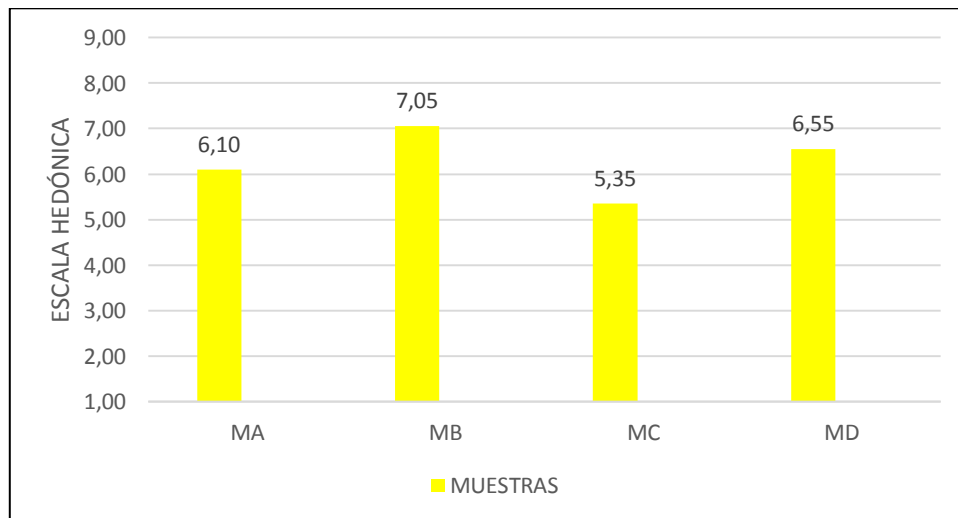
Se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, sabor, textura y aroma al helado batido de yogur sabor mora con 20 jueces no entrenados que calificarán en cuatro muestras, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

#### **4.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA ATRIBUTO COLOR**

En la figura 4.1 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla C.1 del anexo C.

**Figura 4.1**

#### **Resultados de la evaluación sensorial para el atributo color**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MB = 7,05 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras MA = 6,10, MC = 5,35 y MD = 6,55; en la escala hedónica.

#### 4.3.1.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.27 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo color en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del helado batido de yogur sabor mora con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.1.

**Tabla 4.28**

#### **Análisis de varianza para el atributo color**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	31,23	79			
<b>Muestras (A)</b>	29,74	3	9,91	4,78	2,7676
<b>Jueces (B)</b>	179,48	19	9,44	4,56	1,7735
<b>Error</b>	118,51	57	2,07		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.28  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $4,78 > 2,7676$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $14,39 > 1,7735$ ), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

#### 4.3.1.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.28 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.29**

**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MB - MD	$7,05 - 6,55 = 0,50 < 0,9065$	No hay diferencia significativa
MB - MA	$7,05 - 6,10 = 0,95 < 0,9536$	No hay diferencia significativa
MB - MC	$7,05 - 5,35 = 1,70 > 0,9846$	Si hay diferencia significativa
MD - MA	$6,55 - 6,10 = 0,45 < 0,9065$	No hay diferencia significativa
MD - MC	$6,55 - 5,35 = 1,20 > 0,9536$	Si hay diferencia significativa
MA - MC	$6,10 - 5,35 = 0,75 < 0,9846$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

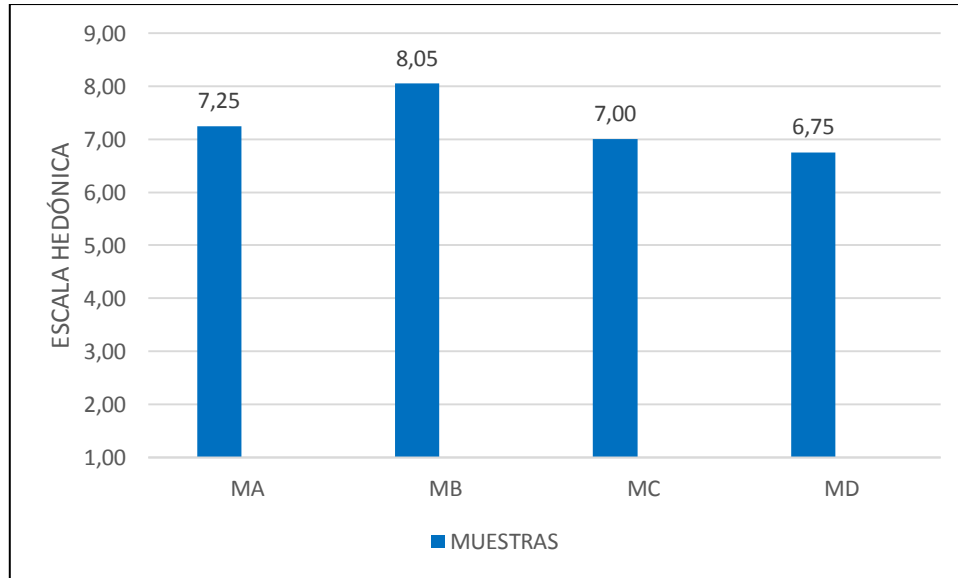
En la tabla 4.29 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MC, MD - MC) que son significativos en comparación con las muestras (MB – MD, MB – MA, MD – MA, MA – MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo color.

#### **4.3.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA ATRIBUTO SABOR**

En la figura 4.2 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la tabla C.6 del anexo C.

**Figura 4.2**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo sabor**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MB = 8,05 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras MA = 7,25, MC = 7,00 y MD = 6,75, en la escala hedónica.

**4.3.2.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO SABOR**

En la tabla 4.30 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del helado batido de yogur sabor mora con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.6.

Como se puede observar en la tabla 4.30  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $7,73 > 2,7676$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,37 < 1,7735$ ), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 4.30**

**Análisis de varianza para el atributo sabor**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	89,49	79			
<b>Muestras (A)</b>	19,04	3	6,34	7,73	2,7676
<b>Jueces (B)</b>	21,24	19	1,12	1,37	1,7735
<b>Error</b>	49,21	57	0,82		

**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.2.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO SABOR**

En la tabla 4.31 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.31**

**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MB - MA	$8,05 - 7,25 = 0,80 > 0,5666$	Si hay diferencia significativa
MB - MC	$8,05 - 7,00 = 1,05 > 0,5960$	Si hay diferencia significativa
MB - MD	$8,05 - 6,75 = 1,30 > 0,6154$	Si hay diferencia significativa
MA - MC	$7,25 - 7,00 = 0,25 < 0,5666$	No hay diferencia significativa
MA - MD	$7,25 - 6,75 = 0,50 < 0,5960$	No hay diferencia significativa
MC - MD	$7,00 - 6,75 = 0,25 < 0,6154$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

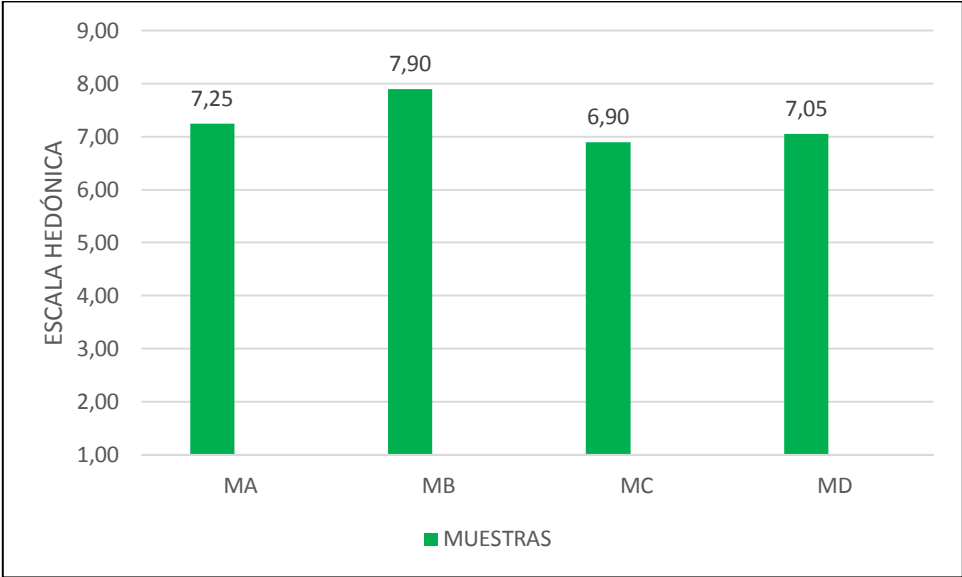
En la tabla 4.31 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA, MB – MC, MB - MD) que son significativos en comparación con las muestras (MA – MC, MA – MD, MC - MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

### 4.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA ATRIBUTO TEXTURA

En la figura 4.3 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura que fueron extraídos de la tabla C.11 del anexo C.

**Figura 4.3**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MB = 7,90 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras MA = 7,25, MC = 6,90 y MD = 7,05, en la escala hedónica.

#### 4.3.3.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.32 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo textura en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del helado batido de yogur sabor mora con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.11.

**Tabla 4.32**

##### **Análisis de varianza para el atributo textura**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	99,95	79			
<b>Muestras (A)</b>	11,65	3	3,88	5,39	2,7676
<b>Jueces (B)</b>	44,95	19	2,37	3,29	1,7735
<b>Error</b>	43,35	57	0,72		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.32  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $5,39 > 2,7676$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3,29 > 1,7735$ ), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

#### 4.3.3.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.33 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.33**  
**Análisis de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS DE LOS VALORES	EFFECTOS
MB - MA	$7,90 - 7,25 = 0,65 > 0,5382$	Si hay diferencia significativa
MB - MC	$7,90 - 7,05 = 0,85 > 0,5662$	Si hay diferencia significativa
MB - MD	$7,90 - 6,90 = 1 > 0,5846$	Si hay diferencia significativa
MA - MC	$7,25 - 7,05 = 0,20 < 0,5382$	No hay diferencia significativa
MA - MD	$7,25 - 6,90 = 0,35 < 0,5662$	No hay diferencia significativa
MD - MC	$7,05 - 6,90 = 0,15 < 0,5846$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.33 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA, MB – MC, MB - MD) que son significativos en comparación con las muestras (MA – MC, MA – MD, MD - MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

#### 4.3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA ATRIBUTO AROMA

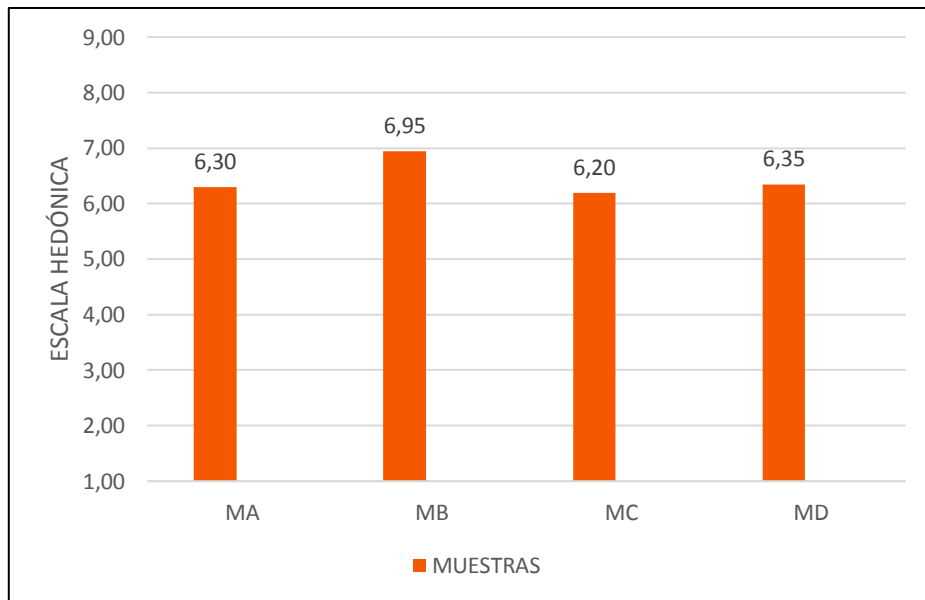
En la figura 4.4 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la tabla C.16 del anexo C.



En la figura se observa que la muestra MB = 6,95 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras MA = 6,30, MC = 6,20 y MD = 6,35, en la escala hedónica.

**Figura 4.4**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo aroma**



**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO AROMA**

En la tabla 4.34 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo aroma en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del helado batido de yogur sabor mora con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.16.

**Tabla 4.34**

**Análisis de varianza para el atributo aroma**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	119,8	79			
<b>Muestras (A)</b>	6,9	3	2,3	4,42	2,7676
<b>Jueces (B)</b>	81,8	19	4,30	8,26	1,7735
<b>Error</b>	31,1	57	0,52		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.34  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $4,42 > 2,7676$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $8,26 > 1,7735$ ), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

#### **4.3.4.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO AROMA**

En la tabla 4.35 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.35****Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MB - MD	$6,95 - 6,35 = 0,6 > 0,453$	Si hay diferencia significativa
MB - MA	$6,95 - 6,30 = 0,65 > 0,477$	Si hay diferencia significativa
MB - MC	$6,95 - 6,20 = 0,75 > 0,492$	Si hay diferencia significativa
MD - MA	$6,35 - 6,30 = 0,05 > 0,453$	Si hay diferencia significativa
MD - MC	$6,35 - 6,20 = 0,15 < 0,477$	No hay diferencia significativa
MA - MC	$6,30 - 6,20 = 0,1 < 0,492$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.35 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MD, MB – MA, MB – MC, MD - MA) que son significativos en comparación con las muestras (MD – MC, MA - MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### **4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMPARACIÓN DEL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRÓN**

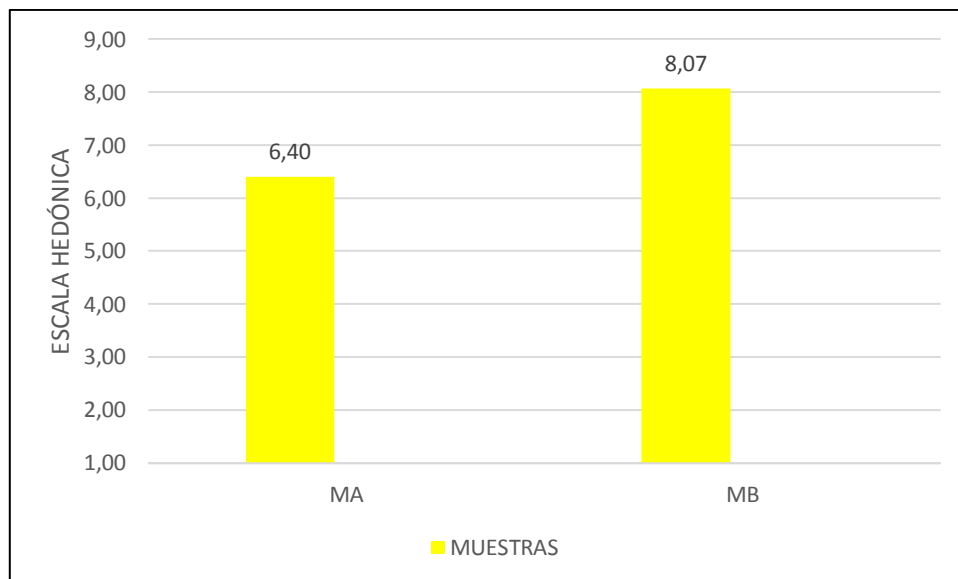
Se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, sabor, textura y aroma al helado batido de yogur sabor mora en comparación con la muestra patrón con 15 jueces no entrenados que calificarán en dos muestras, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados, donde MA = muestra patrón y MB = producto final.

#### 4.4.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMPARACIÓN DEL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRÓN ATRIBUTO COLOR

En la figura 4.5 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla C.21 del anexo C.

**Figura 4.5**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo color**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MB = 8,07 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra MA = 6,40, en la escala hedónica.

##### 4.4.1.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO COLOR

En la tabla 4.36 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo color en la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.21.

**Tabla 4.36**

**Análisis de varianza para el atributo color**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	6,67	29			
<b>Muestras (A)</b>	20,83	1	20,83	44,31	4,600
<b>Jueces (B)</b>	7,87	14	0,56	1,19	2,484
<b>Error</b>	6,67	14	0,47		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.36  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $44,31 > 4,600$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,19 < 2,484$ ), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

**4.4.1.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO COLOR**

En la tabla 4.37 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.37**

**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MB - MA	$8,07 - 6,40 = 1,67 > 0,5459$	Si hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.37 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero

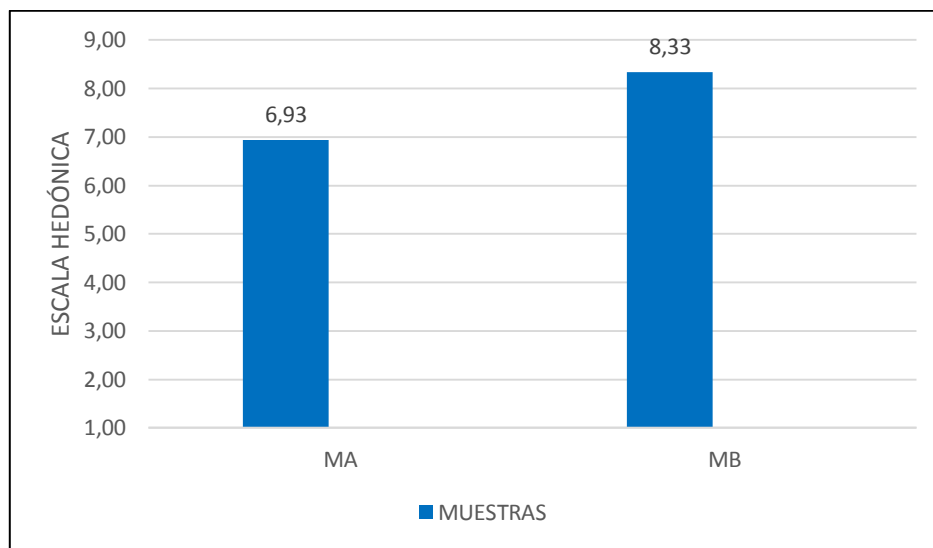
analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

#### 4.4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMPARACIÓN DEL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRÓN ATRIBUTO SABOR

En la figura 4.6 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la tabla C.26 del anexo C.

**Figura 4.6**

**Resultado de la evaluación sensorial para el atributo sabor**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MB = 8,33 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra MA = 6,93, en la escala hedónica.

#### 4.4.2.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.38 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.26.

**Tabla 4.38**

#### **Análisis de varianza para el atributo sabor**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	30,97	29			
<b>Muestras (A)</b>	14,70	1	14,70	30,00	4,600
<b>Jueces (B)</b>	9,47	14	0,68	1,39	2,484
<b>Error</b>	6,80	14	0,49		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.38  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $30,00 > 4,600$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,39 < 2,484$ ), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

#### 4.4.2.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.39 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.39**

**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS VALORES</b>	<b>EFFECTOS</b>
MB - MA	$8,33 - 6,93 = 1,40 > 6,93$	Si hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

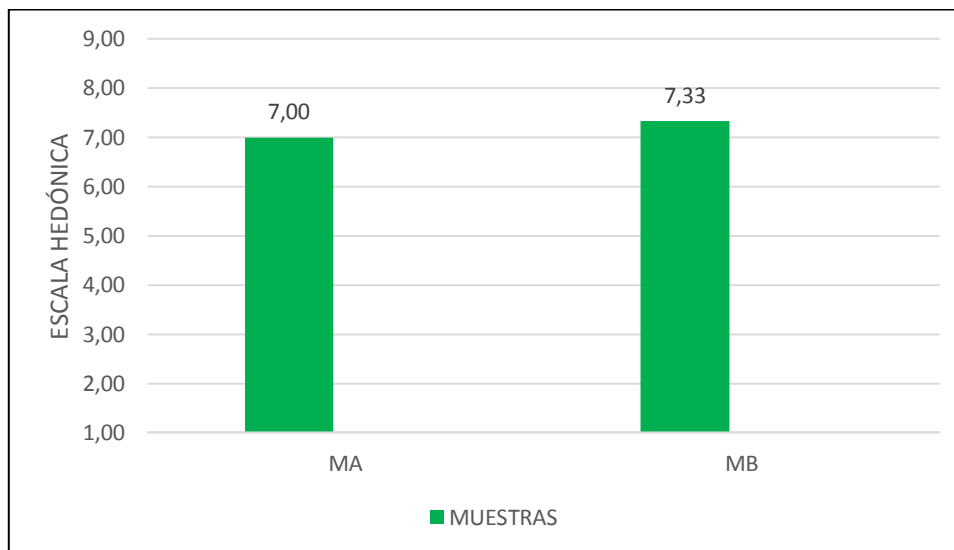
En la tabla 4.39 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

#### **4.4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMPARACIÓN DEL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRÓN ATRIBUTO TEXTURA**

En la figura 4.7 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura que fueron extraídos de la tabla C.31 del anexo C.

**Figura 4.7**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura**



**Fuente:** Elaboración propia



En la figura se observa que la muestra MB = 7,33 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra MA = 7,00, en la escala hedónica.

#### 4.4.3.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO TEXTURA

En la tabla 4.40 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo textura en la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.31.

**Tabla 4.40**

#### **Análisis de varianza para el atributo textura**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	40,17	29			
<b>Muestras (A)</b>	0,83	1	0,83	0,59	4,600
<b>Jueces (B)</b>	19,67	14	1,405	1,00	2,484
<b>Error</b>	19,67	14	1,405		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.40  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,59 < 4,600$ ) para las muestras, por lo tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una  $\alpha = 0,05$ .

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,00 < 2,484$ ), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

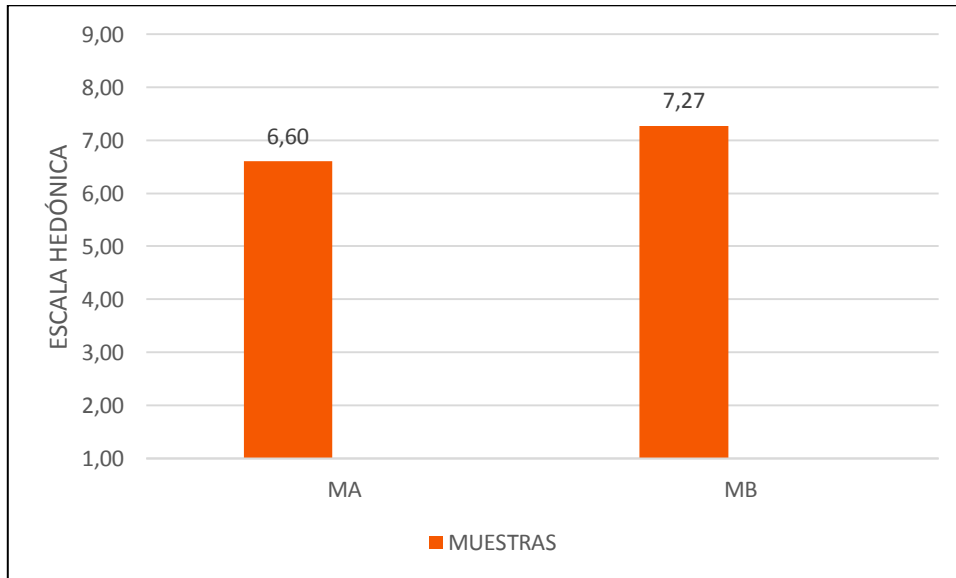
#### 4.4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMPARACIÓN DEL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRÓN ATRIBUTO AROMA

En la figura 4.8 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la tabla C.33 del anexo C.

En la figura se observa que la muestra MB = 7,27 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra MA = 6,60, en la escala hedónica.

**Figura 4.8**

**Resultados de la evaluación sensorial para el atributo aroma**



**Fuente:** Elaboración propia

**4.4.4.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA ATRIBUTO AROMA**

En la tabla 4.41 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo aroma en la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.33.

**Tabla 4.41****Análisis de varianza para el atributo aroma**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	31,86	29			
Muestras (A)	3,33	1	3,33	6,94	4,600
Jueces (B)	21,87	14	1,56	3,25	2,484
Error	6,66	14	0,48		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.41  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $6,94 > 4,600$ ) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una  $\alpha = 0,05$ , esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3,25 > 2,484$ ), por tanto, existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

**4.4.4.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO AROMA**

En la tabla 4.42 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C.

**Tabla 4.42****Análisis de los tratamientos**

Tratamientos	Análisis de los valores	Efectos
MB - MA	$7,27 - 6,60 = 0,67 > 0,5459$	Si hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.42 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

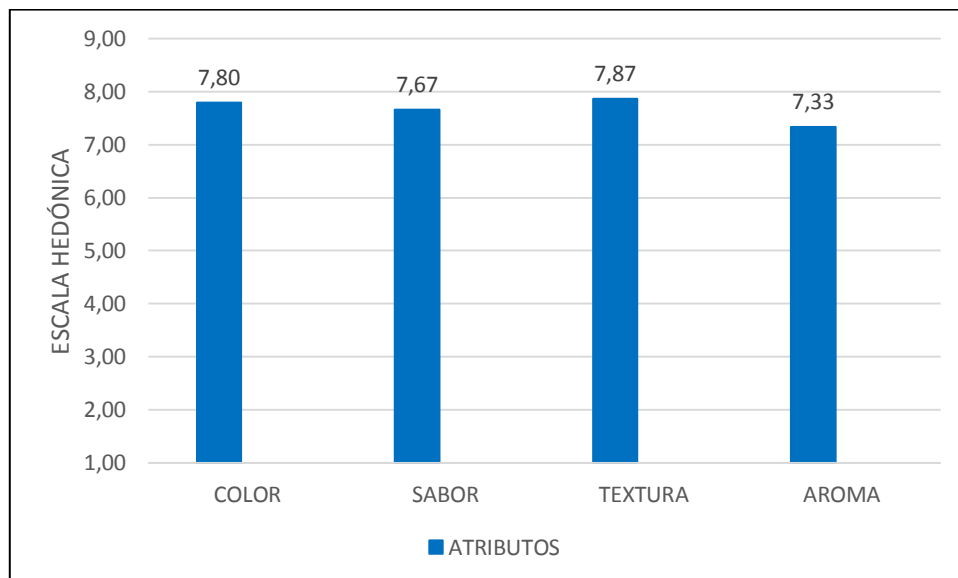
#### 4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL

Se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, sabor, textura y aroma al helado batido de yogur sabor mora con 15 jueces no entrenados que calificarán el producto final, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

En la figura 4.9 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la tabla C.38 del anexo C.

**Figura 4.9**

#### Resultados de la evaluación sensorial para el producto final



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.1 DETERMINACIÓN DEL CUADRO ANVA PARA LOS ATRIBUTOS

En la tabla 4.43 se muestra el análisis de varianza (ANVA) de los atributos en la evaluación sensorial del producto final, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.38.

**Tabla 4.43**

##### **Análisis de varianza para el producto final**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	39,33	59			
<b>Muestras (A)</b>	2,53	3	0,84	2,21	2,829
<b>Jueces (B)</b>	20,83	14	1,48	3,89	1,937
<b>Error</b>	15,97	42	0,38		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.43  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2,21 < 2,829$ ) para las muestras, por lo tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una  $\alpha = 0,05$ .

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,37 < 1,7735$ ), por tanto, existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una  $\alpha = 0,05$ .

#### 4.6 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.44 se muestran los resultados obtenidos (ANEXO A) del análisis físicoquímico realizado al producto terminado.

**Tabla 4.44**

**Propiedades fisicoquímicas del producto final**

<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDADES</b>
Acidez	0,34	%
pH	6,17	%
Materia grasa	4,45	%
Proteínas totales	3,11	%
Carbohidratos	30,21	%
Calcio	138	mg/100g
Hierro	0,27	mg/100g
Fósforo	123	mg/100g
Solidos totales	40,37	%
Solidos no grasos	35,92	%
Fibra	n.d.	%
Humedad	59,63	%
Valor energético	173,33	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID

#### **4.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 4.44 se muestran los resultados obtenidos (ANEXO A) del análisis microbiológico realizado al producto terminado.

**Tabla 4.45**

**Propiedades microbiológicas del producto final**

<b>INDICADORES</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDADES</b>
Coliformes Totales	<10	UFC/gr
Escherichia Coli	<10	UFC/gr
Baterías Aerobias Mesófilas	$5,8 * 10^2$	UFC/gr
Salmonella	Ausencia	p/a/25gr
Estafilococos Aureus	<10	UFC/gr

**Fuente:** CEANID

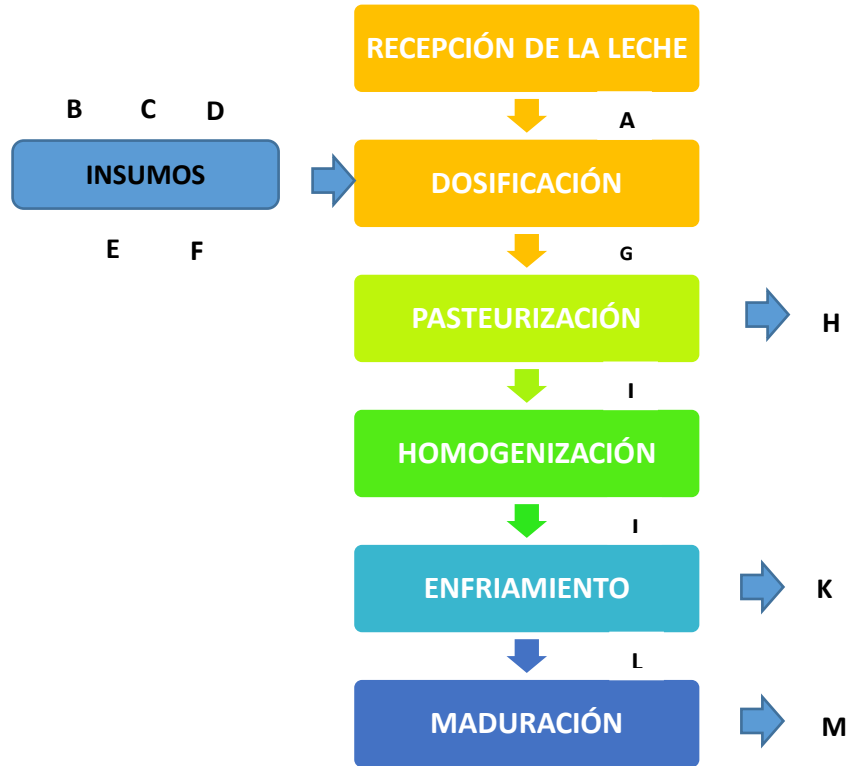
**4.8 BALANCE DE MATERIA**

El balance de materia nos permite obtener la cantidad de materia prima e insumos que entran y salen en el proceso de elaboración de un producto.

#### 4.8.1 BALANCE DE MATERIA PARA LA MEZCLA DEL HELADO

Figura 4.10

Diagrama de flujo de la elaboración de la mezcla del helado



Fuente: Elaboración propia

**A** = Leche homogenizada y pasteurizada

**B** = Azúcar

**C** = Glucosa

**D** = Crema de leche

**E** = Leche en polvo

**F** = Estabilizante - Emulsificante

**G** = Mezcla del helado

**H** = Agua Evaporada

**I** = Mezcla del helado pasteurizada

**J** = Mezcla de helado pasteurizada y homogenizada

**K** = Agua evaporada



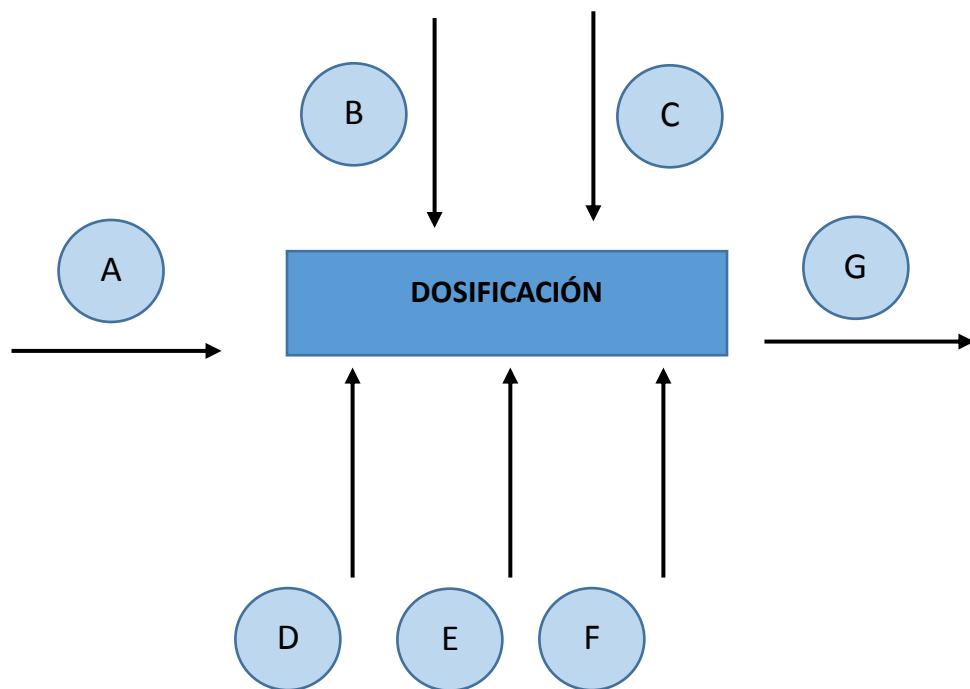
L = Mezcla del helado pasteurizada,  
homogenizada y enfriada.

M = Mezcla del helado pasteurizada,  
homogenizada, enfriada y madurada.

#### 4.8.1.1 BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN

Figura 4.11

Balance de materia para la etapa de dosificación



Fuente: Elaboración propia

Balance global en el proceso de dosificación:

Datos:

A = 3566 g

D = 25 g

B = 841,5 g

E = 450 g

C = 148,5 g

F=297g

$$\mathbf{A + B + C + D + E + F = G}$$

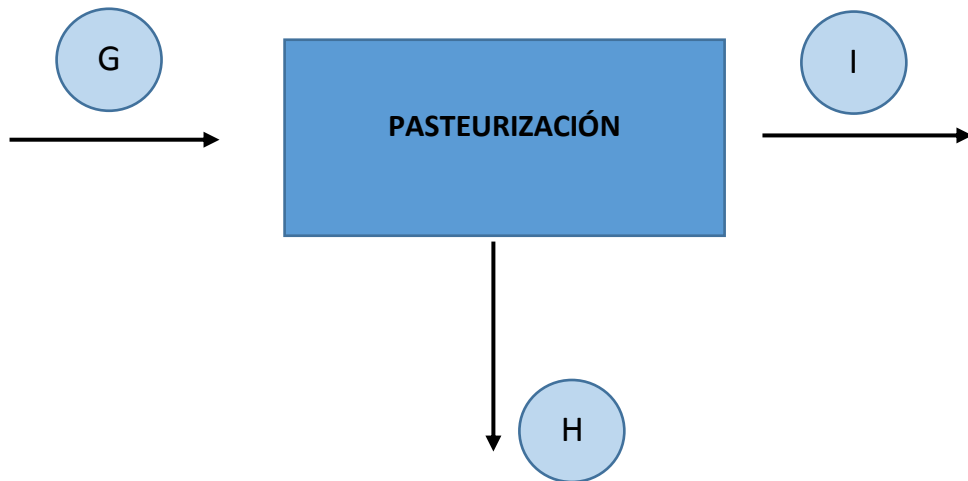
$$\mathbf{G = 3566 + 841,5 + 148,5 + 25 + 450 + 297 = 5328 \text{ g}}$$

Densidad de la leche  $\rho = 1.029 \text{ g/L}$

#### 4.8.1.2 BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

Figura 4.12

Balance de materia para la etapa de pasteurización



**Fuente:** Elaboración propia

Balance global en el proceso de pasteurización:

Datos:

$$G = 5328 \text{ g}$$

$$H = 360 \text{ g}$$

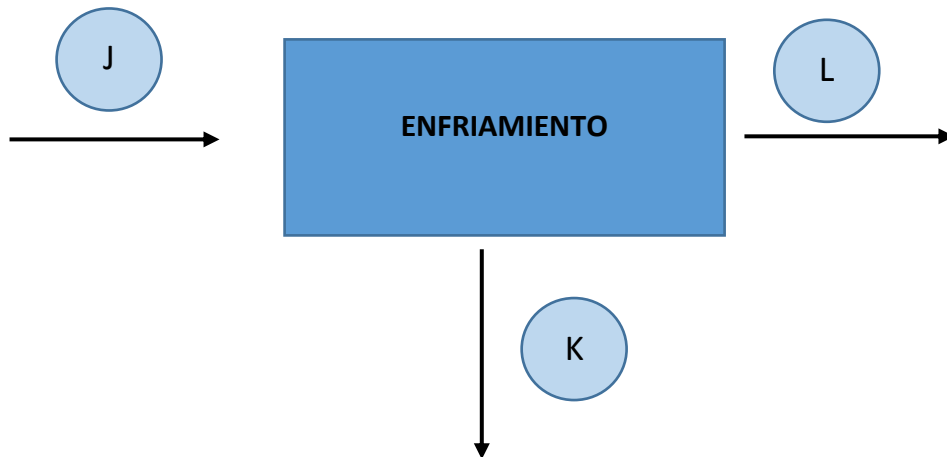
$$\mathbf{G = H + I}$$

$$\mathbf{I = 5328 - 360 = 4968 \text{ g}}$$

### 4.8.1.3 BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO

Figura 4.13

Balance de materia para la etapa de enfriamiento



Fuente: Elaboración propia

Balance global para la etapa de enfriamiento:

Datos:

$$J = 4968 \text{ g}$$

$$K = 60 \text{ g}$$

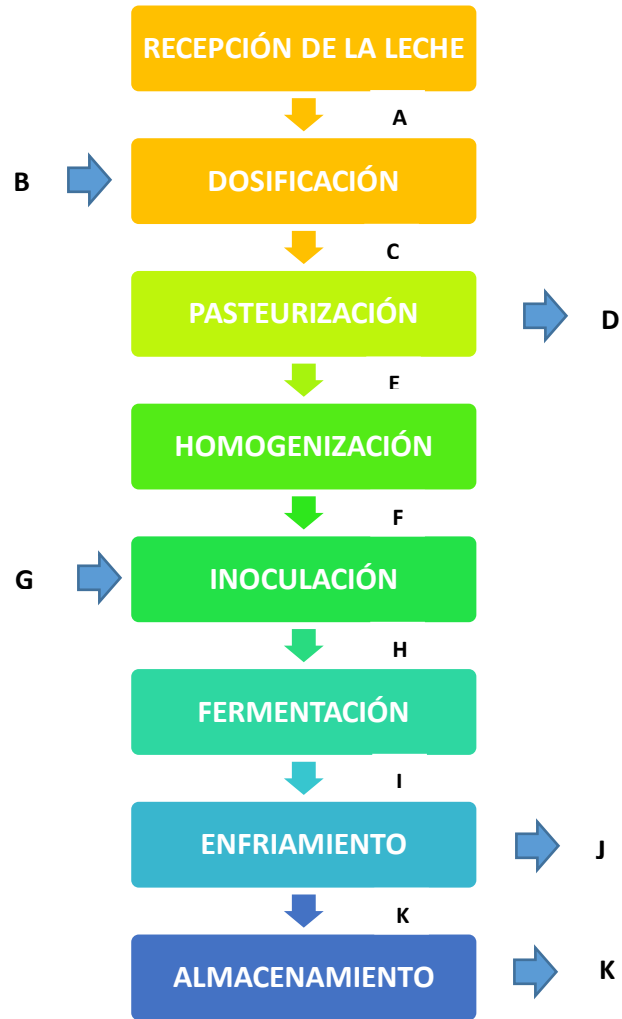
$$J = K + L$$

$$L = 4968 - 60 = 4908 \text{ g}$$

## 4.8.2 BALANCE DE MATERIA PARA EL YOGUR

Figura 4.14

Diagrama de flujo de la elaboración del yogur



Fuente: Elaboración propia

A = Leche homogenizada y pasteurizada

B = Azúcar

C = Mezcla para yogur

**D** = Agua evaporada

**E** = Mezcla para yogur pasteurizada y homogenizada

**F** = Mezcla para yogur pasteurizada y homogenizada

**G** = Cultivo lácteo

**H** = Leche inoculada

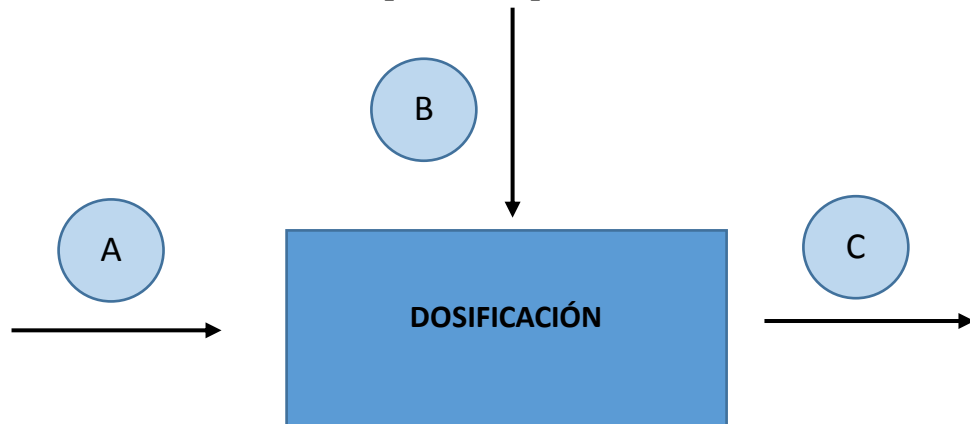
**I** = Agua evaporada

**K** = Yogur

#### 4.8.2.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN

**Figura 4.15**

**Balance de materia para la etapa de dosificación**



**Fuente:** Elaboración propia

Balance global en el proceso de dosificación:

Datos:

A = 4660 g

B = 500 g

$$A + B = C$$

$$C = 4374 + 500 = 5160 \text{ g} = 5004,8 \text{ L}$$

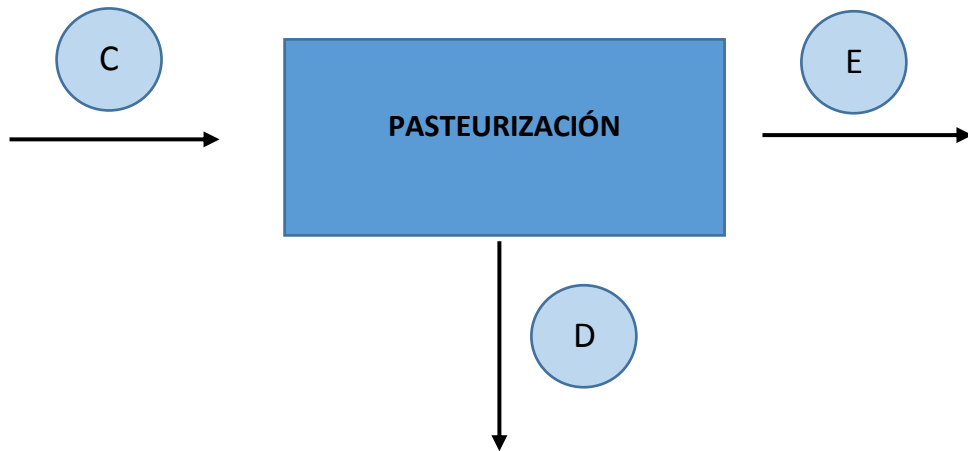
Densidad de la leche  $\rho = 1.029 \text{ g/L}$

Densidad de la mezcla  $\rho = 1.031 \text{ g/L}$

#### 4.8.2.2 BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

Figura 4.16

Balance de materia para la etapa de pasteurización



Fuente: Elaboración propia

Balance global en el proceso de pasteurización:

Datos:

$$C = 5160 \text{ g}$$

$$D = 270 \text{ g}$$

$$C = D + E$$

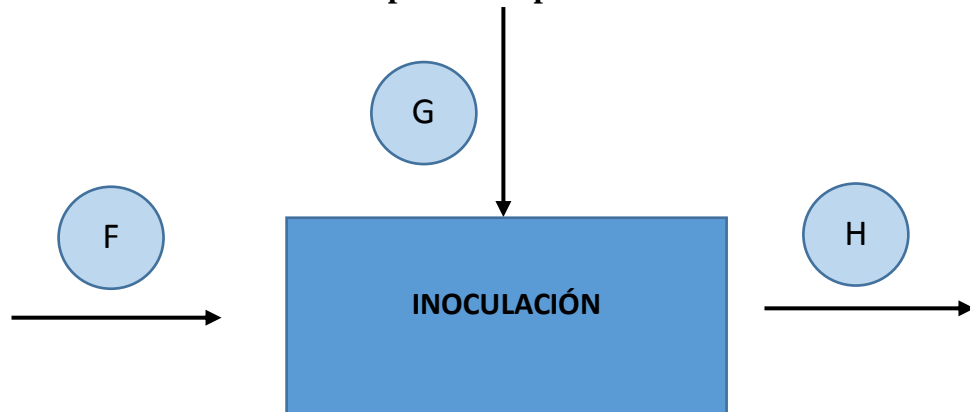
$$E = 5160 - 270$$

$$E = 4890 \text{ g}$$

### 4.8.2.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE INOCULACIÓN

Figura 4.17

Balance de materia para la etapa de inoculación



Fuente: Elaboración propia

Balance general en la etapa de inoculación:

Datos:

$$F = 4890 \text{ g}$$

$$G = 0,50 \text{ g}$$

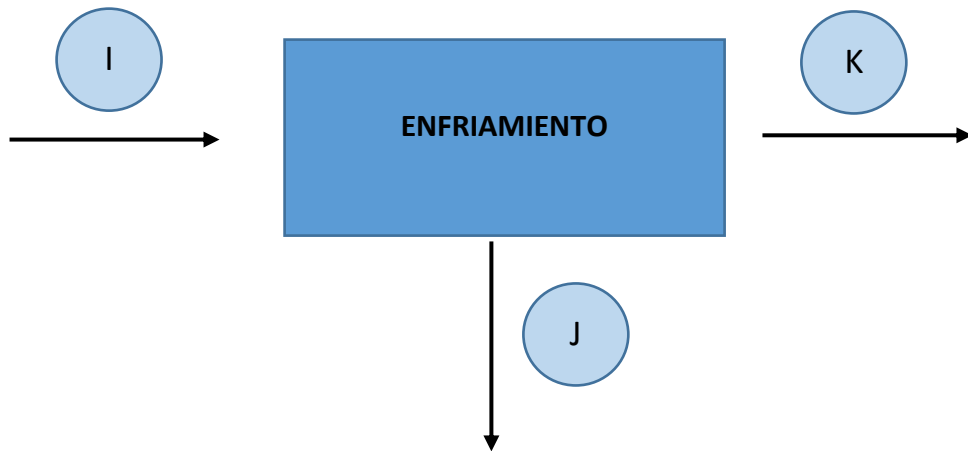
$$F + G = H$$

$$H = 4890 + 0,50 = 4980,50 \text{ g}$$

#### 4.8.2.4 BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO

Figura 4.18

Balance de materia para la etapa de enfriamiento



Fuente: Elaboración propia

Balance general en la etapa de enfriamiento:

Datos:

$$I = 4890,5 \text{ g}$$

$$J = 50 \text{ g}$$

$$I = J + K$$

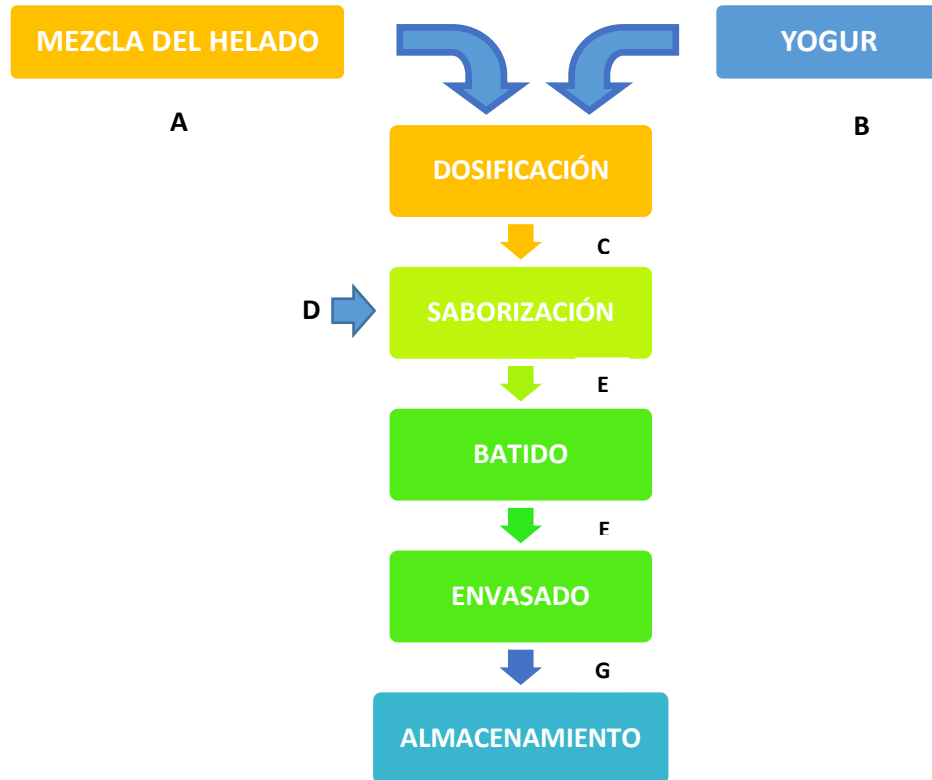
$$K = 4890,50 - 50 = 4840,50 \text{ g}$$



### 4.8.3 BALANCE DE MATERIA DEL PRODUCTO FINAL

Figura 4.19

Diagrama de flujo de la elaboración de helado batido de yogur sabor mora



Fuente: Elaboración propia

A = Mezcla del helado

B = Yogur

C = Mezcla para helado batido de yogur

D = Saborizante - Colorante

E = Mezcla para helado batido de yogur saborizada

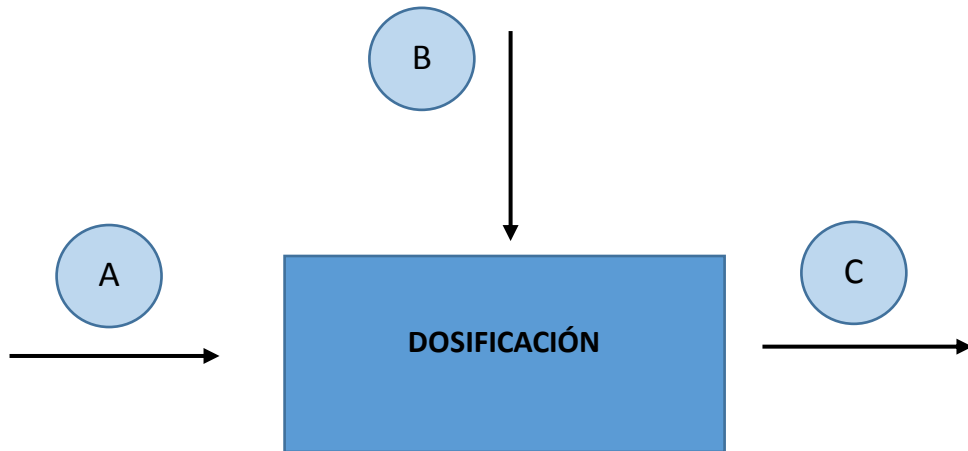
F = Producto final

G = Producto final envasado

### 4.8.3.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACION

Figura 4.20

Balance de materia para la etapa de dosificación



Fuente: Elaboración propia

Balance general en la etapa de dosificación:

Datos:

$$A = 3500 \text{ ml (70\%)}$$

Densidad de la mezcla del helado  $\rho = 1,11 \text{ g/ml}$

$$A = 3885 \text{ gr}$$

$$B = 1500 \text{ ml (30\%)}$$

Densidad del yogur  $\rho = 1,030 \text{ g/ml}$

$$B = 1545 \text{ g}$$

$$A + B = C$$

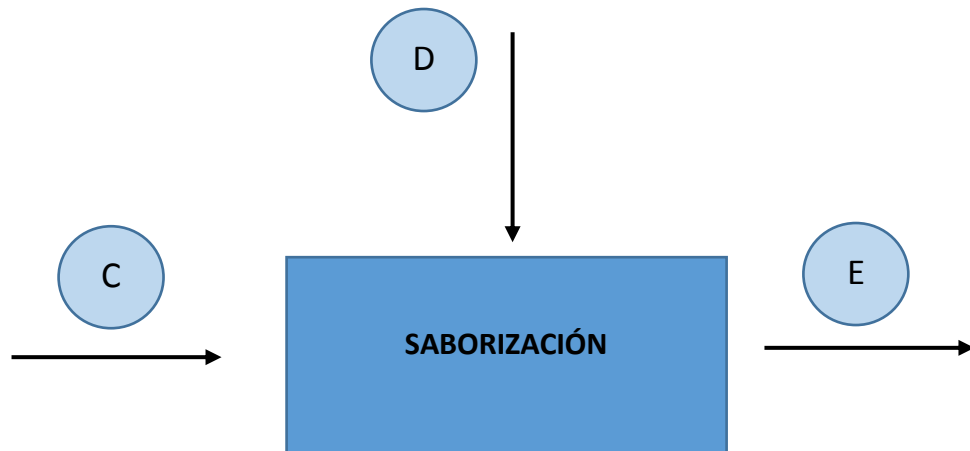
$$3885 + 1545 = 5430 \text{ g} = 5 \text{ L}$$

Densidad de la mezcla de helado batido de yogur  $\rho = 1,086 \text{ g/ml}$

#### 4.8.3.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SABORIZACION

Figura 4.21

Balance de materia para la etapa de saborización



Fuente: Elaboración propia

Balance general en la etapa de Saborización:

Datos:

$$C = 5430 \text{ g} = 5 \text{ L}$$

$$D = 10 \text{ ml}$$

Densidad del Colorante – Saborizante  $\rho = 1 \text{ g/ml}$

$$D = 10 \text{ g}$$

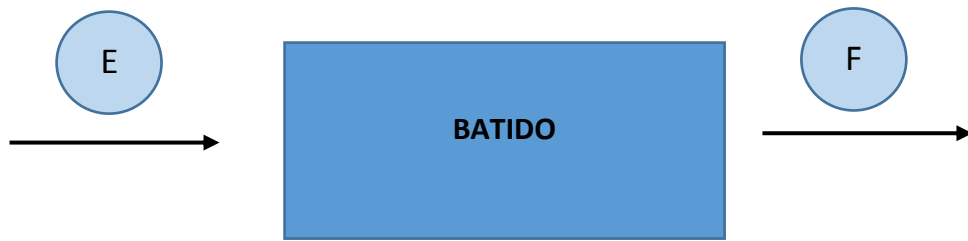
$$C + D = E$$

$$E = 5430 + 10 = 5440 \text{ g} = 5009 \text{ ml}$$

### 4.8.3.3 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE BATIDO

Figura 4.22

Balance de materia en el proceso de batido



Fuente: Elaboración propia

Balance general en el proceso de batido:

$$\mathbf{E = F}$$

Para calcular F se debe calcular primero el overrum de la mezcla a partir de la ecuación 2.4 extraída del capítulo dos:

$$\% \text{ Overrum} = \frac{\text{Volmen final del helado} - \text{Volumen inicial de la mezcla}}{\text{Volumen inicial de la mezcla}} * 100$$

Volumen inicial de la mezcla = 5009 ml

Volumen final del helado = 7750 ml

$$\% \text{ Overrum} = \frac{7750 - 5009}{5009} * 100 = 54,90 \%$$

Entonces se determinó que el helado batido de yogur tiene un overrum del 54,90 % siendo el volumen final del producto:

$$\mathbf{F = 7750 \text{ ml}}$$

## **4.9 BALANCE DE ENERGÍA**

La determinación del calor ganado y cedido en los diferentes procesos se calculan a partir de la formula siguiente, citada en (Barderas, 1994).

$$Q_T = Q_g + Q_c \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

$$Q = m * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Donde:

$Q_T$  = Calor total

$Q_g$  = Calor ganado

$Q_c$  = Calor cedido

$m$  = Masa

$C_p$  = Calor especifico

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura

$\lambda$  = calor latente de vaporización

### **4.9.1 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN**

Se realiza el balance energía para el proceso de elaboración del yogur, a partir de las ecuaciones 4.1 y 4.2.

#### **4.9.1.1 BALANCE DE ENERGÍA PARA EL YOGUR**

Se debe determinar primero el calor específico de cada uno de los componentes de la mezcla.

##### **4.9.1.1.1 DETERMINACIÓN DEL $C_p$ DE LA MEZCLA**

Para su determinación se procede a multiplicar el  $C_p$  obtenido de cada uno los productos por su porcentaje en la mezcla. Los  $C_p$  de los distintos componentes fueron extraídos de bibliografía.

$$Cp_{\text{leche entera fluida}} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,9032 = 0,8399 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp_{\text{azúcar}} = 0,30 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,0968 = 0,0290 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp_{\text{total}} = (0,8399 + 0,0290)$$

$$Cp_{\text{mezcla}} = 0,8689 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

#### **4.9.1.1.2 BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN**

Calor de la mezcla pasteurizada:

Donde:

$$m_{\text{mezcla}} = 0,5160 \text{ Kg}$$

$$Cp_{\text{mezcla}} = 0,8689 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Temperatura inicial de la mezcla = 8°C

Temperatura final de la mezcla = 85°C

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 0,5160 \text{ Kg} * 0,8689 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (85^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{mezcla}} = 34,52 \text{ Kcal}$$

Calor del recipiente:

Donde:

$$m_{\text{recipiente}} = 0,750 \text{ Kg}$$

$$Cp_{\text{acero inoxidable}} = 0,12 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Temperatura inicial del recipiente = 8°C

Temperatura final del recipiente = 85°C

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 0,750 \text{ Kg} * 0,12 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (85^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 6,93 \text{ Kcal}$$

Calor de evaporación:

Utilizando la ecuación 4.3.

Donde:

$$m_{\text{agua}} = 0,270 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{calor latente de vaporización de la leche}} = 289 \text{ Kcal/kg}$$

$$Q = m * \lambda$$

$$Q = 0,270 * 289 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = 78,03 \text{ Kcal}$$

Calor total del proceso:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{mezcla}} + Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{evaporación}}$$

$$Q_{\text{total}} = 34,52 \text{ Kcal} + 6,93 \text{ Kcal} + 78,03 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 119,48 \text{ Kcal}$$

#### **4.9.1.2 BALANCE DE ENERGÍA PARA LA MEZCLA DEL HELADO**

Se debe determinar primero el calor específico de cada uno de los componentes de la mezcla.

##### **4.9.1.2.1 DETERMINACIÓN DEL Cp DE LA MEZCLA**

Para su determinación se procede a multiplicar el Cp obtenido de cada uno los productos por su porcentaje en la mezcla. Los Cp de los distintos componentes fueron extraídos de bibliografía. Debido a cantidad pequeña en relación con los demás componentes no se tomara en cuenta el estabilizante para la realización de este balance de energía.

$$C_p \text{ leche entera fluida} = 0,93 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,6692 = 0,6223 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ azúcar} = 0,30 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,1579 = 0,0473 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ glucosa} = 0,30 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,0278 = 0,0086 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ leche entera en polvo} = 0,4580 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,0557 = 0,0255 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ crema de leche} = 0,7975 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,0844 = 0,0673 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ mezcla} = (0,6223 + 0,0473 + 0,0086 + 0,0255 + 0,0673)$$

$$C_p \text{ mezcla} = 0,771 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

#### **4.9.1.2.2 BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN**

Calor de la mezcla pasteurizada:

Donde:

$$m_{\text{mezcla}} = 0,5328 \text{ Kg}$$

$$C_p \text{ mezcla} = 0,7710 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Temperatura inicial de la mezcla = 10°C

Temperatura final de la mezcla = 85°C

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$Q = 0,5328 \text{ Kg} * 0,7710 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (85^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{mezcla}} = 30,80 \text{ Kcal}$$

Calor del recipiente:

Donde:

$$m_{\text{recipiente}} = 0,750 \text{ Kg}$$



$$C_p \text{ acero inoxidable} = 0,12 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura inicial del recipiente} = 10^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura final del recipiente} = 85^\circ\text{C}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$Q = 0,750 \text{ Kg} * 0,12 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (85^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 6,75 \text{ Kcal}$$

Calor de evaporación:

Utilizando la ecuación 4.3.

Donde:

$$m_{\text{agua}} = 0,360 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{calor latente de vaporización de la leche}} = 289 \text{ Kcal/kg}$$

$$Q = m * \lambda$$

$$Q = 0,360 * 289 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = 104,04 \text{ Kcal}$$

Calor total del proceso:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{mezcla}} + Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{evaporación}}$$

$$Q_{\text{total}} = 30,80 \text{ Kcal} + 6,75 \text{ Kcal} + 104,04 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 141,59 \text{ Kcal}$$

#### **4.9.2 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN**

Según (Banderas, 1994) la ecuación que determina la energía es la siguiente:

$$E = P * t \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Donde:

E = Energía

P = Potencia

t = Tiempo

Tomando la ecuación 4.4 la energía necesaria sería:

Donde:

P = 1 HP = 745,7 watts/hora

t = Tiempo de fermentación 4 horas

$$E = 745,7 \text{ watts/hora} * 4 \text{ horas}$$

$$E = 2982,8 \text{ watts} = 420,57 \text{ Kcal}$$

### **4.9.3 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE BATIDO**

Se debe determinar primero el calor específico de cada uno de los componentes de la mezcla.

#### **4.9.3.1 DETERMINACIÓN DEL Cp DE LA MEZCLA**

Para su determinación se procede a multiplicar el Cp obtenido de cada uno los productos por su porcentaje en la mezcla. Se tomara como calor específico del yogur el calor específico de la mezcla de este producto. Debido a cantidad pequeña en relación con los demás componentes no se tomara en cuenta el colorante – saborizante para la realización de este balance de energía.

$$Cp_{\text{mezcla del helado}} = 0,771 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,70 = 0,5397 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp_{\text{yogur}} = 0,8689 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * 0,30 = 0,2606 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$Cp_{\text{mezcla}} = 0,5397 + 0,2606$$

$$Cp_{mezcla} = 0,8003 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

#### 4.9.3.2 BALANCE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE BATIDO

Calor de la mezcla:

Donde:

$$m_{mezcla} = 0,5440 \text{ Kg}$$

$$Cp_{mezcla} = 0,8003 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Temperatura inicial de la mezcla =  $5^\circ\text{C}$

Temperatura final de la mezcla =  $-6^\circ\text{C}$

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 0,5440 \text{ Kg} * 0,8003 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (5^\circ\text{C} - (-6^\circ\text{C}))$$

$$Q_{mezcla} = 4,78 \text{ Kcal}$$

Calor del aire:

A partir de la ecuación 2.2 extraída del capítulo dos se calcula el volumen de aire incorporado:

$$\% \text{ de subida} = \frac{\text{Volumen del aire}}{\text{Volumen de la mezcla}} * 100$$

$$54,90\% = \frac{\text{Volumen del aire}}{5000} * 100$$

$$\text{Volumen de aire} = 2745 \text{ ml} = 0,002745 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,2 \text{ Kg/m}^3$$

Donde:

$$m_{aire} = 0,003294 \text{ Kg}$$

$$Cp_{aire} = 0,24 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Temperatura inicial de la mezcla = 22°C

Temperatura final de la mezcla = -7°C

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$Q = 0,003294 \text{ Kg} * 0,24 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (22^\circ\text{C} - (-7^\circ\text{C}))$$

$$Q_{\text{aire}} = 0,022 \text{ Kcal}$$

Calor del equipo:

Donde:

$$P = 3,9 \text{ Kw} = 549,9 \text{ Kcal/min}$$

t = Tiempo de batido 10 minutos

$$E = 549,9 \text{ Kcal/min} * 10 \text{ min}$$

$$E = 5499 \text{ Kcal}$$

Calor total del proceso:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{mezcla}} + Q_{\text{aire}} + Q_{\text{equipo}}$$

$$Q_{\text{total}} = 4,78 \text{ Kcal} + 0,0229 \text{ Kcal} + 5499 \text{ Kcal}$$

$$\mathbf{Q_{\text{total}} = 5503,80 \text{ Kcal}}$$

## 5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los análisis de los productos intermedios muestran los siguientes resultados: acidez 0,68% de ácido láctico; pH 4,55; coliformes totales <10 ufc/g; Escherichia coli <10 ufc/g para el yogur y para la mezcla del helado, acidez 0,18% de ácido láctico; materia grasa 4,94%; pH 6,34; sólidos no grasos 28,87%; sólidos totales 33,81%; coliformes totales <10 ufc/g y Escherichia coli <10 ufc/g.
- De acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial del helado batido de yogur sabor mora se determinó que la muestra con mayor preferencia en cuanto a los atributos color, sabor, textura y aroma es la muestra MB con un puntaje promedio de 7,05; 8,05; 7,90 y 6,95 respectivamente, realizando el análisis estadístico se pudo observar que si existe diferencia estadística significativa de variación entre las muestras para  $\alpha = 0,05$ .
- Con respecto a lo que se refiere a la evaluación sensorial en la comparación de la muestra patrón con el producto final se pudo determinar que el producto elaborado MB obtuvo un mayor puntaje promedio con un 8,07 que la muestra patrón MA 6,40 para el atributo color. Para el atributo sabor MB obtuvo 8,33 y la muestra patrón MA 6,93. Para el atributo textura MB obtuvo 7,33 y la muestra patrón MA 7,00. Y para el atributo aroma MB obtuvo 7,27 y la muestra patrón MA 6,60. De acuerdo al cuadro ANVA para los cuatro atributos se observa que existe diferencia estadística significativa de variación solo en tres atributos, color, sabor y aroma para  $\alpha = 0,05$ .
- En cuanto se refiere a la evaluación sensorial realizada en el producto final se obtuvo una puntuación promedio de los atributos color 7,80; sabor 7,67;

textura 7,87 y aroma 7,33 en la escala hedónica lo cual muestra un producto aceptable para los consumidores.

- De acuerdo al diseño experimental realizado para la elaboración del yogur se puede observar que entre los factores estudiados como ser: azúcar (AZ) y tiempo de fermentación (T), el tiempo de fermentación (T) es una variable muy significativa ya que influye directamente en el proceso sobre la variable respuesta acidez, mientras no son significativos el factor azúcar (AZ) y la interacción (AZ T) para un límite de confianza del 95%.
- De acuerdo al diseño experimental realizado para la elaboración de la mezcla del helado se puede observar que entre los factores estudiados como ser: estabilizante – emulsificante (ES) y crema de leche (CR), ninguno de los factores ni la interacción son variables significativas para el proceso en cuanto a la variable grados Brix. En el caso de la variable materia grasa son significativos los factores estabilizante – emulsificante (ES) y crema de leche (CR), mientras no es significativa la interacción (ES CR). Para la variable densidad, ninguno de los factores, ni la interacción son variables significativas para el proceso. Por ultimo para la variable solidos no grasos el factor estabilizante - emulsificante (ES) es una variable significativa, mientras no son significativos el factor crema (CR) y la interacción (ES CR), todo para un límite de confianza del 95%.
- Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final se ajustan a la norma correspondiente y dieron como resultado: acidez 0,34% de ácido láctico; calcio total 138 mg/100g; fosforo 123 mg/100g; hierro 0,27 mg/100g; hidratos de carbono 30,21%; humedad 59,63%; materia grasa 4,45%; pH 6,17; proteína total 3,11%; sólidos no grasos 35,92%; sólidos totales 40,37%; valor energético 173,33 Kcal/100g; bacterias aerobias mesófilas  $5,8 \cdot 10^2$  ufc/g; Coliformes totales <10 ufc/g;

Escherichia coli <10 ufc/g; ausencia de Salmonella y Staphylococo aureus <10 ufc/g.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar la formulación final propuesta en la presente investigación para otros sabores que tengan las mismas características de la mora, es decir la acidez típica de esta fruta, como ser frutilla, frambuesa y arándano.
- Utilizar la formulación final propuesta para la elaboración de otros tipos de helado como ser helado picole de yogur.
- Se recomienda el estudio de adición de pulpa de fruta para el helado batido de yogur, debido a que esta le daría otras propiedades nutricionales y organolépticas al producto.
- Investigar sobre la sustitución de algunos insumos que contribuyan a reducir las calorías y aumentar el contenido proteico de este producto pero manteniendo una calidad organoléptica óptima.