

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

El queso es tan antiguo como las primeras sociedades humanas organizadas. No se sabe exactamente donde ni cuando se comenzó con su elaboración, existiendo por ello muchas leyendas e historias sobre el origen del mismo (ICEX, 2009). El queso Danbo (también conocido como "King Christian") es uno de los quesos más populares de Dinamarca, país famoso a nivel internacional por sus quesos de alta calidad y más del 60% de sus quesos son exportados (*Naturarla, 2016*).

Asimismo, se tiene a empresas Argentinas con mayor relevancia en cuanto a producción de queso tipo Dambo; entre ellas SanCor Cooperativa Argentina de productores lecheros que elabora productos de base láctea (*SanCor, 2018*) y La Paulina es una tradicional marca que desde hace más de 90 años produce quesos y lácteos de reconocida calidad en Argentina y en el mundo; y desde el 2003 pertenece a Saputo Inc de Canadá, uno de los principales procesadores lácteos del mundo (*La Paulina, 2018*).

En Bolivia el queso fresco es el más popular y existen más de 200 variedades; entre las preferencias de consumo, el queso criollo ocupa un 71%, el menonita 6%, el collana 4%, el chaqueño 6% y los argentinos procesados 1%. En el caso de los quesos maduros, existe una oferta con la apertura de emprendimientos artesanales y semi artesanales desde mediados de los 90 (*Nueva Economía, 2010*).

La empresa PIL ANDINA S.A es una de las empresas lácteas más importantes de Bolivia; ya que se encuentra en los principales departamentos y ciudades del país. Entre la variedad de quesos que ofrece al mercado se tiene el queso Dambo, Cheddar, Edam, Gouda, Mozzarella (*PIL ANDINA, 2016*).

De la misma forma, también producen queso tipo Danbo la empresa P.E.Q. "San Javier" (Santa Cruz) que los ofrece en corte de Kg, pieza de 500 gramos y fetas laminadas de 250 gramos y 150 gramos (*P.E.Q. "San Javier", 2011*).

El ahumado es una técnica que surgió con la observación y la necesidad. Ahora se utiliza como una manera inimitable de aportar sabores únicos. El paleontólogo y antropólogo Eudald Carbonell sitúa el inicio del ahumado hace 45 - 50 mil años, con los neandertales y los homo sapiens, que en sus cuevas y cabañas comprobaron, por pura casualidad, que aquella carne que colgaban allí por donde pasaba el humo de la hoguera aguantaba más tiempo (Molés, 2015).

Fueron los egipcios quienes sentaron las bases de la conservación de alimentos de forma consciente. Ellos practicaron la salazón, el secado y posteriormente el ahumado, como vemos en sus reveladores jeroglíficos. En un principio el ahumado se limitó a carnes y pescados, pero con el tiempo la técnica se ha ido utilizando en infinidad de productos como quesos (Idiazábal, algunas variedades de cheddar o mozzarella), especias (pimentón), bebidas alcohólicas (whiskis, cerveza como la Rauchbier), aceites, mantequilla, sal, verduras (ajo, chipotle) (Molés, 2015).

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

- Elaborar queso tipo Dambo, para beneficiar al sector lechero dándole mayor valor agregado a la materia prima, considerando que la producción anual de leche en Tarija según los datos estadísticos (*INE, 2008*) es mayor a 7 388 826 litros.
- Con el presente trabajo de investigación se elabora queso tipo Dambo ahumado con la finalidad de diversificar la variedad de quesos. Por lo tanto, se optará por la aplicación de la técnica de ahumado que le dará un sabor y aroma característico al producto.
- Además, que, en el departamento de Tarija, las empresas lácteas no elaboran variedad de quesos madurados, por tal motivo se pretende incorporar al mercado un nuevo producto: queso tipo Dambo ahumado.

- Con la elevada demanda en el consumo de productos Argentinos, la elaboración de queso tipo Dambo ahumado, es una buena opción para apoyar a la tendencia en el consumo de alimentos regionales.

### **1.3 OBJETIVOS**

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación son:

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar queso tipo Dambo ahumado mediante el proceso de fermentación láctica, para obtener un producto de calidad, nutricional y organoléptica diferente al queso tipo Dambo tradicional.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda con el fin de conocer su composición fisicoquímica.
- Determinar las características microbiológicas de la leche cruda con la finalidad de conocer la calidad de la materia prima.
- Elegir muestra patrón con la finalidad de conocer las características sensoriales a tener en cuenta en el proceso de elaboración de queso tipo Dambo.
- Elegir muestra preliminar con la finalidad de caracterizar las variables en el proceso de elaboración de queso tipo Dambo.
- Caracterizar las variables a ser controladas durante el proceso de elaboración con el objeto de obtener un producto que cumpla con las características propias del queso tipo Dambo.
- Aplicar la técnica de ahumado en la elaboración de queso tipo Dambo.
- Establecer la formulación adecuada para la elaboración de queso tipo Dambo ahumado.

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del producto terminado con la finalidad de conocer su composición nutricional.
- Determinar las características microbiológicas del producto terminado con la finalidad de conocer la calidad del mismo.
- Realizar la evaluación sensorial de queso tipo Dambo ahumado, con el fin de evaluar sus propiedades organolépticas del producto terminado.
- Realizar el balance de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado.

#### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el departamento de Tarija la producción de variedades de quesos es muy limitada, siendo los quesos frescos como el caizeño, chaqueño, charagueño los de mayor consumo en el mercado local por falta de conocimiento sobre la variedad de los mismos, es así que las personas son reacias al momento de degustar nuevas opciones de quesos, siendo uno de ellos el queso tipo Dambo.

El ahumado es una técnica poco utilizada en nuestro medio para la elaboración de productos lácteos, específicamente en los quesos, ya que se desconoce las peculiaridades que puede aportar al producto en cuanto al sabor y aroma, pudiéndose generar una mayor demanda en la elaboración de derivados lácteos ahumados y diversificar el consumo de los mismos. Asimismo, en otros países se cuenta con la producción de quesos ahumados (queso Idiazábal) siendo aceptado por el consumidor.

#### **1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el proceso de fermentación láctica aplicado en la elaboración de queso tipo Dambo ahumado, para obtener un producto de calidad nutricional y organoléptica diferente al queso tipo Dambo tradicional?

## **1.6 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

Con el porcentaje de 60% de cultivo láctico R-704, temperatura de pre-maduración de 32 °C, un tiempo de pre-maduración de 60 min y 30 minutos de ahumado. Se puede obtener un producto de calidad nutricional y organoléptica diferente al queso tipo Dambo tradicional.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 DEFINICIÓN DEL QUESO

El queso deriva del latín caseus, que en Roma se usó el término formaticum entre los legionarios. De allí caseus formatus, que significa ‘queso moldeado’. En Francés se dice fromage; en Italiano, formaggio; en Catalán, formatge (*Alvarado, Ureta y Blasco, 2011*).

Los quesos son una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa; se obtienen por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lacto-suero se separa de la cuajada (*Charles, 1988*).

De acuerdo a la FAO/OMS: “es el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada, mazada o por una mezcla de estos productos” (*Villareal, 2002*).

Según (*Huaroma, 2014*) define el queso como el producto fresco o madurado obtenido de la leche de vaca, oveja, cabra o mezcla, mediante el desuerado, después de la coagulación, prácticamente, es una concentración de los sólidos de la leche con la adición de: fermentos lácticos, cloruro de calcio, cuajo, sal.

## 2.2 NATURALEZA QUÍMICA DEL QUESO

La grasa del queso se encuentra principalmente en forma globular, con la superficie cubierta de material proteínico. Durante la maduración del queso, el glicerol y los ácidos grasos procedentes de grasa neutra se hidrolizan., estos productos representan una porción relativamente pequeña del queso (*Cuellar, 2008*).

Las proteínas de la leche se alteran notablemente tan pronto como añadido el cuajo se inicia la coagulación. La caseína se transforma en paracaseína, que se une con el calcio para formar la cuajada. Por la acción continuada de bacterias y enzimas, este nuevo contenido proteínico se descompone parcialmente en compuestos solubles al agua, gas (*Cuellar, 2008*).

Los componentes de la fase acuosa de la maduración del queso, representan de un tercio a la mitad del peso del queso, y son ácidos grasos, aminoácidos, aminos, péptidos, lactosa, sales minerales, bacterias y enzimas en gran cantidad (*Cuellar, 2008*).

## **2.3 CLASIFICACIÓN DEL QUESO**

La gran cantidad de variedades, excluidas las variantes minoritarias complica extraordinariamente la clasificación de los quesos. Una variedad bien conocida tiene características propias, distintivas, tales como tamaño, forma, peso, color, aspecto externo entre otras, sin embargo, los criterios de clasificación más utilizados son los siguientes: (*Robinson y Wilbey, 2010*)

- País de origen.
- Fuente de leche cruda: vaca, oveja, cabra, búfala.
- Tipo de queso: duro, semiduro, blando, fresco, coagulado con ácido o requesón.
- Características internas: textura abierta o cerrada, ojos grandes, medios o pequeños, ojos rasgados o grietas de la cuajada, madurado por mohos azules o blancos, color de la cuajada, presencia de hierbas o especias.
- Características externas: corteza dura o blanda, lisa o rugosa, revestimiento bacteriano o de mohos, revestimiento final (plástico, cera, hojas).
- Peso del queso: formas y tamaños.
- Contenido de humedad y materia grasa.

Según (*Grimaldos, 2011*) otra clasificación de los quesos de acuerdo a la textura de la pasta es:

### **2.3.1 QUESOS FRESCOS**

Tienen un alto contenido de humedad debido a que carecen de maduración. Su sabor es suave y fresco y su textura delicada. Son muy indicados para combinar con sabores

suaves o contrastantes, dulces como mermeladas, miel y frutas secas o salados como palta, pan tostado, galletas tipo cracker y ensaladas (*Grimaldos, 2011*).

### **2.3.2 QUESOS SEMI-MADUROS**

Estos quesos de corta maduración conservan aún su pasta blanda y suave, de fácil corte. Sus sabores por lo general suaves los hacen versátiles y de gusto general. Son quesos ideales para complementar tablas de queso y en muchos casos, un valioso aporte en la cocina (*Grimaldos, 2011*).

### **2.3.3 QUESOS SEMI-DUROS**

Estos quesos madurados se caracterizan por su textura firme. Su masa ha concentrado su sabor al madurar. Son quesos versátiles, indicados para tablas y también en usos culinarios (*Grimaldos, 2011*).

### **2.3.4 QUESOS DUROS**

Estos quesos, que se elaboran en distintos países del mundo y con varios tipos de leche (oveja, cabra o vaca o una combinación de estas) han sido largamente madurados, caracterizándose tanto por su masa firme y dura como por sus sabores recios e intensos (*Grimaldos, 2011*).

### **2.3.5 QUESOS AZULES**

Esta familia de quesos cuyos integrantes han conquistado renombre en diversas partes del mundo comparte una característica única: Su masa blanca, de sabor suave y cremoso está surcada por vetas azules formadas naturalmente por el “*Penicillium Roqueforti*” que le da su característico sabor, fuertemente especiado (*Grimaldos, 2011*).

### **2.3.6 QUESOS CREMOSOS UNTABLES**

Estos quesos de masa muy blanda y cremosa, especiales para untar, o para la preparación de diversos platos (*Grimaldos, 2011*).

En la tabla 2.1 se muestra la clasificación de los quesos en base a su composición (Robinson y Wilbey, 2010):

**Tabla 2.1**  
**Clasificación de los quesos en base a su composición**

Tipo de queso		Humedad (%)	GMS (%)	
<b>EXTRADUROS</b>	Parmesano		34	32
	Romano		34	38
<b>DUROS</b>	Cheddar		39	48
	Emmental		41	43
	Dambo		43	50
<b>SEMIDUROS</b>	Edam		45	40
	Gouda		45	48
<b>BLANDOS</b>	Cottage		80	4

	Mozzarella		53	18
<b>GMS:</b> Grasa Materia Seca				

**Fuente:** (Robinson y Wilbey, 2010)

### 2.3.7 SEGÚN SU MADURACIÓN

Queso madurado: es el que, tras el proceso de fabricación, requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos y químicos característicos del mismo (*Código Alimentario Español, 2006*).

La palabra madurado podrá sustituirse por los calificativos según el grado de maduración alcanzado por el producto a la salida de fábrica que figuran en la tabla 2.2 (*Código Alimentario Español, 2006*):

**Tabla 2.2**  
**Clasificación de los quesos según el grado de maduración**

Denominaciones facultativas	Peso >1,5 kg	Peso ≤ 1,5 kg
	Maduración mínima en días	
Tierno	7	
Semicurado	35	20
Curado	105	45
Viejo	180	100
Añejo	270	-

**Fuente:** (*Código Alimentario Español, 2006*)

## 2.4 BENEFICIOS DEL QUESO

El queso es uno de los lácteos más consumidos, y, en época de fiestas, es protagonista de las picadas con amigos y en familia. Los investigadores observaron durante diez años a 200 mil personas. Así lograron determinar que quienes consumían pequeñas porciones de queso todos los días poseían menos riesgo de desarrollar

enfermedades coronarias e infartos que aquellas personas que no consumen el lácteo o nunca lo probaron (*INFOBAE, 2018*).

Su proteína de alto valor biológico posee una buena digestibilidad, lo que unido a la casi ausencia de lactosa lo convierte en un alimento de fácil digestión. Además, la poca lactosa que pueda quedar se fermenta durante la maduración del queso, con lo que las variedades maduras y de pasta dura tipo Cheddar, Parmesano, Gruyere o Emmental pueden estar indicadas en las personas que tengan intolerancia a la lactosa para que puedan disfrutar de este excelente alimento (*Bernácer, 2017*).

Otro de los beneficios del queso es que su elevado contenido en calcio y vitamina D lo convierten en el gran aliado en la prevención y tratamiento dietético de la osteoporosis, el calcio y fósforo del queso ayudan a combatir el ácido creado por las bacterias después de comer (*Bernácer, 2017*).

El queso a pesar de que tiene un alto contenido de grasa, si se incluye en cantidades moderadas, es decir, dentro de los requerimientos calóricos, y se combina con una actividad física adecuada, puede proporcionar los nutrientes esenciales y propiedades importantes (*Hernández, 2016*):

- Reduce las enfermedades crónicas: Es rico en ácido linoleico conjugado (CLA) y en los esfingolípidos, componentes de la leche grasa que ayudan a reducir el riesgo de cáncer y padecimientos del corazón.
- Mejora tu sistema cardiovascular y reproductivo: Su grasa actúa como combustible para satisfacer las necesidades de energía del cuerpo. Además, los ácidos grasos como el linolénico (Omega-3) y linoleico (Omega-6) son esenciales para el crecimiento y beneficioso para los sistemas cardiovascular, reproductivo, inmunológico y nervioso.
- Favorece el crecimiento celular: Gracias a sus vitaminas A y D ayuda a mejorar la visión y el sistema inmunológico.

- Te llena de minerales esenciales: El calcio y el fósforo que te aporta contribuye al crecimiento y la fortaleza de los huesos y dientes. Es importante consumir productos lácteos a lo largo de su vida para mantener una buena densidad ósea y prevenir la osteoporosis.
- Útil para los intolerantes a la lactosa: No contienen grandes cantidades de esta enzima, por lo que todas las personas pueden consumirlo sin problemas.

## **2.5 QUESO DAMBO**

El Dambo (o Danbo) es un queso firme/semiduro madurado. El cuerpo presenta un color que varía de casi blanco o marfil a amarillo claro o amarillo y tiene una textura firme (al presionarse con el pulgar) que se puede cortar, con pocos a abundantes agujeros ocasionados por el gas, redondos y suaves, del tamaño de arvejas (guisantes) (con un diámetro máximo de 10 mm) uniformemente distribuidos, aunque se aceptan algunas pocas aberturas y grietas. Tiene una forma cuadrada o de paralelepípedo. El queso se elabora y vende con o sin una corteza dura o ligeramente húmeda, madurada con un ligero desarrollo graso, y puede tener un revestimiento (*IBNORCA, 2010*).

Con el nombre de Queso DAMBO se entiende el queso madurado que se obtiene por coagulación de la leche por medio del cuajo y/u otras enzimas coagulantes apropiadas, complementada o no por la acción de bacterias lácticas específicas (*MERCOSUR, 1996*).

### **2.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL QUESO DAMBO**

El queso Dambo entra en la categoría de quesos de pasta lavada porque se le aplica un tratamiento especial en el proceso de elaboración. Se lava la cuajada retirando parte del suero y agregando agua caliente de 65 – 70 °C. El peso aproximado es de 4 Kg (*Borbonet, Urrestarazu, y Pelaggio, 2010*).

La pasta del queso Dambo deberá presentar textura firme y ser fácil de cortar; el queso Dambo deberá presentar, 46% de humedad máxima y 45% de grasa en extracto seco (*NTE INEN 68, 1973*).

En el caso del Dambo listo para el consumo, el procedimiento de maduración para desarrollar las características de sabor y cuerpo es, usualmente, de no menos de 3 semanas a 12-20 °C, según el nivel de madurez requerido. Pueden utilizarse distintas condiciones de maduración (incluida la adición de enzimas para intensificar el proceso) siempre que el queso muestre propiedades físicas, bioquímicas y sensoriales similares a las conseguidas mediante el procedimiento de maduración previamente citado. El Dambo destinado a posterior procesamiento no necesita presentar el mismo nivel de maduración cuando esto se justifique debido a necesidades de tipo técnico o comerciales (*IBNORCA, 2010*).

### 2.5.2 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL QUESO DAMBO

A continuación, se presenta la tabla 2.3, donde se comparan las características nutricionales del queso Dambo La Paulina y SanCor de Industria Argentina; según la porción adecuada es 30 g (1 y ½ feta).

**Tabla 2.3**  
**Características nutricionales de queso Dambo**

Parámetros	Cantidad		Unidad
	La Paulina	SanCor	
Valor energético	105	104	Kcal
Carbohidratos	0,9	0	G
Proteínas	7,0	7,0	G
Grasas totales	8,3	8	G
Grasas saturadas	4,9	5	G
Grasas trans	0,4	0	G
Fibra alimentaria	0	0	G
Sodio	175	144	Mg
Calcio	-	264	Mg
Vitamina A	-	78	µg

Fuente: (*La Paulina, 2018*); (*Nutrinfo, 2011*)

### 2.5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICOS

El queso Dambo debe cumplir con lo establecido en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4**  
**Requisitos físico químicos**

Constituyente lácteo	Contenido mínimo (m/m)	Contenido máximo (m/m)	Nivel de Referencia (m/m)
Grasa láctea en el extracto seco	20 %	No restringido	45 % a 55 %
Extracto seco:	Según el contenido de grasa en el extracto seco, de acuerdo a la tabla siguiente		
	<b>Contenido de grasa en el extracto seco (m/m)</b>		<b>Contenido de extracto seco mínimo correspondiente (m/m)</b>
	Igual o superior al 20 % pero inferior al 30 %		41 %
	Igual o superior al 30 % pero inferior al 40 %		44 %
	Igual o superior al 40 % pero inferior al 45 %		50 %
	Igual o superior al 45 % pero inferior al 55 %		52 %
	Igual o superior a 55 %		57 %

**Fuente:** (IBNORCA, 2010)

## 2.6 DEFINICIÓN DE LECHE

La leche es un líquido muy complejo producido solamente por las hembras mamíferas. El principal propósito de la leche es el de proveer de nutrientes y de protección a los animales lactantes, hasta que sean capaces de consumir alimentos sólidos (Alvarado, 2012).

Otros autores definen a la leche como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa, que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal; por lo tanto, la leche tiene la propiedad de ser una mezcla física y química,

compuesta por agua, grasa, proteínas, azúcares, minerales, vitaminas, enzimas y algunos materiales celulares de la glándula mamaria (*Murieles, 2012*).

Según (*González et al., 2001*) la leche es un producto íntegro no alterado ni adulterado y sin calostros (primera leche de la vaca después del parto) y es uno de los pocos alimentos que puede ser considerado como equilibrado. Es aceptada por la población como el alimento más estable y básico, independientemente de la edad de los consumidores.

Su principal proteína, la caseína, contiene los aminoácidos esenciales y como fuente de calcio, fósforo y riboflavina (vitamina B12), contribuye significativamente a los requerimientos de vitamina A y B1 (tiamina). Por otra parte, los lípidos, la lactosa constituyen un importante aporte energético (*Agudelo y Bedoya, 2015*).

Químicamente, la leche es uno de los fluidos más completos que existen. La definición física, señala que la leche es un líquido de color blanco opalescente característico. Este color se debe a la refracción que sufren los rayos luminosos que inciden en ella al chocar con los coloidales en suspensión (*Agudelo y Bedoya, 2015*).

### **2.6.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE**

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 (*Guerrero y Rodríguez, 2010*). En la tabla 2.5 se verifica la composición de diferentes razas según (*Alvarado, 2012*).

**Tabla 2.5**  
**Composición de la leche de diferentes razas**

RAZA	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)	LACTOSA (%)	CENIZA (%)	SNG *	ST **
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68	8,90	12,90
Brownswiss	4,01	3,61	5,04	0,73	9,40	12,41
Guernsey	4,95	3,91	4,93	0,74	9,66	14,61
Holstein	3,40	3,32	4,87	0,68	8,86	12,26
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71	9,54	14,91

\*Sólidos No Grasos \*\*Sólidos Totales

**Fuente:** (Alvarado, 2012)

Asimismo, en la tabla 2.6 se muestra el aporte nutritivo de la leche de vaca:

**Tabla 2.6**  
**Composición promedio (%)**

Parámetro	Valor
Agua	87,0
Proteínas	3,7
Grasas	3,7
Lactosa	4,9
Cenizas	0,7
Acidez	0,15
Cloruros	0,12
pH	6,55

**Fuente:** (Cuéllar, 2008)

### 2.6.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE

Según (Cuéllar, 2008), sus principales características físicas y fisicoquímicas de determinación son las siguientes:

- ❖ Densidad a 15 °C = 1,030 – 1,034
- ❖ Calor específico: 0,93
- ❖ Punto de congelación: 0,55 °C
- ❖ ph: 6,5 – 6,6

- ❖ Acidez expresada en grados Dornic, es decir, en decigramos de ácido láctico por litro: 16 a 18 – 21 %
- ❖ Índice de refracción a 20 °C: 1,35

Estas cifras se refieren a la leche fresca y normal. La leche tiene una ligera tensión superficial. Forma espuma abundante cuando se agita.

## 2.7 INSUMOS

Los insumos a utilizar en la elaboración de queso tipo Dambo son:

### 2.7.1 CULTIVO LÁCTICO

Las bacterias lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común (*Ramírez et al, 2011*).

La primera y principal función de las BAL es la formación de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico a una velocidad conveniente para asegurar una fermentación consistente y exitosa. El ácido láctico puede ser obtenido a través de la fermentación de la lactosa, que da un sabor ácido fresco en leches fermentadas, mejora cuerpo y textura en los quesos e inhibe, en parte, el desarrollo de flora contaminante y patógena. Además, aseguran la calidad y uniformidad del producto final y en varios casos al valor nutricional de productos alimenticios. Poseen actividades proteolíticas y lipolíticas, especialmente durante la maduración de los quesos, producción de otros componentes (alcohol) en la elaboración de kumis (*Parra, 2010*).

Los fermentos se clasifican según (*Medina, 1990*), esencialmente por su temperatura óptima de crecimiento, en dos grupos:

- ❖ MESÓFILOS: Con un óptimo de 20 – 30 °C, están formados por una o varias cepas de *Streptococcus lactis* sub sp. *Diacetylactis* y *Leuconostoc spp.*
- ❖ TERMÓFILOS: Con un óptimo de 37 – 45 °C, se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (45 – 54 °C), y están formados por

una o varias cepas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* y *Lactobacillus lactis*.

### **2.7.2 COLORANTE ACHIOTE**

El colorante obtenido de las semillas de achiote (*Bixa orellana*), está compuesto en su mayoría por el carotenoide bixina, que se utiliza en la industria láctica, cárnica, condimentaria, cosmética, farmacéutica, etc.; es un colorante natural exento de certificación. La extracción más rudimentaria se basa en un lavado con agua en ebullición y a escala industrial se ha implementado un proceso de extracción alcalino que es de fácil aplicación, pero que tiene el inconveniente de que el producto final contiene al máximo 30 a 40% de pigmentos (*Vázquez, 2001*).

### **2.7.3 CLORURO DE CALCIO**

El cloruro de calcio se utiliza para corregir los problemas de coagulación que se presentan en la leche almacenada por largo tiempo en refrigeración y en la leche pasteurizada. Su uso permite disminuir las pérdidas de rendimiento en estos casos y permite obtener una cuajada más firme y coherente al reponer en la leche fresca los iones libres de calcio destruidos durante su tratamiento térmico, a la vez que permite acortar el tiempo de coagulación. La dosis máxima a utilizar es del 0,02 % (1 gramo por cada 5 litros de leche). Una dosis excesiva conduce a una cuajada dura y quebradiza y con sabor amargo. También es usado como estabilizante del pH en una solución (*PPE, 2015*).

### **2.7.4 CUAJO**

El cuajo o renina es una enzima segregada por la mucosa del estómago de los rumiantes jóvenes alimentados con leche (terneros, corderos, etc.) también se encuentra en los tejidos de ciertos vegetales (alcachofas, guisantes, etc.) y en sustancias elaboradas por numerosos microorganismos (micrococos *licuefasciens*, *bacillus subtilis*, entre otros), se encuentran similares (*Cuéllar, 2008*).

## **2.8 ETAPAS RELEVANTES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO**

Para la elaboración de queso tipo Dambo ahumado se toma en cuenta la etapa de pre-maduración, coagulación, ahumado y maduración.

### **2.8.1 PRE – MADURACIÓN**

Cuando la leche es sometida a tratamiento térmico (pasterización), se hace necesario el agregado de fermento que aporta a las bacterias beneficiosas y necesarias para llevar a cabo la fermentación. El proceso de fermentación mejora las condiciones para la formación de la cuajada junto a otros aditivos (*Freire, 2015*).

### **2.8.2 COAGULACIÓN**

La coagulación puede ser de dos tipos: ácida y enzimática, en la ácida la acidificación de la leche puede llevarse a cabo añadiendo ácidos orgánicos (láctico, cítrico, acético) a la materia prima (*Gutiérrez y Sánchez, 2012*).

La coagulación enzimática es el método más utilizado, durante este proceso se lleva a cabo una transformación de la caseína por parte de enzimas, las cuales separan a la caseína en un 95 % de paracaseína y un 5 % de proteínas del suero, después se unirán la paracaseína y el calcio formando el paracaseinato de calcio y fosfato provocando esto la consistencia gelatinosa de la leche (*Gutiérrez y Sánchez, 2012*).

### **2.8.3 AHUMADO**

El ahumado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos que se conocen para la conservación de los mismos. Las modernas técnicas de la industria alimentaria han relegado a un segundo plano esta acción conservadora a pesar de que se sigue valorando su acción bacteriostática y antioxidante (*Fresno et al, 2002*).

El ahumado se define como el procedimiento por el que se aplica a los alimentos humo para conferir sabor a éstos y reforzar su color, olor o ambos, pudiendo prolongar la vida de anaquel de los mismos (*Norma Oficial Mexicana, 2005*).

Por lo cual, el humo tiene una acción sobre el flavor, el color y la conservación de la materia alimenticia ahumada (*Gutiérrez, 2000*).

Consiste en exponer los alimentos a la acción del humo producido por la combustión lenta de trozos de leña, virutas o aserrín de madera, bajo la acción del calor desprendido por la combustión. El alimento se deseca y al mismo tiempo se impregna con los productos químicos del humo que le confieren al alimento una coloración particular, un aroma y sabor agradable (*Hernández y Solórzano, 2005*).

### **2.8.3.1 TIPOS DE AHUMADO**

Según (*Aguilar, 2012*), el método de ahumado se puede realizar en dos formas:

- **Ahumado en frío:** Este método utiliza frecuentemente una temperatura inferior a los 30°C. Este proceso suele tener una duración bastante prolongada, y, por consiguiente, puede implicar pérdidas a menudo elevadas (*Aguilar, 2012*).
- **Ahumado en caliente:** En esta modalidad, el producto recibe un calentamiento, y bajo estas condiciones de calor se expone el alimento a la acción de humos densos y calientes, muy húmedos y fuertemente agitados (*Aguilar 2012*). La temperatura puede llegar a los 80 °C, por lo que finalmente se obtiene un producto con un cierto grado de cocción, y el proceso, por lo general, dura de 30 a 60 minutos (*Fuentes, 2007*).
- **Ahumado químico:** Para el ahumado químico se utiliza humo líquido, en polvo y sistemas de ahumado más complejos como cámaras de ahumado en frío, mediante la aplicación de gas carbónico. Estos métodos, generalmente, son utilizados a nivel industrial para procesamientos de grandes cantidades de materia prima (*Hernández y Solórzano, 2005*).

### 2.8.3.2 CLASIFICACIÓN DEL AHUMADO

El ahumado puede ser:

**Natural:** Se trata del ahumado artesanal que se lleva a cabo mediante la combustión lenta de trozos de leña con la ayuda de un equipo ahumador rudimentario (*Hernández y Solórzano, 2005*).

**Artificial:** Se realiza mediante la adición de sustancias químicas que proporcionan al alimento un intenso sabor a humo; son obtenidas por medio de la concentración y sintetización de algunos productos fenólicos (*Hernández y Solórzano, 2005*).

### 2.8.3.3 MADERAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE AHUMADO

El humo debe ser producido por medio de madera verde o húmeda, que se consumen lentamente, sin llama; despidiendo mucho humo y poco calor. Con el humo producido por maderas duras muy aromáticas se obtienen excelentes resultados. El humo se produce en hornos de aserrín que han de ser recargados regularmente para conseguir un producto uniforme. Las maderas duras, son las más utilizadas ya que producen un aroma superior al que se obtiene con maderas tiernas. La influencia de la naturaleza del aserrín, maderas y plantas utilizadas en el proceso de ahumado sobre las calidades de los productos tratados se detallan a continuación en la tabla 2.7 (*Martínez y Terán, 2011*):

**Tabla 2.7**  
**Maderas utilizadas en el proceso de ahumado**

Especies	Color e intensidad	Sabor	Aspectos particulares
<b>Maderas duras (mejores)</b>			
<b>Roble</b>	Amarillo fuerte a pardo	Excelente	Ahumado muy denso y superior
<b>Eucalipto</b>	Amarillo claro	Excelente	Utilizar una mezcla con roble
<b>Laurel</b>	Amarillo fuerte a pardo	Agradable	Coloración rápida
<b>Caoba</b>	Pardo dorado	Agradable	Utilizar en mezcla
<b>Fresno, Álamo, Castaño</b>	Amarillo	Bueno	
<b>Árboles frutales</b>	Amarillo	Bueno	Utilizar en mezcla

**Fuente:** (Martínez y Terán, 2011)

#### 2.8.3.4 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DEL PROCESO DE AHUMADO

El humo, además de favorecer la conservación del alimento y conferirle un aroma, sabor y color característicos, presenta algunos aspectos negativos a nivel toxicológico y nutricional, como son la contaminación por los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y la degradación de aminoácidos. Debido a la enorme preocupación que suscitó el hecho de que los productos ahumados podían contener compuestos con actividad mutagénica y/o cancerígena, se ha prestado mucha atención a la determinación de HAP en alimentos ahumados, especialmente al 3,4-benzo(a)pireno (Fuentes, 2007).

Según (Fuentes, 2007), hoy se sabe que no son los alimentos ahumados los que mayores concentraciones HAP presentan y que, según demostró se puede evitar su formación si se tienen en cuenta ciertas consideraciones:

- Utilización de maderas duras, que producen menos HAP que las blandas y las resinosas.

- Control de la temperatura de combustión de la madera, la cual debe estar comprendida entre 300 y 400 °C, ya que por debajo de 400 °C no se forman HAP.
- Filtración del humo, ya que dependiendo del tipo de generador utilizado se puede filtrar el humo con el objeto de eliminar partículas de alquitrán y algunos componentes nocivos. Además, la sustitución del ahumado tradicional por el empleo de aromas de humo todavía reduce más este riesgo, aunque algunos autores han detectado recientemente la presencia de HAP en algunos aromas comerciales de humo en concentraciones superiores a las permitidas.

#### **2.8.4 MADURACIÓN**

La maduración del queso es la última etapa donde se desarrolla la mayoría de sus principales propiedades organolépticas por acción caseolítica del cuajo y de enzimas bacterianas que hidrolizan la caseína a peptonas de sabor suave, polipéptidos y aminoácidos de sabor y olor pronunciado. Cuando la maduración continua hasta la putrefacción, se forman amoníaco y ácido sulfhídrico (*Bernal et al, 2004*).

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

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

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de queso tipo Dambo ahumado”, se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

### **3.2 EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE LABORATORIO Y UTENSILIOS DE COCINA**

Para la elaboración de queso tipo Dambo ahumado se utilizó materiales y equipos del Laboratorio Taller de Alimentos “LTA” dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” según el siguiente detalle:

#### **3.2.1 EQUIPOS DE LABORATORIO**

Los equipos de laboratorio utilizados para el presente trabajo de investigación se describen a continuación:

##### **3.2.1.1 REFRIGERADOR**

En la figura 3.1 se muestra el refrigerador, utilizado para realizar la etapa de maduración y almacenamiento de queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 3.1**  
**Refrigerador**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

Las especificaciones técnicas del refrigerador se detallan en la tabla 3.1

**Tabla 3. 1**  
**Especificaciones técnicas del refrigerador**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Marca	Venax
Modelo	VNX - 160
Voltaje nominal	220 – 240 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Corriente nominal	0,6 A
Potencia de entrada total	90 W
Potencia nominal de la lámpara	10 W
Refrigerante	R600a (20 g)
Peso neto	32 kg
Capacidad neta	118 L
Ciclopentano	Sí

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### **3.2.1.2 COCINA INDUSTRIAL**

En la figura 3.2 se muestra la cocina a gas licuado, utilizada en la etapa de pasteurización de la leche.

**Figura 3. 2**  
**Cocina industrial**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.2 se detallan las especificaciones técnicas de la cocina industrial.

**Tabla 3.2**  
**Especificaciones técnicas de la cocina industrial**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Material	Acero inoxidable
Numero de hornallas	2

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### **3.2.1.3 ENVASADORA AL VACÍO**

En la figura 3.3 se muestra la envasadora al vacío, utilizada en la etapa de envasado de queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 3.3**  
**Envasadora al vacío**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.3 se detallan las especificaciones técnicas de la envasadora al vacío.

**Tabla 3.3**  
**Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Marca	PLANAGRO S.R.L.
Modelo	POLINOX
Serie	PEV - 5064
Voltaje	
CAP.	3 CICLOS
Año de fabricación	2014

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

#### **3.2.1.4 PRENSA MANUAL**

En la figura 3.4 se muestra la prensa manual, utilizada en la etapa de prensado de queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 3. 4**  
**Prensa manual**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.4 se detallan las especificaciones técnicas de la prensa manual.

**Tabla 3.4**  
**Especificaciones técnicas de la cocina industrial**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Material	Metal
Capacidad	1 kg
Industria	Boliviana

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### **3.2.1.5 HORNO AHUMADOR**

En la figura 3.5 se muestra al horno ahumador, utilizado en la etapa de ahumado de la elaboración del queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 3.5**  
**Horno ahumador**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.5 se detallan las especificaciones técnicas del horno ahumador.

**Tabla 3.5**  
**Especificaciones técnicas del horno ahumador**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
N° de fabricación	050 61239
Temperatura máx.	100 °C
Voltios	220
Tipo de horno	AHU
Fases	3
Kws	13
Amperio	-

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

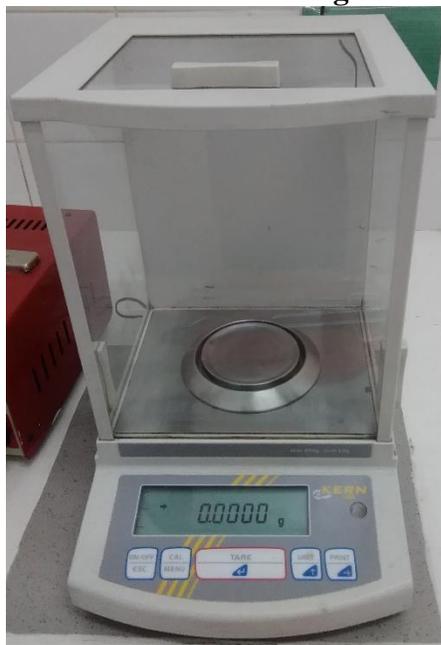
### 3.2.2 INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Los instrumentos de laboratorio utilizados para el presente trabajo de investigación se describen a continuación:

### 3.2.2.1 BALANZA ANALÍTICA DIGITAL

En la figura 3.6, se muestra la balanza analítica digital, necesaria para pesar los insumos utilizados en la elaboración del queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 3.6**  
**Balanza analítica digital**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.6 se detallan las especificaciones técnicas de la balanza analítica digital.

**Tabla 3.6**  
**Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Tipo	ABS 220 - 4
Marca	KERN
Capacidad	220 g
Legibilidad	0,1 mg

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### 3.2.2.2 BALANZA DIGITAL

En la figura 3.7, se muestra la balanza digital, utilizada para pesar el queso tipo Dambo.

**Figura 3.7**  
**Balanza digital**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.7 se detallan las especificaciones técnicas de la balanza digital.

**Tabla 3.7**  
**Especificaciones técnicas de la balanza digital**

Especificaciones	Detalle
Marca	METTER TOLEDO
Modelo	PB 1502
Potencia	5 W
Capacidad mínima – máxima	0,5 g – 1510 g
Error	0,01 g

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### 3.2.2.3 REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

En la figura 3.8, se muestra el refractómetro de bolsillo instrumento utilizado para medir los sólidos solubles durante el control de calidad de la leche.

**Figura 3.8**  
**Refractómetro de bolsillo**



**Fuente:** (L.T.A., 2018)

En la tabla 3.8 se detallan las especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo.

**Tabla 3.8**  
**Refractómetro de bolsillo**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Escala de medición	0,0 - 30%
Exactitud de medición	°Brix = 0,2 % (10 - 30°C)
Volumen de muestra	10 µl o más
Clase de protección internacional	IP65P Protección al polvo y chorros de agua (excepto ocular)
Tamaño y peso	3,3 x 3,3 x 20,4 cm, 160 g

**Fuente:** (L.T.A., 2018)

### 3.2.3. MATERIAL DE LABORATORIO

En la tabla 3.9 se detalla el material de laboratorio utilizado durante el desarrollo del trabajo de investigación.

**Tabla 3.9**  
**Materiales de laboratorio**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Calidad</b>
Filtrador	1	Mediano	Plástico
Bureta	1	25 ml	Vidrio
Vasos precipitados	1	250 ml	Vidrio
Matraz Erlenmeyer	3	50 ml	Vidrio
Probeta	1	50 ml	plástico
Espátula	1	normal	metálico
Soporte universal	1	normal	metálico
Termómetro de alcohol	1	normal	vidrio
Piseta	1	normal	plástico
Pipeta	1	1 ml	vidrio
Pipeta	1	10 ml	vidrio
Paleta de mastitis	1	normal	plástico
Jarra graduada	1	500 ml	plástico
Jarra graduada	3	1lt	plástico

**Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.2.4. UTENSILIOS DE COCINA

En la tabla 3.10 se detallan los utensilios de cocina necesarios para la elaboración del trabajo de investigación.

**Tabla 3. 10**  
**Utensilios de cocina**

Utensilio	Cantidad	Capacidad	Calidad
Olla	1	5 L	Acero inoxidable
Olla	1	3,50 L	Acero inoxidable
Envases	20	500 g	Termocontraible
Cucharón	1	Normal	Acero inoxidable
Espátula	1	Normal	Madera
Cucharillas	3	Pequeño	Acero inoxidable
Moldes	2	250 g	Plástico
Vasos	3	Pequeño	Desechables
Cuchillo	1	Mediano	Acero inoxidable

**Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.3 MATERIA PRIMA (LECHE CRUDA)

La materia prima utilizada para realizar el trabajo de investigación fue leche cruda obtenida del proveedor de la granja Lujan del departamento de Tarija (Cercado).

### 3.4 INSUMOS ALIMENTARIOS

En la tabla 3.11 se detallan los insumos alimentarios que se utilizaron para la elaboración del queso tipo Dambo ahumado.

**Tabla 3.11**  
**Insumos alimentarios**

Insumo	Estado	Procedencia	Marca
Cloruro de calcio	sólido	Tarija	Solfiqar
Cultivos lácteos	sólido	Santa cruz	Biototal
Cuajo	sólido	Santa cruz	Biototal
Sal	sólido	Tarija	
Achiote	líquido	Santa cruz	Biototal

**Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.5 REACTIVOS QUÍMICOS DE LABORATORIO

En la tabla 3.12 se detallan los reactivos utilizados en la etapa de pre-maduración del queso tipo Dambo ahumado.

**Tabla 3.12**  
**Reactivos químicos de laboratorio**

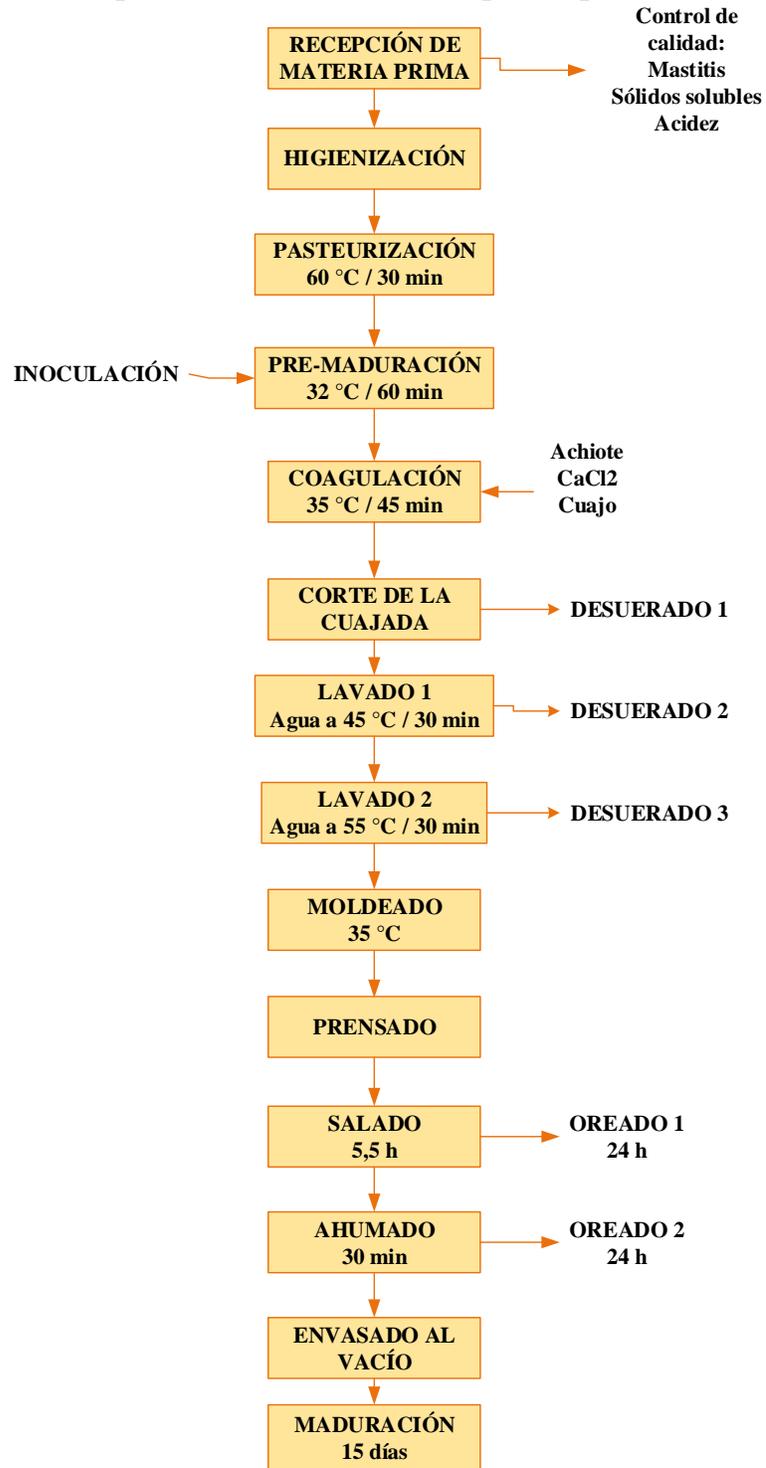
<b>Reactivos</b>	<b>Concentración</b>	<b>Unidad</b>	<b>Industria</b>
Solución de NaOH	0,1 N	ml	Argentina
Fenolftaleína	5	%	Argentina
Agua destilada	-	-	-

**Fuente:** *(Elaboración propia)*

### **3.6 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO**

En la figura 3.9 se muestra el diagrama de bloques del proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado, proceso adaptado de *(Calla y Sánchez, 2011)*.

**Figura 3.9**  
**Diagrama de proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado**



**Fuente:** (Elaboración propia)

### **3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO**

Los pasos a seguir durante el proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado se detallan a continuación:

#### **3.6.1.1 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Para realizar el proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado, se analizó los siguientes parámetros en la leche:

**Determinación de sólidos totales:** se realizó con un refractómetro de bolsillo, el cual dio un resultado de la muestra entre 9,00 – 10,00 °Brix.

**Determinación de mastitis:** se utilizó tres gotas de indicador Reactimast con 2 ml de leche, dando un resultado negativo, es decir libre de presencia de mastitis.

#### **3.6.1.2 HIGIENIZACIÓN DE LA LECHE**

Se llevó a cabo utilizando un tamiz de plástico para evitar el paso de partículas extrañas en la etapa de pasteurización.

#### **3.6.1.3 PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE**

Una vez higienizada la leche se trasvasa a un recipiente de acero inoxidable para iniciar el tratamiento térmico, el cual consistió en elevar la temperatura de la leche a 60°C con un tiempo de retención de 30 minutos, de esta manera eliminar parte de la carga microbiana y obtener una leche inocua.

#### **3.6.1.4 PRE - MADURACIÓN DE LA LECHE**

La etapa de pre-maduración debe pasar por dos pasos previos:

- **Atemperado:** culminada la etapa de pasteurización se atempera la leche de 60 °C a 32 °C, temperatura adecuada para que puedan actuar de manera óptima el cultivo láctico que se añade.

- **Inoculación:** se realizó en condiciones totalmente asépticas, iniciando con el pesado del cultivo láctico en un recipiente de plástico previamente desinfectado con alcohol al 70 %, luego de realizar el pesaje se diluyó con una cantidad de leche atemperada a 32 °C disolviendo en su totalidad las bacterias lácticas y así incorporarlas a la leche para facilitar la disolución.

Una vez concluido el atemperado y la inoculación, comienza la etapa de pre-maduración (fermentación láctica de la leche) durante 60 minutos.

Al finalizar el tiempo indicado de pre-maduración se tomó muestra de leche para realizar el control de acidez correspondiente.

#### **3.6.1.5 COAGULACIÓN DE LA LECHE**

Al transcurrir los 60 minutos de pre-maduración se prosiguió a añadir el colorante achiote (líquido) y el cloruro de calcio (diluido) a la leche, posteriormente se atemperó a 35 °C, temperatura necesaria para añadir el cuajo enzimático (diluido y activado) y dejar reposar durante 45 minutos donde el cuajo actúa para obtener la cuajada correspondiente.

#### **3.6.1.6 CORTE DE LA CUAJADA**

Después de la etapa de coagulación se realizó el corte de la cuajada, el tamaño del corte fue aproximadamente de 20 milímetros.

A continuación, se comenzó a remover durante 10 minutos obteniendo un grano de tamaño mediano y así drenar parte del suero en un porcentaje del 50 % (desuerado 1).

#### **3.6.1.7 LAVADO DE LA CUAJADA (1)**

Para realizar el lavado 1 se adicionó agua a 45 °C en un porcentaje del 50 % (reponiendo el porcentaje del desuerado 1), el lavado fue durante 30 minutos y la consistencia de la cuajada que se obtuvo fue semiblanda, al concluir el tiempo se eliminó nuevamente el 50 % del suero (desuerado 2).

### **3.6.1.8 LAVADO DE LA CUAJADA (2)**

En el lavado 2 se repuso nuevamente 50 % de agua y en esta etapa la temperatura fue de 55 °C, el tiempo de lavado fue durante 30 minutos y al concluir este tiempo se realizó la última eliminación del suero (desuerado 3). La consistencia de la cuajada se mantuvo semiblanda.

### **3.6.1.9 MOLDEADO DE LA CUAJADA**

Previo al moldeado de la cuajada se eliminó el 70 a 80 % restante del suero, luego se atemperó la cuajada a 35 °C para llenar en moldes de 250 gramos.

### **3.6.1.10 PRENSADO DEL QUESO**

El prensado se llevó a cabo con una prensa manual, en la cual se introdujeron los moldes aplicando un peso aproximadamente de 10 kg durante 3 horas. Los moldes se cubrieron adecuadamente para evitar la contaminación.

### **3.6.1.11 SALADO DEL QUESO**

Después del prensado los quesos se introdujeron en una solución de salmuera al 18 % durante 5,5 horas y posteriormente un oreado de 24 horas.

### **3.6.1.12 AHUMADO DEL QUESO**

El ahumado se realizó en el horno ahumador durante 30 minutos a 37 °C con 300 gramos de viruta de roble.

### **3.6.1.13 ENVASADO DEL QUESO**

Previo al envasado se realiza el oreado de quesos durante 24 horas, para así envasar al vacío en bolsas Termocontraible.

### **3.6.1.14 MADURACIÓN DEL QUESO**

Los quesos maduran durante 15 días a una temperatura de 12 – 14 °C.

### 3.7 METODOLOGÍA PARA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Para la obtención de los resultados experimentales se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima y producto terminado, conjuntamente se realiza la evaluación sensorial y diseño experimental.

#### 3.7.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 3.13 se describen los parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica de la leche cruda, realizada en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.13**  
**Caracterización fisicoquímica de la leche**

Parámetro	Método	Unidad
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%
Materia Grasa	NB 228:98	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Fibra	Gravimétrico	%
Cenizas	NB 39034:10	%
Humedad	NB 313010:05	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
Calcio total	Absorción atómica	mg/ L

**Fuente:** (CEANID, 2018)

#### 3.7.2 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 3.14 se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica de la leche cruda, realizada en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.14**  
**Caracterización microbiológica de la leche**

Parámetro	Método	Unidad
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	NB 32003:05	UFC/g
Mohos y levaduras	NB32006:03	UFC/g

**Fuente:** (CEANID, 2017)

### 3.7.3 ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria (Ureña, 1999).

En la tabla 3.15 se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas para caracterizar las propiedades organolépticas durante el trabajo de investigación.

**Tabla 3.15**  
**Evaluaciones sensoriales**

<b>Evaluación sensorial</b>	<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Test</b>
Muestra patrón	Sabor	20 jueces no entrenados	Test 1 (Anexo A1)
	Aroma		
	Color		
	Textura		
	Aceptabilidad		
Muestra preliminar	Sabor	20 jueces no entrenados	Test 2 (Anexo A2)
	Aroma		
	Aceptabilidad		
Pruebas experimentales para obtención de queso tipo Dambo	Color	20 jueces no entrenados	Test 3 (Anexo A3)
	Aroma		
	Apariencia		
	Sabor		
	Textura		
Muestra final	Color	20 jueces no entrenados	Test 4 (Anexo A4)
	Aroma		
	Apariencia		
	Sabor		
	Textura		
Tiempo de ahumado	Color	30 jueces no entrenados	Test 5 (Anexo A5)
	Olor		
	Aroma		
	Sabor		
Características organolépticas de producto terminado	Color	20 jueces no entrenados	Test 6 (Anexo A6)
	Olor		
	Aroma		
	Sabor		
	Textura		

**Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.7.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras (*Pulido y Salazar, 2008*).

El diseño factorial utilizada en el trabajo experimental, se muestra en la ecuación:

$$2^k \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Dónde:

- $2 = \text{Numero de niveles}$
- $k = \text{Número de variables}$

### 3.7.5 DISEÑO FACTORIAL $2^k$

Por diseño factorial se entiende que en cada ensayo o replica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los factores (*Montgomery, 2004*). El efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor (*Montgomery, 2004*).

Con el diseño factorial  $2^3$  se estudian tres factores en dos niveles cada uno. Consta de 8 tratamientos diferentes. La matriz de diseño se obtiene fácilmente alterando el signo menos y el signo más en la primera columna, dos menos y dos más en la segunda columna, y cuatro menos y cuatro más en la tercera; el diseño resulta acomodado en el orden estándar o de yates (*Pulido y Salazar, 2008*).

### 3.7.6 DISEÑO FACTORIAL $2^3$ EN LA ETAPA DE PRE-MADURACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO

Para efectuar el diseño experimental en la etapa de pre-maduración de queso tipo Dambo ahumado, se aplicó de acuerdo a la ecuación 3.1.

El diseño experimental corresponde a:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba}$$

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- Porcentaje de cultivo (C) (A) = 2 Niveles
- Temperatura de pre-maduración (T) (B) = 2 Niveles
- Tiempo de pre-maduración (t) (C) = 2 Niveles

En la tabla 3.16 extraído del (Anexo D) y tabla D.1 se muestra la matriz del diseño experimental aplicado en la etapa de pre-maduración, para la elaboración de queso tipo Dambo ahumado, compuesta por tres variables: porcentaje de cultivo (A), temperatura de pre-maduración (B) y tiempo de pre-maduración (C).

**Tabla 3.16**  
**Matriz experimental en la etapa de pre-maduración para la elaboración de queso tipo Dambo**

Combinación de tratamientos	Variables			Interacciones				Réplicas	
	C	T	t	CT	Ct	Tt	CTt	I	II
(1)	-	-	-	+	+	+	-	$Y_1$	$Y_{11}$
A	+	-	-	-	-	+	+	$Y_2$	$Y_{12}$
B	-	+	-	-	+	-	+	$Y_3$	$Y_{13}$
Ab	+	+	-	+	-	-	-	$Y_4$	$Y_{14}$
C	-	-	+	+	-	-	+	$Y_5$	$Y_{15}$
Ac	+	-	+	-	+	-	-	$Y_6$	$Y_{16}$
Bc	-	+	+	-	-	+	-	$Y_7$	$Y_{17}$
Abc	+	+	+	+	+	+	+	$Y_8$	$Y_{18}$

**Fuente:** (Elaboración propia)

Dónde:

$$Y_j = \text{acidez expresada en grados Dornic}$$

En la tabla 3.17, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), aplicados en la etapa de pre-maduración.

**Tabla 3.17**  
**Niveles de variación de los factores en la etapa de pre-**  
**maduración de queso tipo Dambo**

<b>Variables</b>	<b>Nivel superior</b>	<b>Nivel inferior</b>
Cultivo R 704	80%	60%
Temperatura	32 °C	30 °C
Tiempo	60 min	30 min

**Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.7.7 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 3.18 se describen los parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica de queso tipo Dambo ahumado, realizada en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.18**  
**Caracterización fisicoquímica del producto terminado**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Fibra	Gravimétrico	%
Ceniza	NB 39034:10	%
Humedad	NB 313010:05	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
Calcio	Absorción atómica	mg/ 100g

**Fuente:** (CEANID, 2018)

### 3.7.8 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 3.19 se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización microbiológica de queso tipo Dambo ahumado, realizada en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.19**  
**Caracterización microbiológica del producto**

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
<b>Coliformes totales</b>	NB 32005:02	UFC/g
<b>Bacterias aerobias mesófilas</b>	NB 32003:05	UFC/g
<b>Mohos y levaduras</b>	NB 32006:03	UFC/g

**Fuente:** (CEANID, 2018)

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS**  
**RESULTADOS**

## 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para determinar las características de la materia prima, se tomaron en cuenta las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda.

### 4.1.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.1 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico de la leche cruda extraído del (Anexo H), que fue realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

**Tabla 4.1**  
**Características fisicoquímicas de la leche cruda**

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteína total (Nx6,38)	%	2,66
Grasa	%	4,40
Hidratos de carbono	%	6,16
Ceniza	%	0,67
Humedad	%	86,61
Valor energético	Kcal/100g	74,88
Fibra	%	n.d
Calcio total	mg/ L	1083

**Fuente:** (CEANID, 2018)

En la tabla 4.1 se observan los resultados fisicoquímicos de la leche cruda donde el contenido de proteína total es de 2,66%; grasa 4,40 %; hidratos de carbono 6,16 %, ceniza 0,67%, humedad 86,61%; valor energético de 74,88 kcal/100g, calcio total 1083 mg/L.

### 4.1.2 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.2 se muestran los resultados del análisis microbiológico de la leche cruda, datos extraídos de (Anexo H), realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

**Tabla 4.2**  
**Caracterización microbiológica de la leche cruda**

Parámetros	Unidad	Resultados
Mohos y levaduras	UFC/g	$8,8 \times 10^2$
Coliformes totales	UFC/g	$5,0 \times 10^2$
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$6,2 \times 10^5$

**Fuente:** (CEANID, 2017)

En la tabla 4.2 se observan los resultados del análisis microbiológico de la leche cruda, donde el contenido de mohos y levaduras es de  $8,8 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales  $5,0 \times 10^2$  UFC/g y bacterias aerobias mesófilas de  $6,2 \times 10^5$  UFC/g.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO

Para caracterizar las variables de proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

### 4.2.1 DETERMINACIÓN DE MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.3 se detalla las marcas de queso tipo Dambo utilizadas para realizar la elección de la muestra patrón; se tomó dos muestras de procedencia Argentina (SanCor y La Paulina) y una muestra nacional (PIL ANDINA).

**Tabla 4.3**  
**Muestras patrón de queso tipo Dambo**

Muestra	Marca
QDP1	SanCor
QDP2	La Paulina
QDP3	PIL ANDINA

**Fuente:** (Elaboración propia)

Los parámetros tomados en cuenta para evaluar las muestras son: sabor, aroma, color, textura y aceptabilidad; para lo cual se realizó una evaluación sensorial a escala hedónica de siete puntos para valorar el grado de aceptación del producto, para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados.

#### 4.2.1.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.4, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo textura, datos extraídos (Anexo C) y tabla C.1.

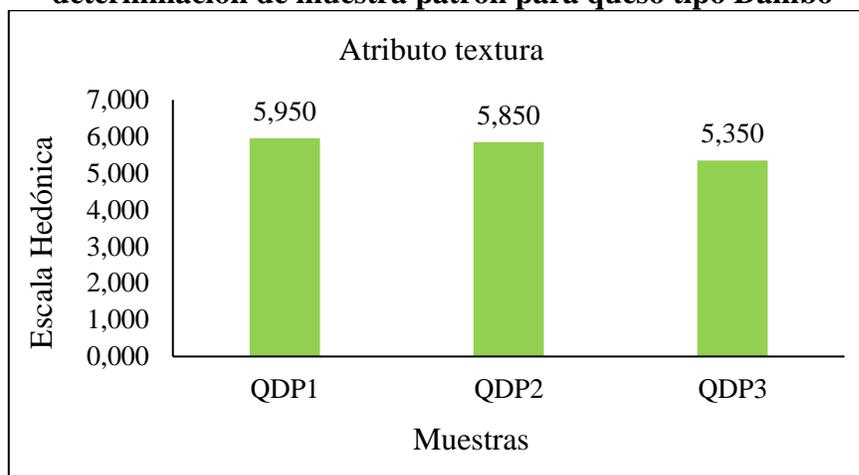
**Tabla 4.4**  
**Evaluación sensorial del atributo textura en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS		
	QDP1	QDP2	QDP3
1	6,000	6,000	4,000
2	7,000	5,000	7,000
3	7,000	6,000	6,000
4	7,000	6,000	6,000
5	7,000	7,000	5,000
6	5,000	7,000	7,000
7	5,000	6,000	7,000
8	4,000	6,000	5,000
9	6,000	6,000	6,000
10	6,000	7,000	4,000
11	6,000	4,000	2,000
12	7,000	3,000	1,000
13	6,000	5,000	5,000
14	5,000	6,000	6,000
15	6,000	7,000	6,000
16	6,000	6,000	7,000
17	7,000	6,000	5,000
18	5,000	6,000	6,000
19	6,000	6,000	7,000
20	5,000	6,000	5,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	119,000	117,000	107,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	723,000	703,000	623,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,950	5,850	5,350

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.1 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura obtenidos en la tabla 4.4, para elegir la muestra patrón de queso tipo Dambo.

**Figura 4.1**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura en la**  
**determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.1 se puede observar que la muestra QDP1 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,95 para el atributo de textura; las muestras QDP2 (5,85), QDP3 (5,35), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.2.1.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.5 se muestra el análisis de varianza del atributo textura para elegir muestra patrón de queso tipo Dambo, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.2.

**Tabla 4.5**  
**Análisis de varianza del atributo textura en la determinación de muestra patrón**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	88,183	59,000				
Muestras (A)	4,133	2,000	2,067	1,575	3,245	No Significativo
Jueces (B)	34,183	19,000	1,799	1,371	1,867	No Significativo
Error	49,867	38,000	1,312			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.5 el valor  $F_{cal} (1,575) < F_{tab} (3,245)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que

cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDP1 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

#### 4.2.1.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.6, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color, datos extraídos (Anexo C) y tabla C.3.

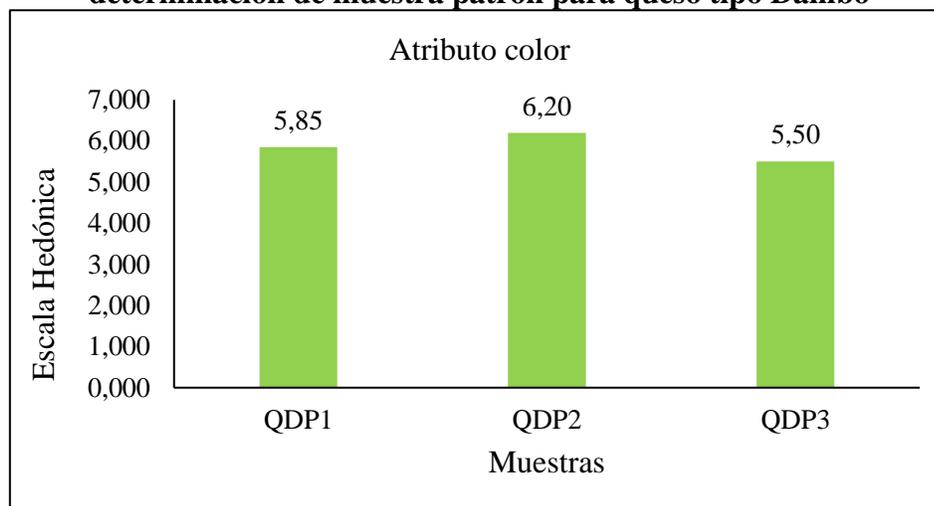
**Tabla 4.6**  
**Evaluación sensorial del atributo color en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS		
	QDP1	QDP2	QDP3
1	7,000	6,000	5,000
2	6,000	7,000	6,000
3	6,000	5,000	7,000
4	7,000	5,000	6,000
5	6,000	7,000	6,000
6	7,000	6,000	5,000
7	5,000	7,000	6,000
8	5,000	7,000	4,000
9	6,000	7,000	5,000
10	5,000	7,000	5,000
11	6,000	5,000	1,000
12	4,000	4,000	4,000
13	6,000	5,000	5,000
14	6,000	7,000	7,000
15	6,000	7,000	5,000
16	5,000	7,000	6,000
17	6,000	7,000	6,000
18	6,000	7,000	7,000
19	6,000	5,000	7,000
20	6,000	6,000	7,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	117,000	124,000	110,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	695,000	788,000	644,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,850	6,200	5,500

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.2 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color obtenidos en la tabla 4.6, para elegir la muestra patrón de queso tipo Dambo.

**Figura 4.2**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color en la**  
**determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.2 se puede observar que la muestra QDP2 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,20 para el atributo de color; las muestras QDP1 (5,85), QDP3 (5,50), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.2.1.4 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.7 se muestra el análisis de varianza del atributo color para elegir muestra patrón de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.4.

**Tabla 4.7**  
**Análisis de varianza del atributo color en la determinación de muestra patrón**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	73,650	59,000				
Muestras (A)	4,900	2,000	2,450	2,381	3,245	No Significativo
Jueces (B)	29,650	19,000	1,561	1,517	1,867	No Significativo
Error	39,100	38,000	1,029			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.7 el valor  $F_{cal} (2,381) < F_{tab} (3,245)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDP2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

#### 4.2.1.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.8, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.5.

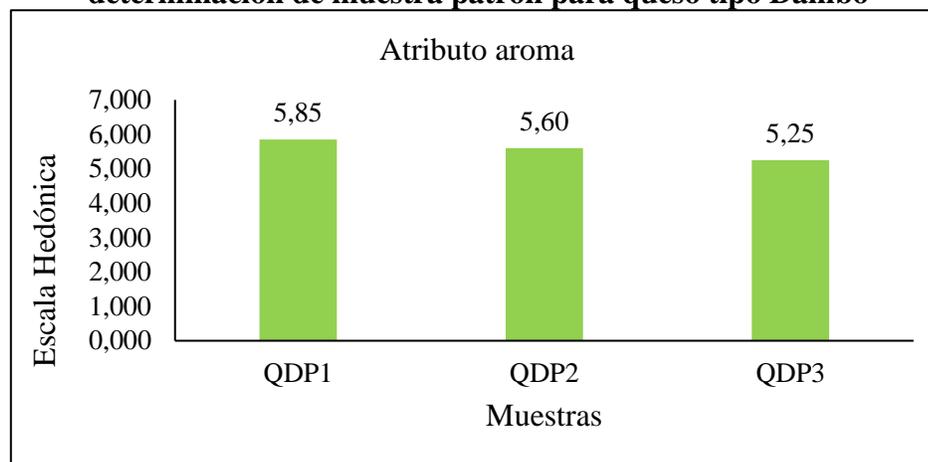
**Tabla 4.8**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS		
	QDP1	QDP2	QDP3
1	4,000	5,000	5,000
2	6,000	6,000	7,000
3	5,000	7,000	5,000
4	7,000	6,000	6,000
5	7,000	6,000	6,000
6	7,000	5,000	5,000
7	4,000	6,000	6,000
8	6,000	6,000	5,000
9	7,000	6,000	6,000
10	5,000	6,000	5,000
11	7,000	3,000	4,000
12	6,000	6,000	3,000
13	5,000	5,000	5,000
14	6,000	7,000	6,000
15	6,000	6,000	5,000
16	6,000	5,000	5,000
17	7,000	6,000	6,000
18	6,000	5,000	6,000
19	5,000	5,000	4,000
20	5,000	5,000	5,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	117,000	112,000	105,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	703,000	642,000	567,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,850	5,600	5,250

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.3 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma obtenidos en la tabla 4.8, para elegir la muestra patrón de queso tipo Dambo.

**Figura 4.3**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma en la**  
**determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.3 se puede observar que la muestra QDP1 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,85 para el atributo de aroma; las muestras QDP2 (5,60), QDP3 (5,25), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.9 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para elegir muestra patrón de queso tipo Dambo, extraídos del (Anexo C) y tabla C.6.

**Tabla 4.9**  
**Análisis de varianza del atributo aroma en la determinación de muestra patrón**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	52,733	59,000				
Muestras (A)	3,633	2,000	1,817	2,492	3,245	No Significativo
Jueces (B)	21,400	19,000	1,126	1,545	1,867	No Significativo
Error	27,700	38,000	0,729			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.9 el valor  $F_{cal} (2,492) < F_{tab} (3,245)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDP1 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### 4.2.1.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.7.

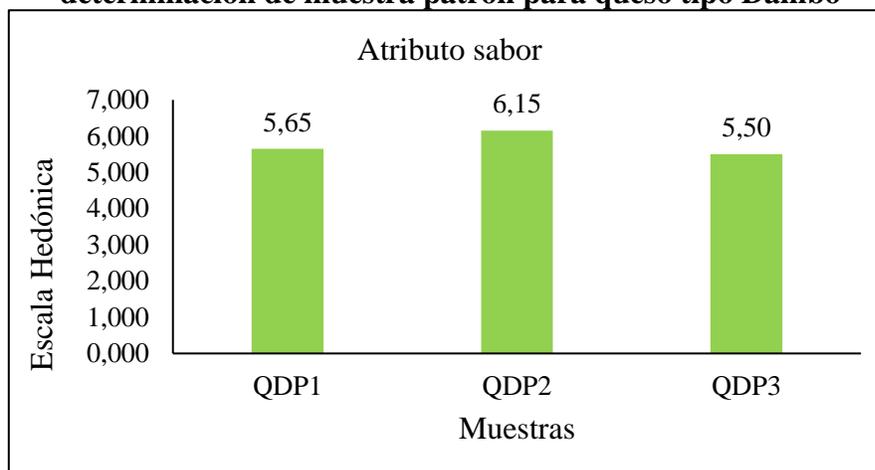
**Tabla 4.10**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS		
	QDP1	QDP2	QDP3
1	4,000	6,000	5,000
2	5,000	6,000	7,000
3	5,000	6,000	6,000
4	7,000	7,000	5,000
5	7,000	6,000	6,000
6	6,000	7,000	6,000
7	4,000	6,000	7,000
8	4,000	7,000	5,000
9	6,000	7,000	6,000
10	6,000	6,000	6,000
11	7,000	4,000	4,000
12	7,000	6,000	2,000
13	6,000	5,000	5,000
14	5,000	7,000	6,000
15	6,000	7,000	5,000
16	5,000	6,000	5,000
17	7,000	6,000	5,000
18	5,000	7,000	7,000
19	6,000	5,000	7,000
20	5,000	6,000	5,000
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	113,000	123,000	110,000
<b><math>\sum (Y_i^2)</math></b>	659,000	769,000	632,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,650	6,150	5,500

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.4 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor obtenidos en la tabla 4.10, para elegir la muestra patrón de queso tipo Dambo.

**Figura 4.4**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor en la**  
**determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.4 se puede observar que la muestra QDP2 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,15 para el atributo de sabor; las muestras QDP1 (5,65), QDP3 (5,50), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.8 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.11 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para elegir muestra patrón de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.8.

**Tabla 4.11**  
**Análisis de varianza del atributo sabor en la determinación de muestra patrón**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	64,733	59,000				
Muestras (A)	4,633	2,000	2,317	1,885	3,245	No Significativo
Jueces (B)	13,400	19,000	0,705	0,574	1,867	No Significativo
Error	46,700	38,000	1,229			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.11 el valor Fcal (1,885) < Ftab (3,245) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDP2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.2.1.9 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.12, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aceptabilidad, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.9.

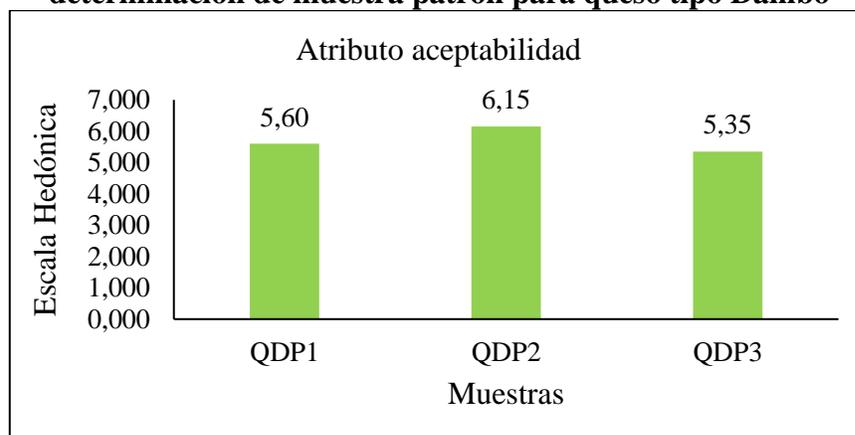
**Tabla 4.12**  
**Evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS		
	QDP1	QDP2	QDP3
1	6,000	6,000	4,000
2	6,000	5,000	7,000
3	5,000	7,000	5,000
4	7,000	6,000	6,000
5	7,000	6,000	6,000
6	6,000	7,000	6,000
7	4,000	6,000	7,000
8	4,000	7,000	5,000
9	6,000	7,000	5,000
10	5,000	7,000	5,000
11	6,000	4,000	2,000
12	6,000	6,000	3,000
13	7,000	6,000	6,000
14	4,000	6,000	6,000
15	6,000	7,000	5,000
16	4,000	6,000	6,000
17	7,000	6,000	5,000
18	5,000	6,000	7,000
19	5,000	6,000	6,000
20	6,000	6,000	5,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	112,000	123,000	107,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	648,000	767,000	603,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,600	6,150	5,350

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.5 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aceptabilidad obtenidos en la tabla 4.12, para elegir la muestra patrón de queso tipo Dambo.

**Figura 4.5**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.5 se puede observar que la muestra QDP2 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,15 para el atributo de aceptabilidad; las muestras QDP1 (5,60), QDP3 (5,35), presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.1.10 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD PARA DETERMINAR MUESTRA PATRÓN DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.13 se muestra el análisis de varianza del atributo aceptabilidad para elegir muestra patrón de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.10.

**Tabla 4.13**  
**Análisis de varianza del atributo aceptabilidad en la determinación de muestra patrón para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	68,600	59,000				
Muestras (A)	6,700	2,000	3,350	2,895	3,245	No Significativo
Jueces (B)	17,933	19,000	0,944	0,816	1,867	No Significativo
Error	43,967	38,000	1,157			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.13 el valor  $F_{cal} (2,895) < F_{tab} (3,245)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces

por la muestra QDP2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aceptabilidad.

Realizada la evaluación sensorial y el análisis estadístico para la elección de muestra patrón se evidencia que no existe diferencia significativa entre las muestras QDP1 (SanCor), QDP2 (La Paulina) y QDP3 (PIL ANDINA). Por lo tanto, se considera la muestra QDP2 (La Paulina) como muestra patrón de queso tipo Dambo, debido a que tiene mayor preferencia por los jueces en los atributos sabor, color y aceptabilidad.

#### **4.2.2 DETERMINACIÓN DE MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.14 se detalla las dosificaciones utilizadas de cultivo lácteo para la elaboración de las muestras preliminares.

**Tabla 4.14**  
**Muestras preliminares**

<b>Muestra</b>	<b>Marca</b>
<b>QD1</b>	100 % cultivo R-704
<b>QD2</b>	60 % cultivo R-704

**Fuente:** *(Elaboración propia)*

Los parámetros tomados en cuenta para evaluar las muestras preliminares son: sabor, aroma y aceptabilidad; para lo cual se realizó una evaluación sensorial a escala hedónica de siete puntos para valorar el grado de aceptación del producto, para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados.

##### **4.2.2.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aceptabilidad, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.11.

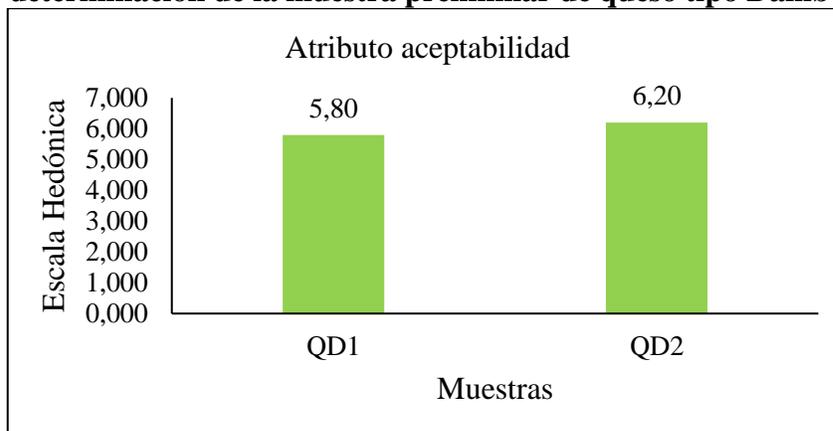
**Tabla 4.15**  
**Evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en la determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QD1	QD2
1	4,000	6,000
2	5,000	6,000
3	5,000	6,000
4	7,000	7,000
5	7,000	6,000
6	6,000	7,000
7	4,000	6,000
8	4,000	7,000
9	6,000	7,000
10	6,000	6,000
11	7,000	4,000
12	7,000	6,000
13	6,000	5,000
14	5,000	7,000
15	6,000	7,000
16	5,000	6,000
17	7,000	6,000
18	5,000	7,000
19	6,000	5,000
20	5,000	6,000
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	113,000	123,000
$\sum (Y_i^2)$	659,000	769,000
$\bar{X}$	5,650	6,150

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.6 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aceptabilidad obtenidos en la tabla 4.15, para elegir la muestra preliminar de queso tipo Dambo.

**Figura 4.6**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aceptabilidad en la determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.6 se puede observar que la muestra QD2 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,20 para el atributo de aceptabilidad; la muestra QD1 (5,80) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.2.2.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.16 se muestra el análisis de varianza del atributo aceptabilidad para elegir muestra preliminar de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.12.

**Tabla 4.16**  
**Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad en la determinación de muestra preliminar para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	64,733	59,000				
Muestras (A)	4,633	2,000	2,317	1,885	3,245	No Significativo
Jueces (B)	13,400	19,000	0,705	0,574	1,867	No Significativo
Error	46,700	38,000	1,229			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.16 el valor  $F_{cal} (1,885) < F_{tab} (3,245)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces

por la muestra QD2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aceptabilidad.

#### 4.2.2.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.13.

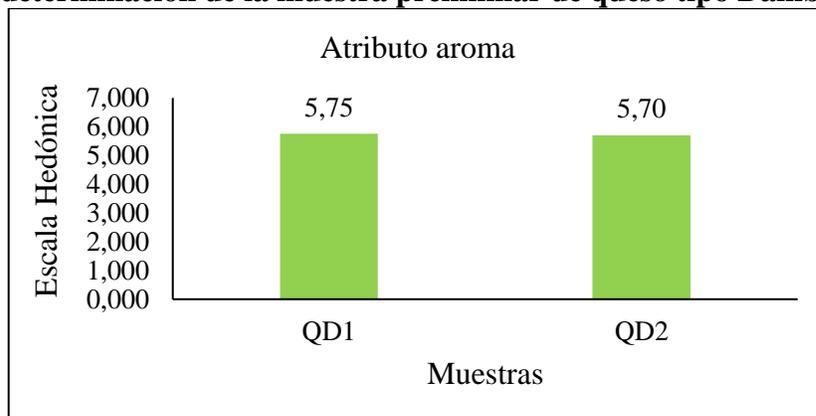
**Tabla 4.17**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma en la determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QD1	QD2
1	5,000	5,000
2	6,000	5,000
3	7,000	6,000
4	6,000	3,000
5	7,000	7,000
6	5,000	7,000
7	6,000	7,000
8	5,000	5,000
9	6,000	7,000
10	6,000	7,000
11	3,000	4,000
12	6,000	6,000
13	7,000	7,000
14	7,000	6,000
15	4,000	4,000
16	7,000	6,000
17	6,000	7,000
18	6,000	6,000
19	6,000	5,000
20	4,000	4,000
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	115,000	114,000
<b><math>\sum (Y_i^2)</math></b>	685,000	680,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,750	5,700

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.7 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma obtenidos en la tabla 4.17, para elegir la muestra preliminar de queso tipo Dambo.

**Figura 4.7**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma en la**  
**determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.7 se puede observar que la muestra QD1 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,75 para el atributo de aroma; la muestra QD2 (5,70) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.2.2.4 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.18 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para elegir muestra preliminar de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.14.

**Tabla 4.18**  
**Análisis de varianza del atributo aroma en la determinación de muestra preliminar**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	53,975	39,000				
Muestras (A)	0,025	1,000	0,025	0,041	4,381	No Significativo
Jueces (B)	42,475	19,000	2,236	3,702	2,168	A P. Duncan
Error	11,475	19,000	0,604			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.18 el valor  $F_{cal} (0,041) < F_{tab} (4,381)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD1 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### 4.2.2.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.19, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.15.

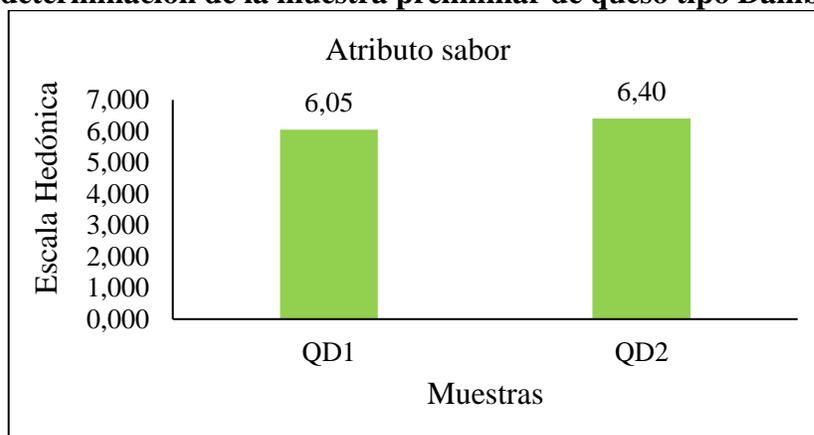
**Tabla 4.19**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor en la determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QD1	QD2
1	6,000	5,000
2	6,000	5,000
3	7,000	6,000
4	7,000	6,000
5	7,000	7,000
6	6,000	7,000
7	7,000	7,000
8	5,000	6,000
9	6,000	7,000
10	6,000	6,000
11	5,000	6,000
12	6,000	7,000
13	6,000	7,000
14	6,000	7,000
15	5,000	6,000
16	6,000	7,000
17	7,000	7,000
18	6,000	7,000
19	5,000	6,000
20	6,000	6,000
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	121,000	128,000
<b><math>\Sigma (Y_i^2)</math></b>	741,000	828,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	6,050	6,400

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.8 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor obtenidos en la tabla 4.19, para elegir la muestra preliminar de queso tipo Dambo.

**Figura 4.8**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor en la**  
**determinación de la muestra preliminar de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.8 se puede observar que la muestra QD2 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,40 para el atributo de sabor; la muestra QD1 (6,05) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### **4.2.2.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR MUESTRA PRELIMINAR DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.20 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para elegir muestra preliminar de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.16.

**Tabla 4.20**  
**Análisis de varianza del atributo sabor en la determinación de muestra preliminar**  
**para queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
<i>Total</i>	18,975	39,000				
<i>Muestras (A)</i>	1,225	1,000	1,225	3,709	4,381	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	11,475	19,000	0,604	1,829	2,168	No Significativo
<i>Error</i>	6,275	19,000	0,330			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.20 el valor  $F_{cal} (3,709) < F_{tab} (4,381)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD2 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

A continuación, se observa en la tabla 4.21 la muestra que más se parece a la muestra patrón, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.17.

**Tabla 4.21**  
**¿Qué muestra se parece a la muestra patrón? Marque con una X**

JUECES	MUESTRAS	
	QD1	QD2
1	X	
2	X	
3	X	
4	X	
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10		x
11		x
12		x
13		x
14		x
15		x
16	X	
17		x
18		x
19		x
20		x
Total	5	15

**Fuente:** (Elaboración propia)

Se puede observar en la tabla 4.21 que la muestra QD2 es la más parecida a la muestra patrón.

Realizada la evaluación sensorial para determinación de muestra preliminar basada en la muestra patrón, se considera que la muestra QD2 (60 % cultivo R-704) tiene mayor aceptación por los jueces, asimismo es la muestra que más se asemeja a la muestra

patrón, por tanto, es la muestra elegida para la aplicación del diseño experimental en el proceso de elaboración de queso tipo Dambo.

#### 4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico tiene como objetivo determinar las variables más significativas al finalizar la etapa de pre-maduración.

#### 4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE PRE-MADURACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE QUESO TIPO DAMBO

Para determinar las variables en la etapa de pre-maduración del queso tipo Dambo, se procedió a realizar el diseño factorial  $2^3$ , donde la variable respuesta es la acidez (grados Dornic). En la tabla 4.22 se detallan los resultados, extraídos (Anexo D) y tabla D.3.

**Tabla 4.22**  
**Resultados del diseño experimental en la etapa de pre-maduración del queso tipo Dambo ahumado**

Corridas	Factores			Réplicas		$Y_i$
	Cultivo lácteo (%)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Y1 (°D)	Y2 (°D)	
(1)	60	30	30	19	18	37
a	80	30	30	17	18	35
b	60	32	30	19	18	37
ab	80	32	30	18	17	35
c	60	30	60	17	19	36
ac	80	30	60	17	18	35
bc	60	32	60	18	19	37
abc	80	32	60	19	19	38
<b>Total</b>				144	146	290

**Fuente:** (Elaboración propia)

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.22, se procedió a realizar el análisis estadístico de la variable respuesta (acidez), en la tabla 4.23 se muestra el análisis de varianza, datos extraídos del (Anexo D) y tabla D.7.

**Tabla 4.23**  
**Análisis de varianza en la etapa de pre-maduración para el diseño 2<sup>3</sup>**

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
Total	9,75	15			
Factor C	1,00	1	1	1,60	5,32
Factor T	1,00	1	1	1,60	5,32
Factor t	0,25	1	0,25	0,40	5,32
Interacción CT	0,25	1	0,25	0,40	5,32
Interacción Ct	1,00	1	1,00	1,60	5,32
Interacción Tt	1,00	1	1,00	1,60	5,32
Interacción CTt	0,25	1	0,25	0,40	5,32
Error experimental	5,00	8	0,625		

**Fuente:** (Elaboración propia)

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.23, se observa que el porcentaje de cultivo (C), temperatura de pre-maduración (T), tiempo de pre-maduración (t) y las interacciones (CT) porcentaje de cultivo - temperatura de pre-maduración, interacción (Ct) porcentaje de cultivo - tiempo de pre-maduración, interacción (Tt) temperatura de pre-maduración - tiempo de pre-maduración y la interacción (CTt) porcentaje de cultivo - temperatura de pre-maduración y tiempo de pre-maduración, no son significativos en el proceso de pre-maduración de la leche ya que  $F_{cal} < F_{tab}$ , por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para una  $p < 0,05$ .

En base al diseño factorial utilizado en la etapa de pre-maduración no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,05$ ; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para todas las variables tomadas en cuenta. En tal sentido se realiza la evaluación sensorial de las 8 muestras de prueba experimental de acuerdo al siguiente detalle:

#### **4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DE QUESO TIPO DAMBO PARA PRUEBA EXPERIMENTAL**

Para la elección de las muestras experimentales se realiza la evaluación sensorial y los parámetros a evaluar son color, aroma, apariencia, sabor y textura; para lo cual se realizó una evaluación sensorial a escala hedónica de siete puntos para valorar el grado de aceptación del producto, para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados.

#### 4.4.1.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.24, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo textura, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.18.

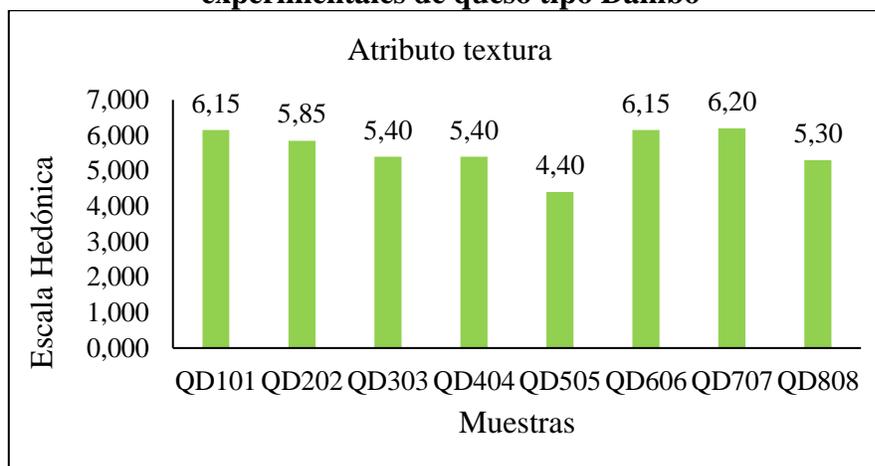
**Tabla 4.24**  
**Evaluación sensorial del atributo textura en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS							
	QD101	QD202	QD303	QD404	QD505	QD606	QD707	QD808
1	7,000	6,000	5,000	6,000	3,000	6,000	7,000	6,000
2	6,000	6,000	6,000	5,000	4,000	5,000	6,000	7,000
3	7,000	5,000	4,000	7,000	5,000	6,000	6,000	6,000
4	6,000	4,000	5,000	3,000	5,000	7,000	7,000	6,000
5	4,000	6,000	4,000	4,000	6,000	6,000	6,000	6,000
6	5,000	5,000	7,000	6,000	4,000	6,000	7,000	5,000
7	7,000	6,000	6,000	6,000	5,000	6,000	7,000	6,000
8	6,000	6,000	7,000	7,000	4,000	7,000	5,000	4,000
9	6,000	7,000	6,000	5,000	5,000	6,000	7,000	5,000
10	7,000	6,000	7,000	7,000	3,000	5,000	5,000	4,000
11	6,000	7,000	5,000	6,000	3,000	5,000	6,000	4,000
12	6,000	4,000	4,000	6,000	2,000	7,000	6,000	5,000
13	7,000	6,000	5,000	6,000	6,000	5,000	6,000	4,000
14	6,000	6,000	6,000	5,000	2,000	7,000	6,000	5,000
15	6,000	7,000	5,000	5,000	6,000	6,000	6,000	5,000
16	7,000	6,000	5,000	5,000	5,000	6,000	6,000	5,000
17	6,000	6,000	7,000	7,000	4,000	7,000	6,000	5,000
18	6,000	6,000	5,000	4,000	6,000	7,000	7,000	7,000
19	5,000	6,000	3,000	3,000	4,000	6,000	5,000	5,000
20	7,000	6,000	6,000	5,000	6,000	7,000	7,000	6,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	123,000	117,000	108,000	108,000	88,000	123,000	124,000	106,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	769,000	697,000	608,000	612,000	420,000	767,000	778,000	578,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	6,150	5,850	5,400	5,400	4,400	6,150	6,200	5,300

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.9 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura obtenidos en la tabla 4.24, para las pruebas experimentales de obtención de queso tipo Dambo.

**Figura 4.9**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.9 se puede observar que la muestra QD707 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,20 para el atributo de textura; las muestras QD101 (6,15), QD606 (6,15), QD202 (5,850), QD303 (5,4), QD404 (5,4), QD808 (5,3) y QD505 (4,4) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.4.1.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.25 se muestra el análisis de varianza del atributo textura en pruebas experimentales de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.19.

**Tabla 4.25**  
**Análisis de varianza para el atributo textura en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	200,194	159,000				
Muestras (A)	52,744	7,000	7,535	8,041	2,079	A P. Duncan
Jueces (B)	22,819	19,000	1,201	1,282	1,665	No Significativo
Error	124,631	133,000	0,937			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.25 el valor  $F_{cal} (8,041) \geq F_{tab} (2,079)$  para las muestras; por lo tanto, no se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$  y se procede a realizar la prueba de Duncan.

#### 4.4.1.3 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.26 se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraídos del (Anexo C) y tabla C.22, para el atributo textura en pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Tabla 4.26**  
Prueba de Duncan del atributo textura

Tratamientos	Valor	Sign. 0,05	Significancia
QD707-QD101	0,050	0,600	No Significativo
QD707-QD606	0,050	0,632	No Significativo
QD707-QD202	0,350	0,654	No Significativo
QD707-QD303	0,800	0,669	Significativo
QD707-QD404	0,800	0,682	Significativo
QD707-QD808	0,900	0,690	Significativo
QD707-QD505	1,800	0,699	Significativo
QD101-QD606	0,000	0,600	No Significativo
QD101-QD202	0,300	0,632	No Significativo
QD101-QD303	0,750	0,654	Significativo
QD101-QD404	0,750	0,669	Significativo
QD101-QD808	0,850	0,682	Significativo
QD101-QD505	1,750	0,690	Significativo
QD606-QD202	0,300	0,600	No Significativo
QD606-QD303	0,750	0,632	Significativo
QD606-QD404	0,750	0,654	Significativo
QD606-QD808	0,850	0,669	Significativo
QD606-QD505	1,750	0,682	Significativo
QD202-QD303	0,450	0,600	No Significativo
QD202-QD404	0,450	0,632	No Significativo
QD202-QD808	0,550	0,654	No Significativo
QD202-QD505	1,450	0,669	Significativo
QD303-QD404	0,000	0,600	No Significativo
QD303-QD808	0,100	0,632	No Significativo
QD303-QD505	1,000	0,654	Significativo
QD404-QD808	0,100	0,600	No Significativo
QD404-QD505	1,000	0,632	Significativo
QD808-QD505	0,900	0,600	Significativo

Fuente: (Elaboración propia)

En tabla 4.26 se puede observar que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos QD707-QD303, QD707-QD404, QD707-QD808, QD707-QD505, QD101-QD303, QD101-QD404, QD101-QD808, QD101-QD505, QD606-QD303, QD606-QD404, QD606-QD808, QD606-QD505, QD202-QD505, QD303-QD505,

QD404-QD505, QD808-QD505. Sin embargo, los tratamientos QD707-QD101, QD707-QD606, QD707-QD202, QD101-QD606, QD101-QD202, QD606-QD202, QD202-QD303, QD202-QD404, QD202-QD808, QD303-QD404, QD303-QD808, QD404-QD808 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra QD707 se tomó como la mejor opción en cuanto a textura.

#### 4.4.1.4 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.27, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.23.

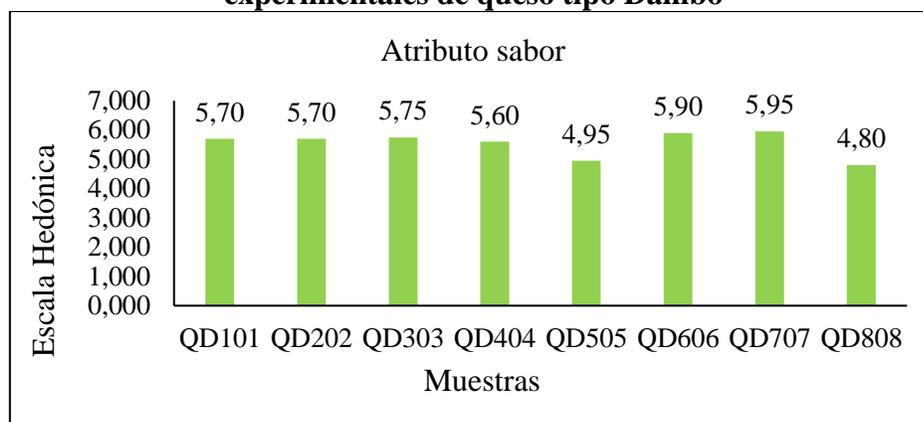
**Tabla 4.27**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS							
	QD101	QD202	QD303	QD404	QD505	QD606	QD707	QD808
1	6,000	5,000	5,000	5,000	5,000	6,000	5,000	6,000
2	7,000	6,000	6,000	6,000	3,000	6,000	7,000	4,000
3	6,000	5,000	7,000	6,000	5,000	6,000	6,000	5,000
4	5,000	2,000	2,000	6,000	4,000	5,000	7,000	6,000
5	6,000	6,000	4,000	4,000	6,000	5,000	5,000	6,000
6	5,000	5,000	7,000	6,000	6,000	5,000	4,000	5,000
7	5,000	6,000	7,000	4,000	6,000	7,000	7,000	5,000
8	5,000	5,000	7,000	7,000	4,000	7,000	5,000	4,000
9	6,000	6,000	6,000	5,000	5,000	7,000	7,000	4,000
10	7,000	6,000	5,000	7,000	4,000	5,000	6,000	5,000
11	6,000	7,000	6,000	5,000	4,000	5,000	6,000	4,000
12	4,000	5,000	5,000	6,000	5,000	6,000	5,000	7,000
13	5,000	6,000	5,000	6,000	5,000	6,000	7,000	4,000
14	6,000	7,000	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000	3,000
15	6,000	6,000	7,000	5,000	6,000	5,000	3,000	3,000
16	6,000	7,000	7,000	6,000	3,000	5,000	7,000	6,000
17	6,000	7,000	7,000	7,000	6,000	7,000	5,000	3,000
18	5,000	5,000	6,000	5,000	6,000	7,000	7,000	5,000
19	5,000	6,000	4,000	5,000	5,000	5,000	7,000	5,000
20	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000	7,000	7,000	6,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	114,000	114,000	115,000	112,000	99,000	118,000	119,000	96,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	662,000	674,000	695,000	642,000	509,000	710,000	735,000	486,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,700	5,700	5,750	5,600	4,950	5,900	5,950	4,800

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.10 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor obtenidos en la tabla 4.27, para las pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Figura 4.10**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.10 se puede observar que la muestra QD707 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 5,95 para el atributo de sabor; las muestras QD606 (5,90), QD303 (5,75), QD202 (5,70), QD101 (5,70), QD404 (5,60), QD505 (4,95) y QD808 (4,80) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.4.1.5 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.28 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor en pruebas experimentales de queso tipo Dambo, (Anexo C) y Tabla C.24.

**Tabla 4.28**  
**Análisis de varianza para el atributo sabor en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	195,694	159,000				
Muestras (A)	25,844	7,000	3,692	3,289	2,079	A P. Duncan
Jueces (B)	20,569	19,000	1,083	0,964	1,665	No Significativo
Error	149,281	133,000	1,122			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.28 el valor  $F_{cal} (3,289) \geq F_{tab} (2,079)$  para las muestras; por lo tanto, no se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$  y se procede a realizar la prueba de Duncan.

#### 4.4.1.6 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO SABOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.29 se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraído del (Anexo C) y tabla C.27, para el atributo sabor en pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Tabla 4.29**  
Prueba de Duncan del atributo sabor

Tratamientos	Valor	Sign. 0,05	Significancia
QD707-QD606	0,050	0,656	No Significativo
QD707-QD303	0,200	0,692	No Significativo
QD707-QD101	0,250	0,715	No Significativo
QD707-QD202	0,250	0,732	No Significativo
QD707-QD404	0,350	0,746	No Significativo
QD707-QD505	1,000	0,756	Significativo
QD707-QD808	1,150	0,765	Significativo
QD606-QD303	0,150	0,656	No Significativo
QD606-QD101	0,200	0,692	No Significativo
QD606-QD202	0,200	0,715	No Significativo
QD606-QD404	0,300	0,732	No Significativo
QD606-QD505	0,950	0,746	Significativo
QD606-QD808	1,100	0,756	No Significativo
QD303-QD101	0,050	0,656	No Significativo
QD303-QD202	0,050	0,692	No Significativo
QD303-QD404	0,150	0,715	No Significativo
QD303-QD505	0,800	0,732	Significativo
QD303-QD808	0,950	0,746	Significativo
QD101-QD202	0,000	0,656	No Significativo
QD101-QD404	0,100	0,692	No Significativo
QD101-QD505	0,750	0,715	Significativo
QD101-QD808	0,900	0,732	Significativo
QD202-QD404	0,100	0,656	No Significativo
QD202-QD505	0,750	0,692	Significativo
QD202-QD808	0,900	0,715	Significativo
QD404-QD505	0,650	0,656	No Significativo
QD404-QD808	0,800	0,692	Significativo
QD505-QD808	0,150	0,656	No Significativo

Fuente: (Elaboración propia)

En tabla 4.29 se puede observar que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos QD707-QD505, QD707-QD808, QD606-QD505, QD303-QD505, QD303-QD808, QD101-QD505, QD101-QD808, QD202-QD505, QD202-QD808, QD404-QD808. Sin embargo, los tratamientos QD707-QD606, QD707-QD303, QD707-QD101, QD707-QD202, QD707-QD404, QD606-QD303, QD606-QD101, QD606-QD202, QD606-QD404, QD606-QD808, QD303-QD101, QD303-QD202, QD303-QD404, QD101-QD202, QD101-QD404, QD202-QD404, QD404-QD505, QD505-QD808 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra QD707 se tomó como la mejor opción en cuanto a sabor.

#### **4.4.1.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.30, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo apariencia, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.28.

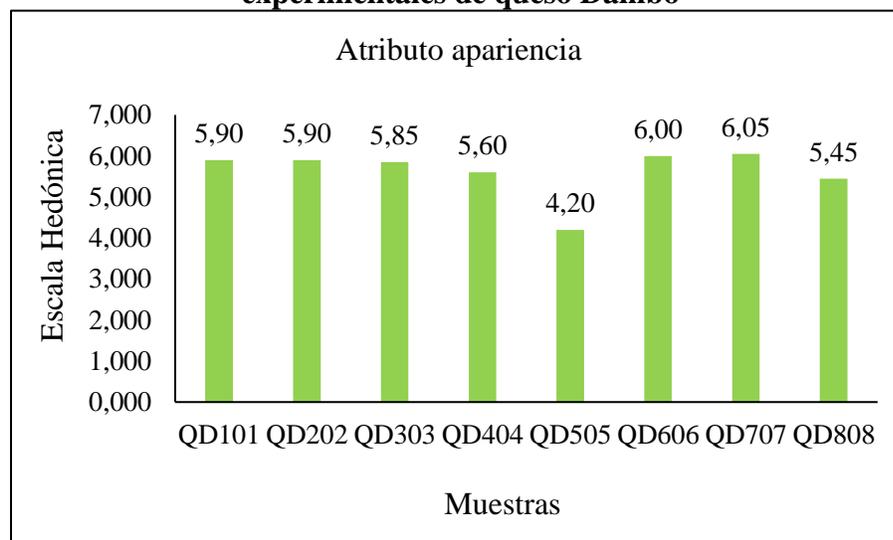
**Tabla 4.30**  
**Evaluación sensorial del atributo apariencia en pruebas experimentales de queso**  
**Dambo**

JUECES	MUESTRAS							
	QD101	QD202	QD303	QD404	QD505	QD606	QD707	QD808
1	6,000	6,000	6,000	6,000	3,000	7,000	5,000	5,000
2	6,000	5,000	5,000	5,000	4,000	6,000	6,000	6,000
3	6,000	6,000	6,000	6,000	5,000	7,000	6,000	6,000
4	6,000	6,000	6,000	7,000	4,000	6,000	7,000	7,000
5	5,000	4,000	5,000	4,000	5,000	7,000	6,000	5,000
6	6,000	6,000	7,000	6,000	4,000	6,000	7,000	6,000
7	5,000	6,000	7,000	6,000	4,000	5,000	6,000	6,000
8	5,000	6,000	7,000	7,000	4,000	6,000	6,000	4,000
9	7,000	7,000	6,000	5,000	4,000	6,000	6,000	5,000
10	7,000	6,000	5,000	7,000	5,000	5,000	5,000	5,000
11	5,000	6,000	5,000	5,000	3,000	5,000	5,000	5,000
12	5,000	5,000	5,000	4,000	3,000	7,000	6,000	4,000
13	6,000	6,000	6,000	6,000	5,000	4,000	7,000	5,000
14	7,000	6,000	6,000	5,000	4,000	6,000	6,000	4,000
15	6,000	7,000	5,000	5,000	3,000	6,000	6,000	6,000
16	7,000	6,000	7,000	6,000	3,000	5,000	7,000	6,000
17	6,000	6,000	7,000	6,000	4,000	7,000	5,000	6,000
18	6,000	6,000	5,000	5,000	5,000	7,000	7,000	6,000
19	4,000	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000	6,000	6,000
20	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	118,000	118,000	117,000	112,000	84,000	120,000	121,000	109,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	710,000	704,000	697,000	642,000	370,000	734,000	741,000	607,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	5,900	5,900	5,850	5,600	4,200	6,000	6,050	5,450

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.11 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo apariencia obtenidos en la tabla 4.30, para las pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Figura 4.11**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo apariencia en pruebas experimentales de queso Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.11 se puede observar que la muestra QD707 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,05 para el atributo de apariencia; las muestras QD606 (6,00), QD101 (5,90), QD202 (5,90), QD303 (5,85), QD404 (5,60), QD808 (5,45) y QD505 (4,20) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.4.1.8 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO APARIENCIA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.31 se muestra el análisis de varianza del atributo apariencia en pruebas experimentales de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.29.

**Tabla 4.31**  
**Análisis de varianza para el atributo apariencia en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	153,744	159,000				
Muestras (A)	51,694	7,000	7,385	11,951	2,079	A P. Duncan
Jueces (B)	19,869	19,000	1,046	1,692	1,665	A P. Duncan
Error	82,181	133,000	0,618			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.31 el valor  $F_{cal} (11,951) \geq F_{tab} (2,079)$  para las muestras; por lo tanto, no se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$  y se procede a realizar la prueba de Duncan.

#### 4.4.1.9 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO APARIENCIA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.32 se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraído del (Anexo C) y tabla C.32, para el atributo apariencia en pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Tabla 4.32**  
Prueba de Duncan del atributo apariencia

Tratamientos	Valor	Sign. 0,05	Significancia
QD707-QD606	0,050	0,487	No Significativo
QD707-QD101	0,150	0,513	No Significativo
QD707-QD202	0,150	0,531	No Significativo
QD707-QD303	0,200	0,543	No Significativo
QD707-QD404	0,450	0,554	No Significativo
QD707-QD808	0,600	0,561	Significativo
QD707-QD505	1,850	0,568	Significativo
QD606-QD101	0,100	0,487	No Significativo
QD606-QD202	0,100	0,513	No Significativo
QD606-QD303	0,150	0,531	No Significativo
QD606-QD404	0,400	0,543	No Significativo
QD606-QD808	0,550	0,554	No Significativo
QD606-QD505	1,800	0,561	Significativo
QD101-QD202	0,000	0,487	No Significativo
QD101-QD303	0,050	0,513	No Significativo
QD101-QD404	0,300	0,531	No Significativo
QD101-QD808	0,450	0,543	No Significativo
QD101-QD505	1,700	0,554	Significativo
QD202-QD303	0,050	0,487	No Significativo
QD202-QD404	0,300	0,513	No Significativo
QD202-QD808	0,450	0,531	No Significativo
QD202-QD505	1,700	0,543	Significativo
QD303-QD404	0,250	0,487	No Significativo
QD303-QD808	0,400	0,513	No Significativo
QD303-QD505	1,650	0,531	Significativo
QD404-QD808	0,150	0,487	No Significativo
QD404-QD505	1,400	0,513	Significativo
QD808-QD505	1,250	0,487	Significativo

Fuente: (Elaboración propia)

En tabla 4.32 se puede observar que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos QD707-QD808, QD707-QD505, QD606-QD505, QD101-QD505, QD202-QD505, QD303-QD505, QD404-QD505, QD808-QD505. Sin embargo, los tratamientos QD707-QD606, QD707-QD101, QD707-QD202, QD707-QD303, QD707-QD404, QD606-QD101, QD606-QD202, QD606-QD303, QD606-QD404, QD606-QD808, QD101-QD202, QD101-QD303, QD101-QD404, QD101-QD808, QD202-QD303, QD202-QD404, QD202-QD808, QD303-QD404, QD303-QD808, QD404-QD808 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra QD707 se tomó como la mejor opción en cuanto a apariencia.

#### **4.4.1.10 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.33, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.33.

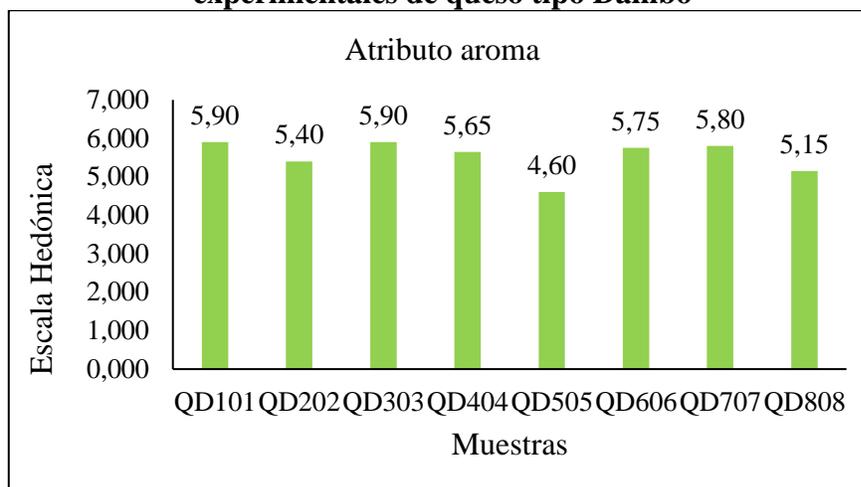
**Tabla 4.33**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma en pruebas experimentales de queso**  
**tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS							
	QD101	QD202	QD303	QD404	QD505	QD606	QD707	QD808
1	5,000	5,000	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000	6,000
2	5,000	5,000	6,000	6,000	5,000	6,000	7,000	5,000
3	7,000	5,000	6,000	6,000	5,000	6,000	6,000	6,000
4	5,000	3,000	5,000	6,000	3,000	6,000	7,000	7,000
5	5,000	6,000	4,000	4,000	5,000	6,000	5,000	5,000
6	5,000	5,000	7,000	6,000	6,000	4,000	5,000	5,000
7	6,000	5,000	7,000	5,000	6,000	6,000	7,000	6,000
8	6,000	6,000	7,000	7,000	4,000	6,000	6,000	6,000
9	6,000	6,000	5,000	4,000	5,000	6,000	6,000	5,000
10	7,000	5,000	6,000	6,000	4,000	4,000	5,000	4,000
11	6,000	5,000	6,000	6,000	4,000	4,000	5,000	4,000
12	6,000	4,000	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000	7,000
13	6,000	5,000	6,000	6,000	4,000	6,000	5,000	7,000
14	6,000	6,000	6,000	5,000	4,000	6,000	5,000	4,000
15	6,000	6,000	7,000	6,000	5,000	5,000	5,000	3,000
16	6,000	7,000	7,000	6,000	2,000	6,000	7,000	5,000
17	6,000	6,000	6,000	6,000	5,000	6,000	4,000	3,000
18	7,000	6,000	5,000	7,000	6,000	7,000	7,000	5,000
19	5,000	6,000	5,000	5,000	4,000	6,000	6,000	5,000
20	7,000	6,000	5,000	6,000	5,000	7,000	6,000	5,000
Total ( $Y_j$ )	118,000	108,000	118,000	113,000	92,000	115,000	116,000	103,000
$\sum (Y_i^2)$	706,000	598,000	710,000	651,000	442,000	675,000	688,000	557,000
$\bar{X}$	5,900	5,400	5,900	5,650	4,600	5,750	5,800	5,150

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.12 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma obtenidos en la tabla 4.33, para elegir la muestra del diseño experimental para obtención de queso tipo Dambo.

**Figura 4.12**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.12 se puede observar que la muestra QD101 y QD303 tienen mayor puntaje promedio, con un valor de 5,90 para el atributo de aroma; las muestras QD707 (5,80), QD606 (5,75), QD404 (5,65), QD202 (5,40), QD808 (5,15) y QD505 (4,60) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.4.1.11 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.34 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma en pruebas experimentales de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.34.

**Tabla 4.34**  
**Análisis de varianza para el atributo aroma en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	153,944	159,000				
Muestras (A)	28,694	7,000	4,099	5,134	2,079	A P. Duncan
Jueces (B)	19,069	19,000	1,004	1,257	1,665	No Significativo
Error	106,181	133,000	0,798			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.34 el valor  $F_{cal} (5,134) \geq F_{tab} (2,079)$  para las muestras; por lo tanto, no se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$  y se procede a realizar la prueba de Duncan.

#### 4.4.1.12 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO AROMA EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.35 se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraído del (Anexo C) y tabla C.37, para el atributo aroma en pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Tabla 4.35**  
Prueba de Duncan del atributo aroma

Tratamientos	Valor	Sign. 0,05	Significancia
QD303-QD101	0,000	0,553	No Significativo
QD303-QD707	0,100	0,583	No Significativo
QD303-QD606	0,150	0,603	No Significativo
QD303-QD404	0,250	0,617	No Significativo
QD303-QD202	0,500	0,629	No Significativo
QD303-QD808	0,750	0,637	Significativo
QD303-QD505	1,300	0,645	Significativo
QD101-QD707	0,100	0,553	No Significativo
QD101-QD606	0,150	0,583	No Significativo
QD101-QD404	0,250	0,603	No Significativo
QD101-QD202	0,500	0,617	No Significativo
QD101-QD808	0,750	0,629	Significativo
QD101-QD505	1,300	0,637	Significativo
QD707-QD606	0,050	0,553	No Significativo
QD707-QD404	0,150	0,583	No Significativo
QD707-QD202	0,400	0,603	No Significativo
QD707-QD808	0,650	0,617	Significativo
QD707-QD505	1,200	0,629	Significativo
QD606-QD404	0,100	0,553	No Significativo
QD606-QD202	0,350	0,583	No Significativo
QD606-QD808	0,600	0,603	No Significativo
QD606-QD505	1,150	0,617	Significativo
QD404-QD202	0,250	0,553	No Significativo
QD404-QD808	0,500	0,583	No Significativo
QD404-QD505	1,050	0,603	Significativo
QD202-QD808	0,250	0,553	No Significativo
QD202-QD505	0,800	0,583	Significativo
QD808-QD505	0,550	0,553	No Significativo

**Fuente:** (Elaboración propia)

En tabla 4.35 se puede observar que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos QD303-QD808, QD303-QD505, QD101-QD808, QD101-QD505, QD707-QD808, QD707-QD505, QD606-QD505, QD404-QD505, QD202-QD505. Sin embargo, los tratamientos QD303-QD101, QD303-QD707, QD303-QD606,

QD303-QD404, QD303-QD202, QD101-QD707, QD101-QD606, QD101-QD404, QD101-QD202, QD707-QD606, QD707-QD404, QD707-QD202, QD606-QD404, QD606-QD202, QD606-QD808, QD404-QD202, QD404-QD808, QD202-QD808, QD808-QD505 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra QD101 y QD303 se tomó como la mejor opción en cuanto a aroma.

#### 4.4.1.13 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.36, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.38.

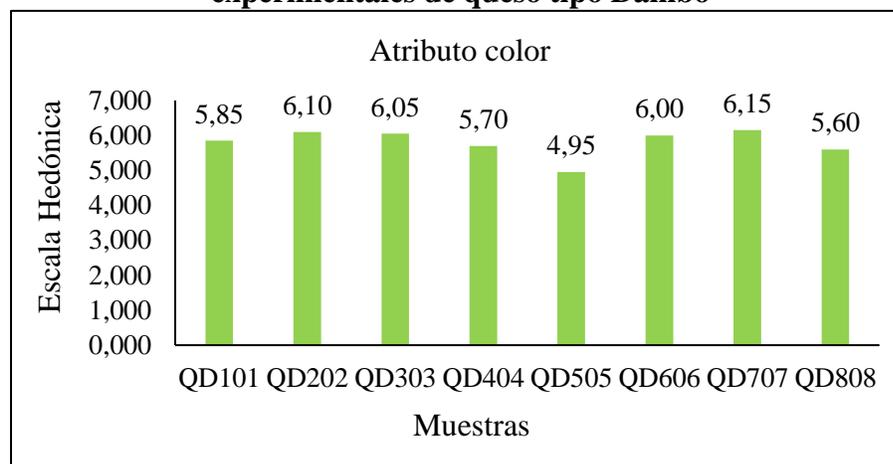
**Tabla 4.36**  
**Evaluación sensorial del atributo color en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS							
	QD101	QD202	QD303	QD404	QD505	QD606	QD707	QD808
1	6,000	7,000	6,000	6,000	3,000	7,000	6,000	3,000
2	6,000	5,000	5,000	6,000	5,000	6,000	7,000	5,000
3	6,000	6,000	6,000	7,000	5,000	6,000	5,000	6,000
4	6,000	7,000	7,000	6,000	5,000	6,000	6,000	6,000
5	6,000	6,000	6,000	6,000	5,000	6,000	6,000	6,000
6	6,000	6,000	7,000	6,000	5,000	5,000	7,000	6,000
7	5,000	6,000	4,000	5,000	5,000	6,000	6,000	7,000
8	6,000	6,000	6,000	7,000	6,000	7,000	6,000	5,000
9	6,000	6,000	7,000	6,000	5,000	6,000	6,000	6,000
10	7,000	6,000	6,000	7,000	5,000	5,000	6,000	6,000
11	6,000	6,000	5,000	5,000	5,000	5,000	6,000	6,000
12	4,000	5,000	6,000	4,000	5,000	7,000	6,000	4,000
13	6,000	6,000	7,000	6,000	5,000	5,000	7,000	6,000
14	6,000	6,000	7,000	5,000	3,000	5,000	5,000	4,000
15	5,000	6,000	7,000	5,000	5,000	6,000	6,000	6,000
16	6,000	6,000	7,000	5,000	5,000	6,000	6,000	7,000
17	6,000	6,000	7,000	5,000	6,000	7,000	6,000	5,000
18	6,000	6,000	5,000	6,000	5,000	6,000	7,000	6,000
19	6,000	7,000	4,000	5,000	5,000	7,000	6,000	5,000
20	6,000	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000	7,000	7,000
Total ( $Y_j$ )	117,000	122,000	121,000	114,000	99,000	120,000	123,000	112,000
$\sum (Y_i^2)$	691,000	750,000	751,000	662,000	501,000	730,000	763,000	648,000
$\bar{X}$	5,850	6,100	6,050	5,700	4,950	6,000	6,150	5,600

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.13 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color obtenidos en la tabla 4.36, para las pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Figura 4.13**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color en pruebas experimentales de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.13 se puede observar que la muestra QD707 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,15 para el atributo de color; las muestras QD202 (6,10), QD303 (6,05), QD606 (6,00), QD101 (5,85), QD404 (5,70), QD808 (5,60) y QD505 (4,95) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.4.1.14 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.37 se muestra el análisis de varianza del atributo color en pruebas experimentales de queso tipo Dambo, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.39.

**Tabla 4.37**  
**Análisis de varianza para el atributo color en el diseño experimental de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	113,600	159,000				
Muestras (A)	21,800	7,000	3,114	5,490	2,079	A P. Duncan
Jueces (B)	16,350	19,000	0,861	1,517	1,665	No Significativo
Error	75,450	133,000	0,567			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.37 el valor  $F_{cal} (5,490) \geq F_{tab} (2,079)$  para las muestras; por lo tanto, no se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$  y se procede a realizar la prueba de Duncan.

#### 4.4.1.15 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO COLOR EN PRUEBAS EXPERIMENTALES DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.38 se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraído del (Anexo C) y tabla C.42, para el atributo color en pruebas experimentales de queso tipo Dambo.

**Tabla 4.38**  
**Prueba de Duncan del atributo color**

Tratamientos	Valor	Sign. 0,05	Significancia
QD707-QD202	0,050	0,467	No Significativo
QD707-QD303	0,100	0,492	No Significativo
QD707-QD606	0,150	0,509	No Significativo
QD707-QD101	0,300	0,520	No Significativo
QD707-QD404	0,450	0,531	No Significativo
QD707-QD808	0,550	0,537	Significativo
QD707-QD505	1,200	0,544	Significativo
QD202-QD303	0,050	0,467	No Significativo
QD202-QD606	0,100	0,492	No Significativo
QD202-QD101	0,250	0,509	No Significativo
QD202-QD404	0,400	0,520	No Significativo
QD202-QD808	0,500	0,531	No Significativo
QD202-QD505	1,150	0,537	Significativo
QD303-QD606	0,050	0,467	No Significativo
QD303-QD101	0,200	0,492	No Significativo
QD303-QD404	0,350	0,509	No Significativo
QD303-QD808	0,450	0,520	No Significativo
QD303-QD505	1,100	0,531	Significativo
QD606-QD101	0,150	0,467	No Significativo
QD606-QD404	0,300	0,492	No Significativo
QD606-QD808	0,400	0,509	No Significativo
QD606-QD505	1,050	0,520	Significativo
QD101-QD404	0,150	0,467	No Significativo
QD101-QD808	0,250	0,492	No Significativo
QD101-QD505	0,900	0,509	Significativo
QD404-QD808	0,100	0,467	No Significativo
QD404-QD505	0,750	0,492	Significativo
QD808-QD505	0,650	0,467	Significativo

**Fuente:** (Elaboración propia)

En tabla 4.38 se puede observar que sí existe diferencia significativa entre los tratamientos QD707-QD808, QD707-QD505, QD202-QD505, QD303-QD505, QD606-QD505, QD101-QD505, QD404-QD505, QD808-QD505. Sin embargo, los tratamientos QD707-QD202, QD707-QD303, QD707-QD606, QD707-QD101, QD707-QD404, QD202-QD303, QD202-QD606, QD202-QD101, QD202-QD404, QD202-QD808, QD303-QD606, QD303-QD101, QD303-QD404, QD303-QD808, QD606-QD101, QD606-QD404, QD606-QD808, QD101-QD404, QD101-QD808, QD404-QD808 no existe diferencia significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ . Pero analizando la preferencia de los jueces, la muestra QD707 se tomó como la mejor opción en cuanto a color.

Realizado el análisis estadístico de las 8 pruebas experimentales, se pudo evidenciar que sí existe diferencia significativa entre las muestras, por tanto, se realiza la evaluación sensorial para las muestras QD101, QD303, QD606, QD707, debido a que tienen mayor aceptación en los atributos aroma, sabor y textura. Asimismo, se incluye la muestra QD505 en el análisis sensorial ya que presenta diferencia significativa en relación al total de las muestras.

#### **4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

Se realizó una evaluación sensorial a escala hedónica de siete puntos para valorar el grado de aceptación entre las 5 muestras anteriormente mencionadas de la etapa experimental, los parámetros a evaluar son color, aroma, apariencia, sabor y textura; para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados.

##### **4.5.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.39, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo textura, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.43.

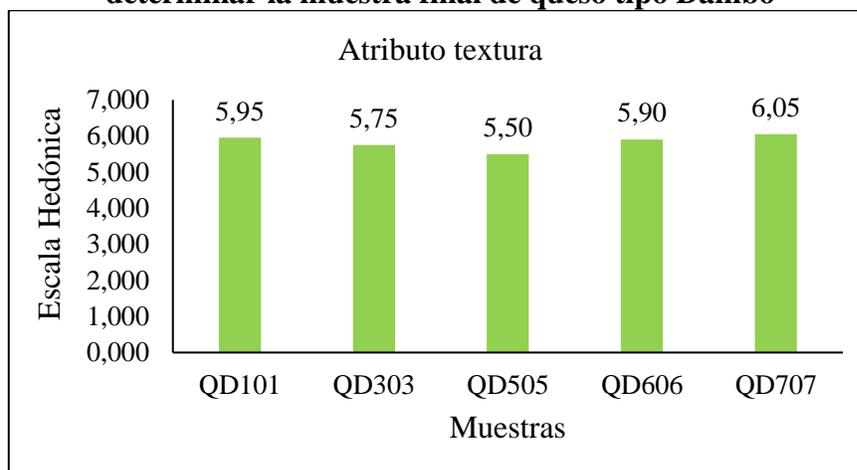
**Tabla 4.39**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS				
	QD101	QD303	QD505	QD606	QD707
1	5,000	5,000	4,000	5,000	5,000
2	7,000	6,000	4,000	5,000	7,000
3	6,000	6,000	6,000	6,000	7,000
4	5,000	6,000	6,000	5,000	6,000
5	7,000	5,000	5,000	6,000	5,000
6	7,000	3,000	4,000	6,000	6,000
7	6,000	6,000	7,000	6,000	6,000
8	6,000	6,000	6,000	7,000	7,000
9	5,000	7,000	6,000	7,000	5,000
10	6,000	6,000	5,000	5,000	7,000
11	5,000	5,000	6,000	6,000	5,000
12	5,000	6,000	5,000	6,000	6,000
13	6,000	6,000	6,000	7,000	6,000
14	6,000	6,000	7,000	7,000	6,000
15	5,000	6,000	6,000	6,000	6,000
16	7,000	5,000	5,000	5,000	6,000
17	6,000	7,000	5,000	6,000	5,000
18	5,000	6,000	4,000	5,000	7,000
19	7,000	6,000	7,000	7,000	7,000
20	7,000	6,000	6,000	5,000	6,000
Total ( $Y_j$ )	119,000	115,000	110,000	118,000	121,000
$\sum (Y_i^2)$	721,000	675,000	624,000	708,000	743,000
$\bar{X}$	5,950	5,750	5,500	5,900	6,050

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.14 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura obtenidos en la tabla 4.39, para determinar muestra final de queso tipo Dambo.

**Figura 4.14**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo textura para**  
**determinar la muestra final de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.14 se puede observar que la muestra QD707 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 6,05 para el atributo de textura; la muestra QD101 (5,95), QD606 (5,90), QD303 (5,75) y QD505 (5,50) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.5.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.40 se muestra el análisis de varianza del atributo textura para determinar muestra final de queso tipo Dambo, extraído del (Anexo C) y tabla C.44.

**Tabla 4.40**

**Análisis de varianza para el atributo textura para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	72,110	99,000				
Muestras (A)	3,660	4,000	0,915	1,451	2,492	No Significativo
Jueces (B)	20,510	19,000	1,079	1,711	1,725	No Significativo
Error	47,940	76,000	0,631			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.40 el valor Fcal (1,451) < Ftab (2,492) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD707 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

#### 4.5.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.41 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.45.

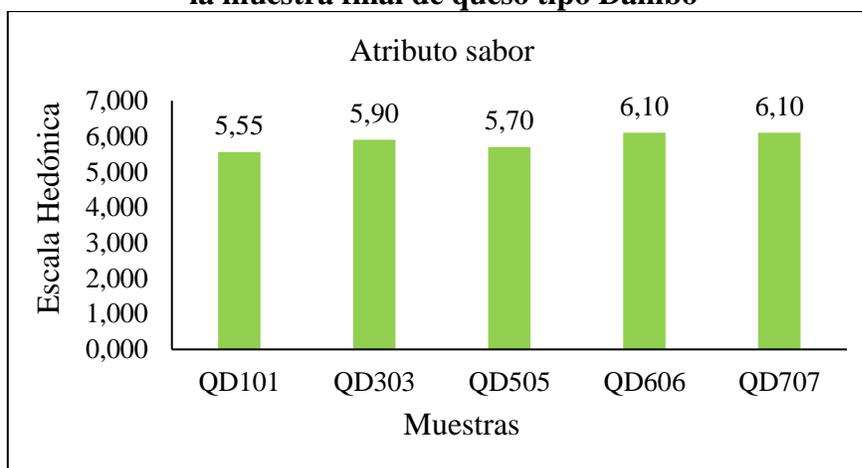
**Tabla 4.41**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS				
	QD101	QD303	QD505	QD606	QD707
1	6,000	5,000	7,000	5,000	6,000
2	7,000	7,000	6,000	5,000	6,000
3	5,000	6,000	5,000	6,000	7,000
4	4,000	6,000	6,000	5,000	6,000
5	5,000	6,000	6,000	7,000	7,000
6	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000
7	6,000	6,000	7,000	6,000	6,000
8	5,000	7,000	5,000	6,000	6,000
9	5,000	7,000	5,000	7,000	6,000
10	5,000	6,000	5,000	5,000	7,000
11	5,000	5,000	5,000	6,000	6,000
12	5,000	6,000	5,000	6,000	6,000
13	6,000	7,000	6,000	7,000	6,000
14	6,000	5,000	6,000	7,000	5,000
15	6,000	6,000	7,000	7,000	5,000
16	5,000	5,000	6,000	7,000	6,000
17	6,000	6,000	5,000	5,000	5,000
18	5,000	6,000	5,000	5,000	7,000
19	6,000	5,000	6,000	7,000	7,000
20	7,000	6,000	6,000	7,000	6,000
Total ( $Y_j$ )	111,000	118,000	114,000	122,000	122,000
$\sum (Y_i^2)$	627,000	706,000	660,000	758,000	752,000
$\bar{X}$	5,550	5,900	5,700	6,100	6,100

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.15 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor obtenidos en la tabla 4.41, para determinar la muestra final de queso tipo Dambo.

**Figura 4.15**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.15 se puede observar que la muestra QD707 y QD606 tienen mayor puntaje promedio, con un valor de 6,10 para el atributo de sabor; la muestra QD303 (5,90), QD505 (5,70), QD101 (5,55) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### 4.5.4 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.42 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final de queso tipo Dambo, (Anexo C) y Tabla C.46.

**Tabla 4.42**  
**Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	57,310	99,000				
Muestras (A)	4,760	4,000	1,190	2,151	2,492	No Significativo
Jueces (B)	10,510	19,000	0,553	1,000	1,725	No Significativo
Error	42,040	76,000	0,553			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.42 el valor  $F_{cal} (2,151) < F_{tab} (2,492)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD707 y QD606 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### 4.5.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.43, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo apariencia, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.47.

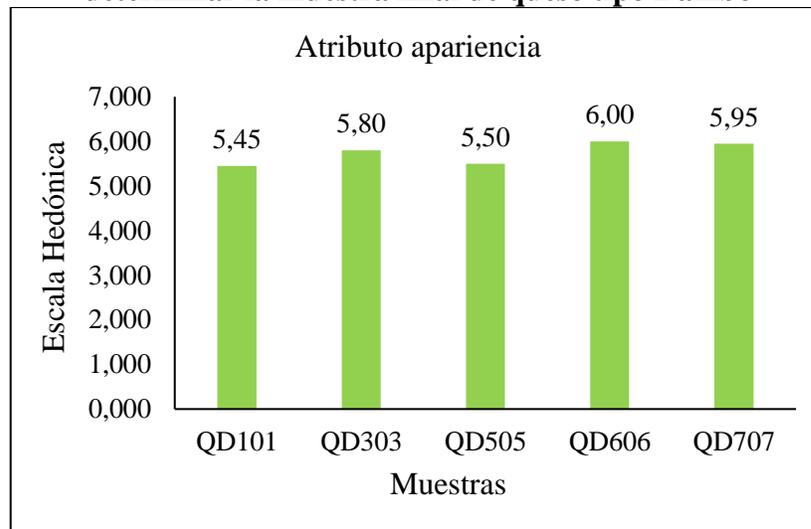
**Tabla 4.43**  
**Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS				
	QD101	QD303	QD505	QD606	QD707
1	6,000	6,000	4,000	6,000	5,000
2	3,000	6,000	4,000	5,000	6,000
3	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000
4	4,000	5,000	5,000	6,000	6,000
5	5,000	6,000	6,000	6,000	7,000
6	3,000	4,000	5,000	6,000	6,000
7	6,000	6,000	7,000	6,000	6,000
8	6,000	7,000	6,000	6,000	6,000
9	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
10	5,000	5,000	5,000	6,000	7,000
11	5,000	6,000	5,000	6,000	5,000
12	6,000	5,000	5,000	6,000	6,000
13	6,000	6,000	5,000	7,000	6,000
14	6,000	6,000	6,000	7,000	5,000
15	5,000	7,000	6,000	5,000	5,000
16	5,000	4,000	5,000	5,000	5,000
17	6,000	7,000	5,000	5,000	6,000
18	5,000	5,000	6,000	6,000	7,000
19	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
20	7,000	6,000	6,000	7,000	6,000
Total ( $Y_j$ )	109,000	116,000	110,000	120,000	119,000
$\sum (Y_i^2)$	619,000	688,000	618,000	728,000	717,000
$\bar{X}$	5,450	5,800	5,500	6,000	5,950

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.16 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo apariencia obtenidos en la tabla 4.43, para determinar la muestra final de queso tipo Dambo.

**Figura 4.16**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.16 se puede observar que la muestra QD606 tienen mayor puntaje promedio, con un valor de 6,00 para el atributo de apariencia; la muestra QD707 (5,95), QD303 (5,80), QD505 (5,50) y QD101 (5,45) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.5.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.44 se muestra el análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la muestra final de queso tipo Dambo, (Anexo C) y tabla C.48.

**Tabla 4.44**  
**Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
<i>Total</i>	75,240	99,000				
<i>Muestras (A)</i>	5,140	4,000	1,285	2,488	2,492	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	30,840	19,000	1,623	3,142	1,725	A P. Duncan
<i>Error</i>	39,260	76,000	0,517			

**Fuente:** (*Elaboración propia*)

Como se puede observar en la tabla 4.44 el valor  $F_{cal} (2,488) < F_{tab} (2,492)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD606 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo apariencia.

#### **4.5.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.45, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.49.

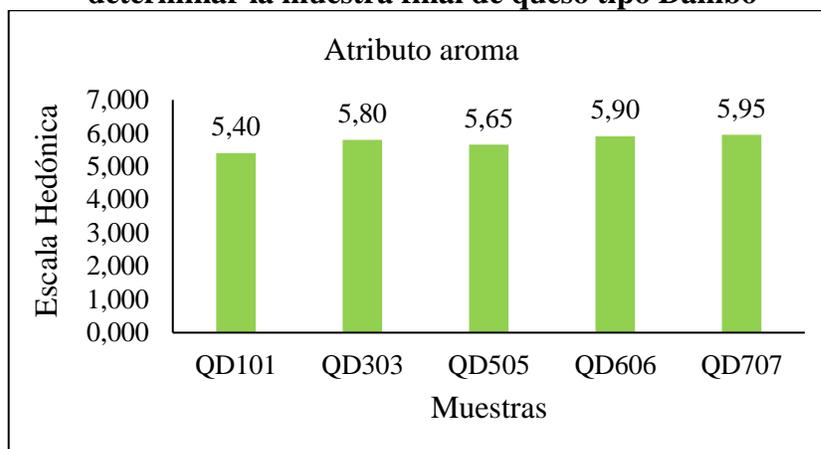
**Tabla 4.45**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la muestra final de**  
**queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS				
	QD101	QD303	QD505	QD606	QD707
1	5,000	5,000	4,000	5,000	7,000
2	6,000	6,000	4,000	5,000	6,000
3	5,000	6,000	6,000	6,000	6,000
4	5,000	5,000	5,000	6,000	6,000
5	5,000	5,000	6,000	6,000	6,000
6	6,000	5,000	5,000	6,000	5,000
7	6,000	6,000	7,000	6,000	6,000
8	5,000	7,000	7,000	6,000	7,000
9	5,000	6,000	5,000	5,000	6,000
10	5,000	6,000	6,000	6,000	7,000
11	5,000	6,000	6,000	5,000	5,000
12	5,000	6,000	6,000	6,000	5,000
13	5,000	5,000	6,000	6,000	5,000
14	6,000	6,000	7,000	7,000	5,000
15	6,000	6,000	5,000	7,000	6,000
16	5,000	4,000	5,000	6,000	6,000
17	6,000	7,000	6,000	6,000	6,000
18	5,000	7,000	5,000	5,000	7,000
19	5,000	6,000	6,000	7,000	6,000
20	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Total ( $Y_j$ )	108,000	116,000	113,000	118,000	119,000
$\sum (Y_i^2)$	590,000	684,000	653,000	704,000	717,000
$\bar{X}$	5,400	5,800	5,650	5,900	5,950

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.17 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma obtenidos de la tabla 4.45, para determinar muestra final de queso tipo Dambo.

**Figura 4.17**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para**  
**determinar la muestra final de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.17 se puede observar que la muestra QD707 tienen mayor puntaje promedio, con un valor de 5,95 para el atributo de aroma; la muestra QD606 (5,90), QD303 (5,80), QD505 (5,65) y QD101 (5,40) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.5.8 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.46 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para elegir la dosificación de queso tipo Dambo, (Anexo C) y Tabla C.50.

**Tabla 4.46**  
**Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	53,240	99,000				
Muestras (A)	3,940	4,000	0,985	2,123	2,492	No Significativo
Jueces (B)	14,040	19,000	0,739	1,593	1,725	No Significativo
Error	35,260	76,000	0,464			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.46 el valor  $F_{cal} (2,123) < F_{tab} (2,492)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser

elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD707 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### 4.5.9 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.47, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.51.

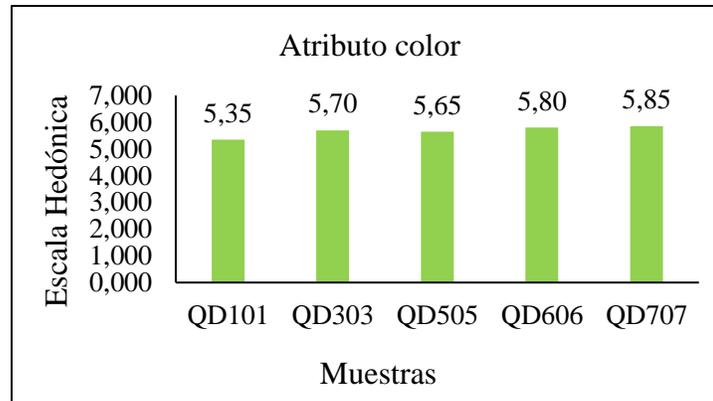
**Tabla 4.47**  
**Evaluación sensorial del atributo color para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS				
	QD101	QD303	QD505	QD606	QD707
1	5,000	5,000	4,000	5,000	5,000
2	3,000	5,000	4,000	4,000	4,000
3	5,000	5,000	5,000	6,000	7,000
4	4,000	5,000	5,000	6,000	6,000
5	5,000	5,000	6,000	6,000	7,000
6	4,000	4,000	4,000	5,000	5,000
7	6,000	6,000	7,000	6,000	6,000
8	5,000	7,000	6,000	6,000	6,000
9	5,000	6,000	5,000	6,000	5,000
10	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
11	4,000	6,000	5,000	5,000	5,000
12	7,000	5,000	5,000	6,000	6,000
13	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000
14	6,000	6,000	7,000	5,000	6,000
15	4,000	6,000	6,000	7,000	6,000
16	4,000	5,000	5,000	6,000	6,000
17	6,000	7,000	6,000	6,000	6,000
18	7,000	6,000	7,000	5,000	5,000
19	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
20	7,000	6,000	7,000	7,000	7,000
Total ( $Y_j$ )	107,000	114,000	113,000	116,000	117,000
$\sum (Y_i^2)$	603,000	662,000	659,000	684,000	697,000
$\bar{X}$	5,350	5,700	5,650	5,800	5,850

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.18 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color obtenidos de la tabla 4.47, para determinar la muestra final de queso tipo Dambo.

**Figura 4.18**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.18 se puede observar que la muestra QD707 tienen mayor puntaje promedio, con un valor de 5,85 para el atributo de color; la muestra QD606 (5,80), QD303 (5,70), QD505 (5,65) y QD101 (5,35) presentan una menor aceptación por los jueces.

#### **4.5.10 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR LA MUESTRA FINAL DE QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.48 se muestra el análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra final de queso tipo Dambo, (Anexo C) y tabla C.52.

**Tabla 4.48**  
**Análisis de varianza del atributo color para determinar la muestra final de queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
<i>Total</i>	90,110	99,000				
<i>Muestras (A)</i>	3,060	4,000	0,765	1,683	2,492	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	52,510	19,000	2,764	6,081	1,725	A P. Duncan
<i>Error</i>	34,540	76,000	0,454			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.48 el valor  $F_{cal} (1,683) < F_{tab} (2,492)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QD707 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

Realizado el análisis estadístico de las 5 muestras seleccionadas del diseño experimental, se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre las muestras, por lo tanto, se procede a elegir como muestra ganadora a la muestra QD707, ya que tiene mayor aceptación por parte de los jueces en los atributos sabor, aroma y textura, atributos más importantes en quesos.

Asimismo, la dosificación de la muestra QD707 es 60% de cultivo, 32 °C de temperatura de pre-maduración y 60 minutos de pre-maduración.

#### **4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO**

Una vez determinada la muestra final de queso tipo Dambo, se procede a realizar el ahumado correspondiente con dos muestras de queso, considerando 30 minutos y 60 minutos de ahumado; los parámetros a evaluar son color, olor, aroma y sabor; para lo cual se realizó una evaluación sensorial a escala hedónica de cinco puntos para valorar el grado de aceptación del producto y se utilizaron 30 jueces no entrenados.

#### **4.6.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.49, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo sabor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.53.

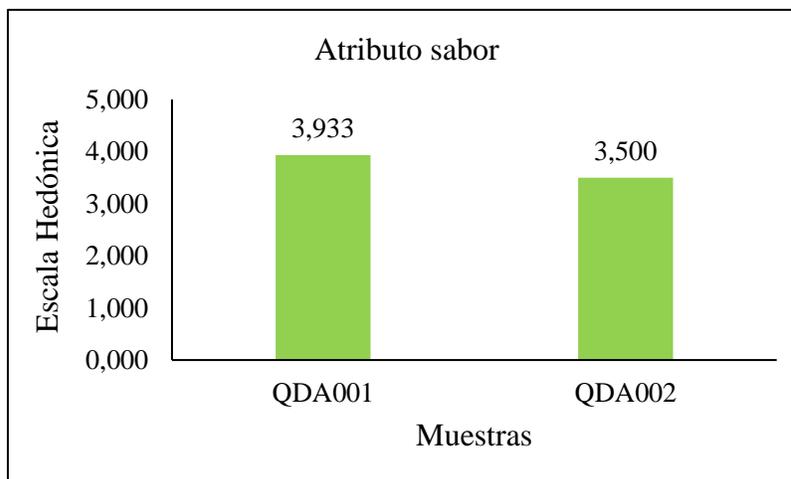
**Tabla 4.49**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor en la determinación del tiempo de ahumado de queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QDA001	QDA002
1	3,000	3,000
2	3,000	3,000
3	5,000	5,000
4	3,000	4,000
5	5,000	4,000
6	4,000	2,000
7	4,000	2,000
8	5,000	3,000
9	3,000	2,000
10	4,000	3,000
11	5,000	3,000
12	5,000	2,000
13	5,000	4,000
14	4,000	3,000
15	5,000	1,000
16	4,000	3,000
17	4,000	3,000
18	4,000	2,000
19	5,000	4,000
20	5,000	4,000
21	5000	4,000
22	3,000	5,000
23	3,000	4,000
24	3,000	4,000
25	3,000	5,000
26	4,000	5,000
27	2,000	4,000
28	3,000	4,000
29	3,000	5,000
30	4,000	5,000
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	118,000	105,000
$\Sigma (Y_i^2)$	488,000	403,000
$\bar{X}$	3,933	3,500

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.19 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor obtenidos de la tabla 4.49, para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo.

**Figura 4.19**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.19 se puede observar que la muestra QDA001 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 3,933 para el atributo de sabor; la muestra QDA002 (3,500) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.6.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.50 se muestra el análisis de varianza del atributo sabor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo, (Anexo C) y tabla C.54.

**Tabla 4.50**  
**Análisis de varianza para el atributo sabor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
<i>Total</i>	62,183	59,000				
<i>Muestras (A)</i>	2,817	1,000	2,817	2,289	4,183	No Significativo
<i>Jueces (B)</i>	23,683	29,000	0,817	0,664	1,861	No Significativo
<i>Error</i>	35,683	29,000	1,230			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.50 el valor  $F_{cal} (2,289) < F_{tab} (4,183)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDA001 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### **4.6.3 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.51, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo aroma, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.55.

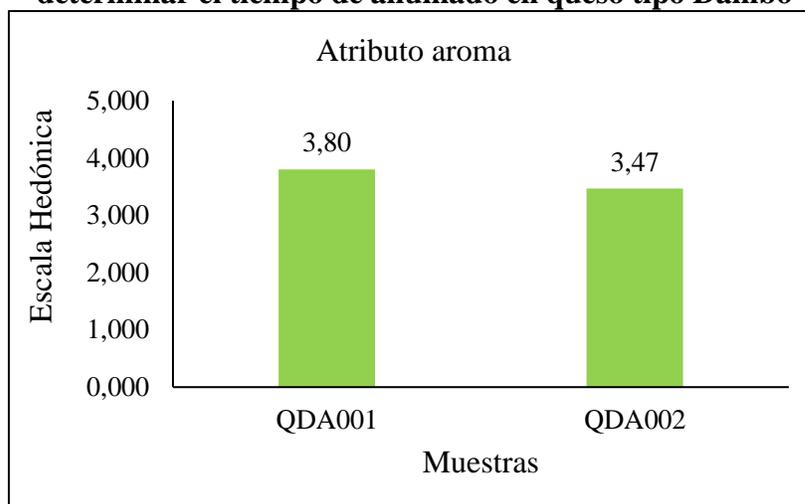
**Tabla 4.51**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma en la determinación del tiempo de ahumado del queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QDA001	QDA002
1	4,000	3,000
2	4,000	2,000
3	5,000	5,000
4	3,000	4,000
5	4,000	3,000
6	3,000	2,000
7	3,000	2,000
8	4,000	4,000
9	2,000	2,000
10	4,000	3,000
11	4,000	3,000
12	5,000	4,000
13	4,000	4,000
14	4,000	3,000
15	4,000	2,000
16	4,000	4,000
17	4,000	3,000
18	4,000	3,000
19	5,000	4,000
20	4,000	5,000
21	4,000	3,000
22	4,000	5,000
23	3,000	4,000
24	4,000	3,000
25	3,000	5,000
26	4,000	3,000
27	2,000	3,000
28	3,000	4,000
29	5,000	4,000
30	4,000	5,000
Total ( $Y_j$ )	114,000	104,000
$\sum (Y_i^2)$	450,000	388,000
$\bar{X}$	3,800	3,467

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 4.20 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma obtenidos de la tabla 4.51, para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo.

**Figura 4.20**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.20 se puede observar que la muestra QDA001 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 3,80 para el atributo de aroma; la muestra QDA002 (3,47) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.6.4 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.52 se muestra el análisis de varianza del atributo aroma para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo, (Anexo C) y tabla C.56.

**Tabla 4.52**  
**Análisis de varianza para el atributo aroma para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	45,933	59,000				
Muestras (A)	1,667	1,000	1,667	3,152	4,183	No Significativo
Jueces (B)	28,933	29,000	0,998	1,887	1,861	A P. Duncan
Error	15,333	29,000	0,529			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.52 el valor Fcal (3,152) < Ftab (4,183) para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay

diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDA001 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

#### **4.6.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO**

En la tabla 4.53, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo olor, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.57.

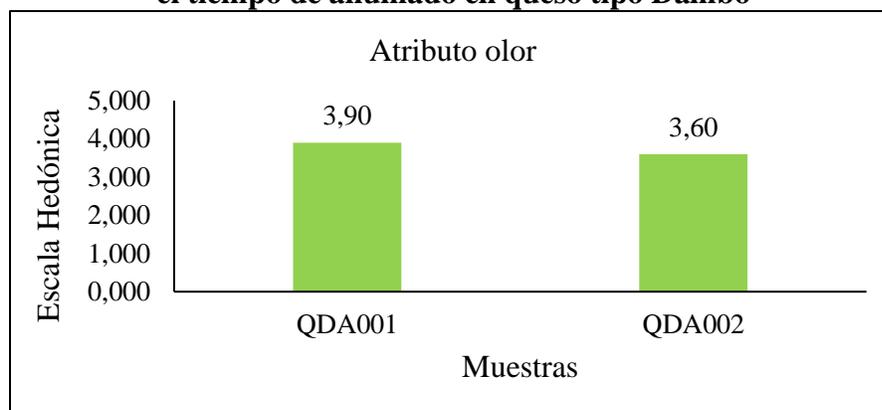
**Tabla 4.53**  
**Evaluación sensorial del atributo olor en la determinación del tiempo de ahumado del queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QDA001	QDA002
1	3,000	3,000
2	4,000	2,000
3	5,000	5,000
4	4,000	4,000
5	3,000	4,000
6	5,000	2,000
7	4,000	2,000
8	5,000	3,000
9	3,000	2,000
10	5,000	5,000
11	5,000	3,000
12	4,000	4,000
13	4,000	5,000
14	4,000	3,000
15	4,000	2,000
16	3,000	3,000
17	4,000	3,000
18	4,000	3,000
19	5,000	4,000
20	4,000	5,000
21	5,000	4,000
22	3,000	5,000
23	4,000	4,000
24	3,000	4,000
25	3,000	5,000
26	4,000	3,000
27	3,000	3,000
28	3,000	4,000
29	3,000	5,000
30	4,000	4,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	117,000	108,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	473,000	420,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	3,900	3,600

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.21 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor obtenidos de la tabla 4.53, para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo.

**Figura 4.21**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo olor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.21 se puede observar que la muestra QDA001 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 3,90 para el atributo de olor; la muestra QDA002 (3,60) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.6.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO OLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.54 se muestra el análisis de varianza del atributo olor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo, (Anexo C) y tabla C.58.

**Tabla 4.54**  
**Análisis de varianza para el atributo olor para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	49,250	59,000				
Muestras (A)	1,350	1,000	1,350	1,557	4,183	No Significativo
Jueces (B)	22,750	29,000	0,784	0,905	1,861	No Significativo
Error	25,150	29,000	0,867			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.54 el valor  $F_{cal} (1,557) < F_{tab} (4,183)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDA001 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo olor.

#### 4.6.7 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.55, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.59.

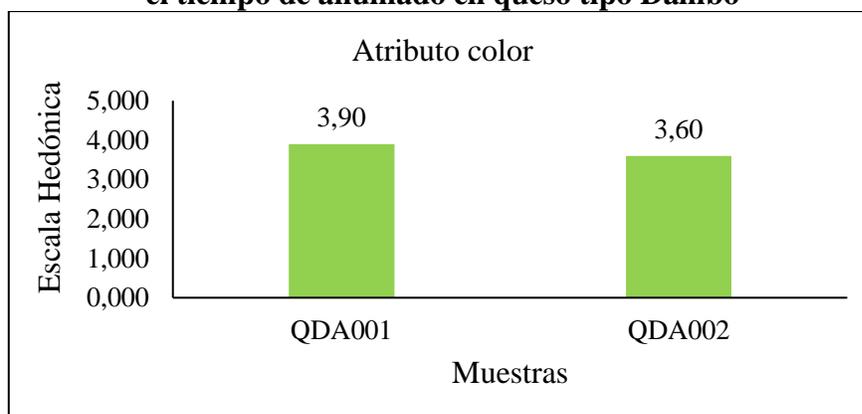
**Tabla 4.55**  
**Evaluación sensorial del atributo color en la determinación del tiempo de ahumado del queso tipo Dambo**

JUECES	MUESTRAS	
	QDA001	QDA002
1	5	4
2	3	3
3	4	4
4	4	4
5	4	5
6	4	3
7	4	3
8	5	4
9	3	4
10	4	5
11	4	3
12	3	5
13	4	5
14	4	4
15	5	4
16	5	4
17	4	3
18	4	4
19	5	5
20	4	5
21	4	4
22	4	5
23	5	4
24	4	3
25	3	5
26	4	4
27	3	4
28	4	4
29	3	4
30	4	5
Total ( $Y_j$ )	<b>120,000</b>	<b>123,000</b>
$\sum (Y_i^2)$	492,000	519,000
$\bar{X}$	4,000	4,100

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.22 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color obtenidos de la tabla 4.55, para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo.

**Figura 4.22**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial del atributo color para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.22 se puede observar que la muestra QDA001 tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 3,90 para el atributo de color; la muestra QDA002 (3,60) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.6.8 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE AHUMADO EN QUESO TIPO DAMBO

En la tabla 4.56 se muestra el análisis de varianza del atributo color para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo, (Anexo C) y Tabla C.60.

**Tabla 4.56**  
**Análisis de varianza para el atributo color para determinar el tiempo de ahumado en queso tipo Dambo**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	26,850	59,000				
Muestras (A)	0,150	1,000	0,150	0,326	4,183	No Significativo
Jueces (B)	13,350	29,000	0,460	1,000	1,861	No Significativo
Error	13,350	29,000	0,460			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.56 el valor  $F_{cal} (0,326) < F_{tab} (4,183)$  para las muestras; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las muestras por lo que cualquier muestra puede ser elegida al azar y tomada en cuenta. Sin embargo, analizando la preferencia de los jueces por la muestra QDA001 es considerada como la mejor opción en cuanto al atributo color.

Realizado el análisis estadístico para elegir el tiempo de ahumado, se consideró dos muestras: QDA001 (30 minutos de ahumado) y QD002 (60 minutos de ahumado), donde se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa entre las muestras, por lo tanto, se procede a elegir como muestra ganadora a la muestra QDA001, ya que tiene mayor aceptación por parte de los jueces en todos los atributos evaluados (sabor, aroma, olor y color).

#### **4.7 CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO TERMINADO**

Para determinar las características del producto terminado, se tomaron en cuenta las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del queso tipo Dambo ahumado.

##### **4.7.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 4.57 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del queso tipo Dambo ahumado extraído del (Anexo H), que fue realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

**Tabla 4.57**  
**Características fisicoquímicas del queso tipo Dambo ahumado**

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteína total (Nx6,38)	%	23,42
Grasa	%	28,98
Hidratos de carbono	%	2,88
Ceniza	%	2,16
Humedad	%	42,56
Valor energético	Kcal/100g	366,02
Fibra	%	n.d
Calcio	mg/100 g	691

**Fuente:** (CEANID, 2018)

En la tabla 4.57 se observan los resultados fisicoquímicos del queso tipo Dambo ahumado donde el contenido de proteína total es de 23,42%; grasa 28,98%; hidratos de carbono 2,88 %, ceniza 2,16%, humedad 42,56%; valor energético de 366,02 kcal/100g, calcio 691 mg/100g.

#### 4.7.2 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.58 se muestran los resultados del análisis microbiológico del queso tipo Dambo ahumado, datos extraídos de (Anexo H), realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

**Tabla 4.58**  
**Caracterización microbiológica del queso tipo Dambo ahumado**

Parámetros	Unidad	Resultados
Mohos y levaduras	UFC/g	$7,2 \times 10^2$
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$4,7 \times 10^5$

**Fuente:** (CEANID, 2017)

En la tabla 4.58 se observan los resultados del análisis microbiológico del queso tipo Dambo ahumado, donde el contenido de mohos y levaduras es de  $7,2 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g y bacterias aerobias mesófilas de  $4,7 \times 10^5$  UFC/g.

### 4.7.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

En la siguiente evaluación sensorial los parámetros a evaluar son color, olor, aroma, sabor y textura; utilizando escala hedónica de nueve puntos para valorar el grado de aceptación del producto, para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados.

#### 4.7.3.1 ANÁLISIS SENSORIAL DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.59, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del producto final, datos extraídos del (Anexo C) y tabla C.61.

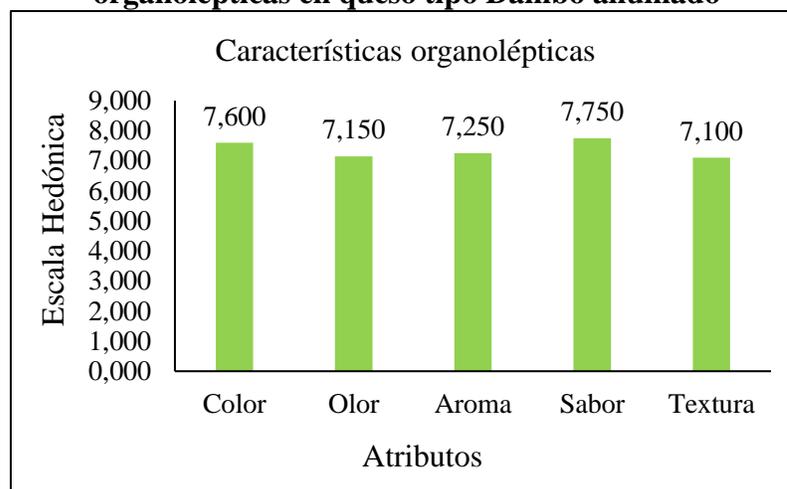
**Tabla 4.59**  
**Evaluación sensorial del producto terminado**

JUECES	ATRIBUTO				
	COLOR	OLOR	AROMA	SABOR	TEXTURA
1	5,000	5,000	6,000	6,000	4,000
2	6,000	5,000	5,000	7,000	8,000
3	8,000	8,000	8,000	8,000	6,000
4	7,000	6,000	7,000	8,000	7,000
5	8,000	8,000	8,000	8,000	7,000
6	6,000	9,000	8,000	8,000	9,000
7	9,000	8,000	8,000	9,000	9,000
8	8,000	7,000	7,000	9,000	8,000
9	8,000	7,000	7,000	8,000	6,000
10	8,000	7,000	7,000	7,000	8,000
11	8,000	6,000	7,000	7,000	8,000
12	8,000	7,000	6,000	6,000	8,000
13	9,000	8,000	8,000	9,000	6,000
14	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
15	7,000	8,000	7,000	8,000	7,000
16	8,000	7,000	6,000	6,000	5,000
17	8,000	8,000	8,000	9,000	9,000
18	8,000	7,000	8,000	8,000	6,000
19	8,000	6,000	7,000	8,000	7,000
20	7,000	8,000	9,000	8,000	6,000
<b>Total (Y<sub>j</sub>)</b>	152,000	143,000	145,000	155,000	142,000
<b>∑ (Y<sub>i</sub><sup>2</sup>)</b>	1174,000	1045,000	1069,000	1219,000	1044,000
<b><math>\bar{X}</math></b>	7,600	7,150	7,250	7,750	7,100

**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.23 se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial de las características organolépticas, datos obtenidos de la tabla 4.59 de queso tipo Dambo ahumado.

**Figura 4.23**  
**Valores promedios de la evaluación sensorial de las características organolépticas en queso tipo Dambo ahumado**



**Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 4.23 se puede observar que el atributo sabor tiene mayor puntaje promedio, con un valor de 7,750; el atributo color (7,600), el atributo aroma (7,250), el atributo olor (7,150) y el atributo textura (7,100) presenta una menor aceptación por los jueces.

#### 4.7.3.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.60 se muestra el análisis de varianza de las características organolépticas en queso tipo Dambo ahumado, (Anexo C) y Tabla C.62.

**Tabla 4.60**  
**Análisis de varianza para las características organolépticas del queso tipo Dambo ahumado**

(FV)	(SC)	(GL)	(CM)	(Fcal)	(Ftab)	Observación
Total	119,310	99,000				
Atributo (A)	6,660	4,000	1,665	2,320	2,492	No Significativo
Jueces (B)	58,110	19,000	3,058	4,262	1,725	A P. Duncan
Error	54,540	76,000	0,718			

**Fuente:** (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 4.60 el valor  $F_{cal} (2,320) < F_{tab} (2,492)$  para las características organolépticas; por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada para

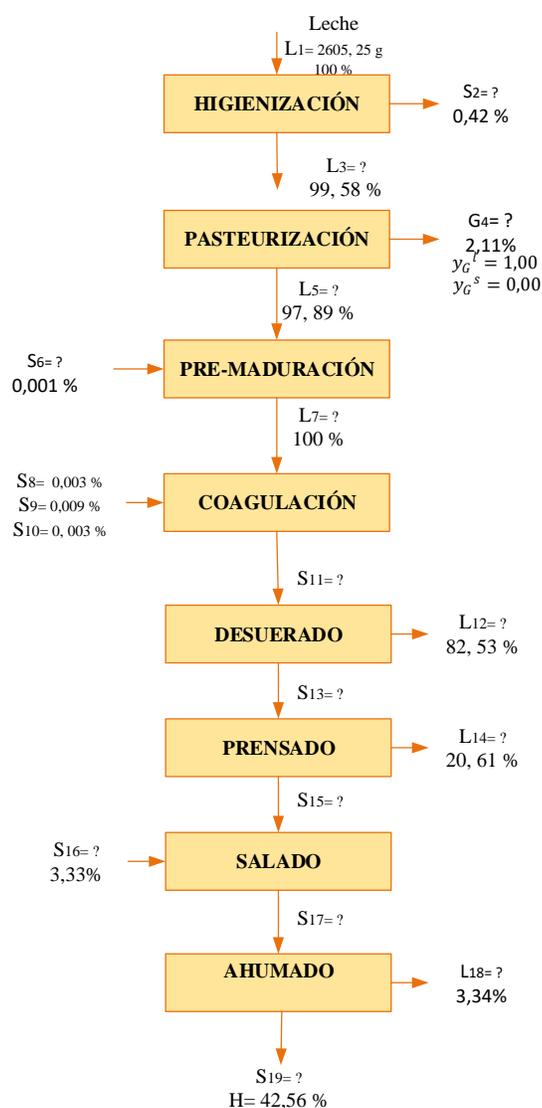
$p < 0,05$ ; es decir que no hay diferencia significativa entre las características organolépticas. Sin embargo, el atributo sabor es el más aceptado por los jueces.

Realizado el análisis sensorial del producto terminado se evidencia que el queso tipo Dambo ahumado es aceptado por los jueces satisfactoriamente.

#### **4.8 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO**

En la figura 4.24 se muestra las etapas donde se realiza el balance de materia para la elaboración de queso tipo Dambo, calculado para 2605, 25 g de materia prima.

**Figura 4.24**  
**Balance de materia para la elaboración de queso tipo Dambo ahumado**



**Fuente:** *(Elaboración propia)*

En la tabla 4.61 se muestra el resultado del balance de materia determinado en las diferentes etapas del proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado (Anexo F).

**Tabla 4.61**  
**Resultados del balance de materia**

Variable	Valor (g)	
$L_1$	Leche cruda	2605,250
$S_2$	Partículas sólidas	10,940
$L_3$	Leche higienizada	2594,310
$G_4$	Agua evaporada	54,740
$L_5$	Leche pasteurizada	2539,570
$S_6$	Cultivo lácteo	0,025
$L_7$	Leche inoculada	2539,590
$S_8$	Achiote	0,0760
$S_9$	Cloruro de calcio	0,230
$S_{10}$	Cuajo	0,0760
$S_{11}$	Cuajada	2539,970
$L_{12}$	Suero	2248,640
$S_{13}$	Cuajada	291,330
$L_{14}$	Suero	60,040
$S_{15}$	Queso	231,290
$S_{16}$	Salmuera	7,990
$S_{17}$	Queso salazonado	239,280
$L_{18}$	Suero	5,10
$S_{19}$	Queso Dambo ahumado	234,18
<b>R</b>	Rendimiento del proceso	9,02%

**Fuente:** (Elaboración propia)

El rendimiento del proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado es 9,02%.

#### 4.9 BALANCE DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO DAMBO AHUMADO

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de queso tipo Dambo ahumado se tomó en cuenta la etapa de pasteurización de la leche y el ahumado del queso.

Las ecuaciones de balance de energía según (Barderas, 1994), utilizadas en la etapa de pasteurización se detallan a continuación:

$$Q_T = Q_g + Q_p \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Dónde:

$$Q = m * C_p * (T_2 - T_1) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fases según (Barderas, 1994), es:

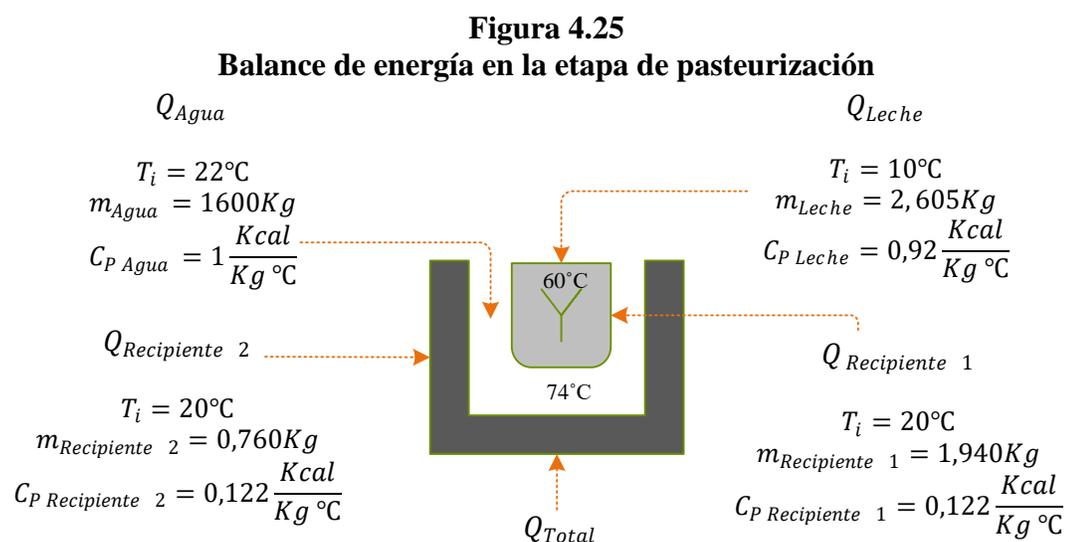
$$Q = m * \lambda \quad \text{Ecuación 4.3}$$

La ecuación 4.4 (Barderas, 1994), es utilizada para el cálculo de energía en la etapa de ahumado de queso tipo Dambo.

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

#### 4.9.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.25 se muestra el balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche.



**Fuente:** (Elaboración propia)

Para obtener la cantidad de calor necesaria en la etapa de pasteurización se calcularon las corrientes de calor que intervienen en el proceso como se detalla en la ecuación 4.5

$$Q_T = Q_{\text{Recipiente } 2} + Q_{\text{Agua}} + Q_{\text{Recipiente } 1} + Q_{\text{Leche}} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

El cálculo de energía requerida para calentar el recipiente 2 se determina mediante la ecuación 4.2:

$$C_{P \text{ olla } 2} = 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \quad (\text{Valvias, 2013}) \text{ para la olla de acero inoxidable}$$

$$m_{Olla 2} = 0,760 \text{ Kg}$$

$$Q = 0,760 \text{ Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (74 - 20)^\circ\text{C} = 5,01 \text{ Kcal}$$

Para calcular la energía requerida para calentar el agua del baño maría se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{Agua}} = m_{\text{Agua}} * C_{P\text{Agua}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{Agua}}$$

Dónde:

$$C_{P\text{Agua}} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{Agua}} = 1,60 \text{ Kg}$$

$$\lambda_{\text{vaporizacion}} = 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 0,05 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{Agua}} = 1,60 \text{ Kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (92 - 22)^\circ\text{C} + 0,05 \text{ Kg} * 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{Agua}} = 139,56 \text{ Kcal}$$

La cantidad de energía necesaria para calentar el recipiente 1 (Acero inoxidable), se determina en base a la ecuación 4.2.

Dónde:

$$C_{P\text{Recipiente 1}} = 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \text{ (Valvias, 2013) para la olla de acero inoxidable}$$

$$m_{\text{Recipiente 1}} = 1,940 \text{ Kg}$$

$$Q = 1,940 \text{ Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (60 - 20)^\circ\text{C} = 9,46 \text{ Kcal}$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para pasteurizar la leche se utilizó la siguiente ecuación.

$$Q_{Leche} = m_{Leche} * C_{P_{Leche}} * (T_2 - T_1) + m_{agua\ evaporada} * \lambda_{Agua}$$

Dónde:

$$C_{P_{Leche}} = 0,92 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C}$$

$$m_{Leche} = 2,605\ Kg$$

$$\lambda_{vaporizacion\ de\ agua} = 551,29 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$m_{agua\ evaporada} = 0,05\ Kg$$

$$Q_{Leche} = 2,605\ Kg * 0,92 \frac{Kcal}{Kg\ ^\circ C} * (60 - 10)^\circ C + 0,05\ Kg * 551,29 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_{Leche} = 147,39\ Kcal$$

En función a la ecuación 4.5 se calcula el calor necesario para realizar la pasteurización de la leche.

$$Q_T = Q_{Recipiente\ 2} + Q_{Agua} + Q_{Recipiente\ 1} + Q_{Leche}$$

$$Q_T = 5,01\ Kcal + 139,56\ Kcal + 9,46\ Kcal + 147,39\ Kcal$$

$$Q_T = 301,42\ Kcal$$

La cantidad de calor necesario para realizar la pasteurización es de 301,42 Kcal.

#### **4.9.2 ENERGÍA REQUERIDA EN LA ETAPA DE AHUMADO**

Para el ahumado del queso tipo Dambo se utilizó un horno ahumador con una potencia de 13 KW. En base a la ecuación 4.4 se calcula la energía eléctrica necesaria para realizar el ahumado durante 30 min.

$$E = 13000 \frac{J}{s} * 18000s = 23400000 J * \frac{1Kcal}{4186,8 J} = 5588,99 Kcal$$

La cantidad de energía necesaria para realizar el ahumado es 5588,99 Kcal.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

- En base a los resultados fisicoquímicos de la leche cruda se tiene que el contenido de proteína total es de 2,66%, grasa 4,40%, hidratos de carbono 6,16%, ceniza 0,67%, humedad 86,61%, valor energético de 74,88 kcal/100g, calcio total 1083 mg/L.
- En base a los análisis microbiológicos de la leche cruda, se tiene que el contenido de mohos y levaduras es de  $8,8 \times 10^2$  UFC/g, coliformes totales de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g, y bacterias aerobias mesófilas de  $6,2 \times 10^5$  UFC/g.
- Realizada la evaluación sensorial para determinar la muestra patrón de queso tipo Dambo, la muestra elegida fue QDP2 con promedio para textura (5,85), color (6,20), aroma (5,60), sabor (6,15) y aceptabilidad (6,15) en escala hedónica de 7 puntos, asimismo realizado el análisis estadístico para las muestras no existe evidencia estadística significativa, ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .
- Realizada la evaluación sensorial para determinar la muestra preliminar de queso tipo Dambo, la muestra elegida fue QD2 con promedio para sabor (6,40), aroma (5,70), y aceptabilidad (6,20) en escala hedónica de 7 puntos. Asimismo, realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .
- Realizado el diseño factorial aplicado en la etapa de pre-maduración, no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,05$ ; ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para todas las variables tomadas en cuenta. En tal sentido realizado el análisis estadístico de la evaluación sensorial, si existe diferencia significativa entre las muestras para  $p < 0,05$ ; ya que  $F_{cal} > F_{tab}$ .
- Realizada la evaluación sensorial para determinar la muestra final de queso tipo Dambo, la muestra elegida fue QD707 con promedio para textura (6,05), color (5,85), aroma (5,95), sabor (6,10) y apariencia (5,95) en escala hedónica de 7

puntos, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .

- Realizada la evaluación sensorial para determinar el tiempo de ahumado del queso tipo Dambo, la muestra elegida fue QDA001 con un puntaje promedio para sabor (3,93), aroma (3,80), olor (3,90) y color (3,90) escala hedónica de 5 puntos, asimismo realizado el análisis estadístico no existe evidencia estadística significativa ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ , la muestra fue valorada como la más aceptada por los jueces.
- Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado son: proteína total 23,42%, grasa 28,98%, hidratos de carbono 2,88%, ceniza 2,16%, humedad 42,56%, valor energético de 366,02 kcal/100g y calcio total 691 mg/100g.
- Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del producto terminado, son: mohos y levaduras  $7,2 \times 10^2$  UFC/g, bacterias aerobias mesófilas de  $4,7 \times 10^5$  UFC/g y no se observa desarrollo de colonias en coliformes totales.
- Realizada la evaluación sensorial para las características organolépticas del producto terminado, con un puntaje promedio para textura de (5,85), color (6,20), aroma (5,60), sabor (6,15) y aceptabilidad (6,15) en escala hedónica de 7 puntos, asimismo realizado el análisis estadístico para las muestras no existe evidencia estadística significativa, ya que  $F_{cal} < F_{tab}$  para  $p < 0,05$ .
- Realizado el balance de materia para el proceso de obtención de queso tipo Dambo ahumado, se tiene que el rendimiento del proceso es de 9,02 %, con una base de cálculo de 2,5 l de leche cruda.
- Realizado el balance de energía en la etapa de pasteurización de la leche y ahumado del queso tipo Dambo, se tiene que la energía total requerida es de 5890, 41 Kcal.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar diseño experimental en la etapa de maduración de queso, con la finalidad de evaluar las variables involucradas en este proceso.
- Se recomienda realizar un trabajo de investigación de vida útil entre queso tipo Dambo y queso tipo Dambo ahumado.
- Se sugiere realizar una validación en el mercado de Tarija; con el fin de comercializar queso tipo Dambo ahumado; ya que es un producto con características organolépticas diferentes a los quesos tradicionales.
- Se recomienda la implementación de una planta industrial para la elaboración de quesos madurados, con la finalidad de contribuir al desarrollo agroindustrial de la región y diversificar la oferta de productos lácteos.