

## 1.1 ANTECEDENTES

El queso es una de las formas de transformación de la leche, que permite conservar su valor nutritivo, mejorar sus características organolépticas y aumentar su vida útil. El queso de acuerdo con su tipo y condiciones de almacenamiento tiene una vida útil que puede variar de días, meses o años (Gomez, 2005).

El queso es un alimento de amplio consumo a nivel mundial, cuyas características nutritivas, funcionales, texturales y sensorial difieren entre cada tipo. Se estiman más de 2000 variedades de queso, entre madurados, semi-madurados y frescos (Ramírez y Vélez, 2012).

En Bolivia los quesos fueron introducidos por los españoles, probablemente se introdujeron varios tipos de quesos, siendo el queso fresco el más popular y existen más de 200 variedades. Los quesos que se comercializan en el mercado local son los quesos regionales como el queso chaqueño, queso menonita y quesos provenientes de industrias queseras como ser los del grupo PIL o los quesos San Javier. En el caso de quesos maduros, recién desde mediados de los 90, existe una oferta en Bolivia con la apertura de emprendimientos artesanales y semi-artesanales (Nueva economía, 2010).

El queso Gouda se elabora con calentamiento y posterior separación de los cuajos, de leche pasteurizada, con ojos en número variable y con un contenido de grasa final entre (25–30)%. Se suele consumir joven entre (1–6) meses, aunque también existen presentaciones de hasta 18 meses de maduración. El color de este queso es pajizo (dependiendo de su grado de maduración) de aromas tenues y en la boca es de sabor suave, algo dulce y levemente salado, de textura firme y cremosa que se pondrá más dura conforme aumente su tiempo de maduración (Ramirez, 2014).

La producción de queso en Bolivia durante el año 2010 para la planta Pil Tarija S.A fue de 38,054 kg y para Pil Andina S.A de 516,748 kg. Incrementado la producción con respecto a años anteriores. La producción de queso Gouda en Bolivia está dada por el grupo PIL Andina S.A. En su planta de Santa Cruz, Productos lácteos La

Campaña S.R.L. y Planta Industrializadora de Leche Chuquisaca “Pil Chuquisaca S.A.” (AEMP, 2017).

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

- ✎ Los derivados lácteos, aportan elementos inorgánicos esenciales para el organismo humano. El queso es un producto derivado de la leche de amplio consumo a nivel mundial, el cual es una excelente alternativa alimenticia por su aporte en proteínas de alto valor biológico y por ser fuente de calcio, fósforo y otros minerales.
- ✎ Los quesos madurados, tienen menor contenido de lactosa que los quesos frescos, debido al proceso involucrado, la fermentación y el contenido de grasas, lo que lo convierte en un alimento de fácil digestión. En tal sentido el queso Gouda puede ser una alternativa válida para las personas que padecen de intolerancia a la lactosa.
- ✎ Dado que la producción de quesos en el departamento de Tarija, está limitada a variedades tradicionales como ser el queso chaqueño, charagueño, caizeño, entre otros. Con la presente investigación se pretende elaborar queso madurado con la finalidad de ofrecer una nueva variedad de queso y diversificar así la producción de quesos en el departamento.
- ✎ El Gouda es un queso semi-madurado, fundible, de sabor suave y textura firme el cual podría ser introducido al mercado local incrementando así la baja demanda de este tipo de quesos. Así mismo podría ser utilizado en los subsidios y de uso culinario para la dieta alimentaria.

## 1.3 OBJETIVOS

Los objetivos planteados para el siguiente trabajo de investigación son:

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- ✘ Elaborar queso Gouda, mediante el proceso de fermentación láctica, con la finalidad de obtener un producto de calidad nutricional.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✘ Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima con la finalidad de conocer las características de la misma.
- ✘ Determinar muestra patrón de queso Gouda con el fin de obtener un producto con características organolépticas similares al producto seleccionado.
- ✘ Realizar dosificación de insumos para determinar la más adecuada en la elaboración de queso Gouda.
- ✘ Aplicar un diseño factorial  $2^k$  en el proceso de elaboración, con la finalidad de controlar variables específicas que puedan afectar durante dicho proceso.
- ✘ Realizar caracterización de los atributos sensoriales con la finalidad de determinar producto final.
- ✘ Determinar el tipo de envase para la conservación del producto terminado durante el almacenamiento.
- ✘ Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto obtenido con la finalidad de conocer su composición y valor nutricional del mismo.
- ✘ Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la muestra patrón con la finalidad de conocer su composición y valor nutricional del mismo.

- ✎ Aplicar balance de materia y energía durante el proceso de elaboración con la finalidad de conocer el rendimiento de este.

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

En nuestro departamento existe poco conocimiento sobre la gran variedad existente de quesos. Siendo los quesos tradicionales como el queso chaqueño, charagueño y otros, los de mayor consumo en el mercado local. En el departamento no hay conocimiento sobre la existencia de quesos madurados como el Gouda, por lo cual no existe la producción, ni oferta de este queso en el mercado local, siendo el único que se oferta procedente de la planta Pil andina (Santa Cruz).

Es preciso considerar esta variedad de queso el cual podría ser introducido al mercado local, incrementando así la baja demanda y mejorar la diversificación en la producción de quesos en el departamento. Así mismo podría ser utilizado en los subsidios y en el uso culinario para la dieta alimentaria; ya que aporta beneficios para la salud mediante el aprovechamiento de su contenido en calcio que ayuda en la formación de los huesos, zinc el cual facilita al organismo en la asimilación y almacenamiento de insulina, es un producto bajo en lactosa debido al tratamiento que se aplica a la cuajada y al proceso de maduración al que es sometido.

#### **1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Se podrá elaborar queso Gouda, mediante el proceso de fermentación láctica y obtener un producto de calidad nutricional?

#### **1.6 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

¿Realizando la variación de cultivo láctico, cuajo y temperatura de inoculación en el proceso de elaboración de queso Gouda se podrá obtener un producto de calidad nutricional?

## **2.1 ORIGEN DEL QUESO**

Se cree que los primeros quesos aparecieron una vez iniciada la domesticación de los animales en el Neolítico, hace 10000-12000 años, La leche se conservaba en recipientes de piel, cerámica porosa o madera, pero como era difícil mantenerlos limpios, la leche fermentaba con rapidez. El siguiente paso fue el de extraer el suero de la cuajada para elaborar algún tipo de queso fresco, sin cuajo, de sabor fuerte y ácido. La cabra y la oveja fueron los primeros en domesticarse y 2000 años después la vaca. Los primeros testimonios gráficos son del siglo tercero antes de nuestra era, en Mesopotamia, a través del friso sumerio llamado “La Lechería”, este friso describe gráficamente la producción del queso (Valverde, 2014).

Datos arqueológicos demuestran que su elaboración en el antiguo Egipto data del año 2300 a.C. Europa introdujo las habilidades para su elaboración y producción, convirtiéndolo en un producto de consumo popular. Gracias al imperio europeo, el queso se ha dado a conocer en todo el mundo. Fue en Suiza (1815) donde se abrió la primera fábrica para la producción industrial del queso (Castañeda, 2016).

Los registros históricos muestran que el queso Gouda se ha producido en los Países Bajos desde el siglo XII y se encuentra entre los tipos de queso más antiguos del mundo (Coggins, 2017). La primera mención del queso Gouda data de 1184, por lo que es uno de los quesos más antiguos registrados en el mundo todavía hoy en día. El queso lleva el nombre de la ciudad holandesa de Gouda, no porque se produce en o cerca de la ciudad, sino porque históricamente se ha comercializado allí (Neethlingshof, 2013).

## **2.2 DEFINICIÓN DE QUESO**

Se entiende por queso al producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante: coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero o leche de mantequilla/manteca, o de cualquier

combinación de estos materiales, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación (FAO/OMS, 2011).

El queso es el producto obtenido por coagulación de la leche cruda o pasteurizada (entera, semidescremada y descremada), constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado. Mediante este proceso se logra preservar el valor nutritivo de la mayoría de los componentes de la leche, incluidas las grasas, proteínas y otros constituyentes menores, generando un sabor especial y una consistencia sólida o semisólida en el producto obtenido. Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche (Ramírez y Vélez, 2012).

### **2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS**

Según (Hernández, 2010), clasifica los diferentes tipos de quesos de acuerdo a lo siguiente:

#### **2.3.1 SEGÚN ORIGEN DE LA LECHE**

Los quesos que no tengan una denominación concreta o aquellos que aún no estén protegidos por una norma individual de composición y características específicas, que se fabriquen con leche distinta de la vaca, deben incluir en su denominación después de la palabra queso la indicación de la especie que corresponda.

Los quesos elaborados con mezcla de dos o más especies, deben incluir en su denominación, después de la palabra queso, la indicación de las especies animales de las que proceda la leche en orden descendente de proporciones. Esta denominación podrá reemplazarse por la de queso de mezcla.

### 2.3.2 SEGÚN SU MADURACIÓN

- ✎ **QUESO FRESCO:** Es el queso que está dispuesto para el consumo al finalizar el proceso de fabricación, se obtienen predominantemente por coagulación acida. Se caracterizan por su consistencia blanda y alto contenido de agua. Los más conocidos son el cottage y mozzarella.
- ✎ **QUESO BLANCO PASTEURIZADO:** Es el queso fresco en el coágulo obtenido se somete a un proceso de pasteurización, quedando dispuesto para el consumo al finalizar su proceso de fabricación.
- ✎ **QUESO MADURO:** Requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos y químicos característicos de él. Los quesos maduros constituyen la categoría más abundante. De pasta blanda (camembert y brie), de pasta semidura (cabrales, Edam y Gouda) y los quesos de pasta dura (Emmental y Cheddar), son sometidos a temperaturas más elevadas que los de blanda y semidura para que su periodo de maduración sea más corto. La palabra maduro podrá sustituirse por los calificativos según el grado de maduración alcanzado, de acuerdo a la tabla (2.1).

**Tabla 2.1**  
**Denominación del queso en función del tiempo de maduración**

Denominaciones facultativas	Peso >1,5 Kg	Peso < 1,5 Kg
	Maduración mínima en días	
<b>Tierno</b>	7	-
<b>Semi-curado</b>	35	15
<b>Curado</b>	105	45
<b>Viejo</b>	180	100

**Fuente:** Hernández, 2010

- ✎ **QUESO MADURO CON MOHOS:** Es aquel en el que la maduración se produce, parcialmente, como consecuencia del desarrollo característico de mohos en su interior, en la superficie o en ambas partes. Dicha denominación podrá sustituirse por la de queso azul o queso de pasta azul. Quesos de pasta azul llamados así porque los responsables de la maduración son hongos del genero penicillium, (Roquefort y Gorgonzola).

### 2.3.3 SEGÚN SU CONTENIDO EN GRASA

- ✎ **Extra-graso:** es el que contenga un mínimo de 60%
- ✎ **Graso:** el que contenga un mínimo de 45 y menos de 60%
- ✎ **Semi-Graso:** el que contenga un mínimo de 25 y menos de 45%
- ✎ **Semi-Desnatado:** el que contenga un mínimo de 10 y menos de 25%
- ✎ **Desnatado:** el que contenga menos de 10%

### 2.3.4 QUESOS FUNDIDOS

Se entiende por queso fundido el producto obtenido por molturación, mezcla y emulsión, de una o más variedades de queso. La denominación queso fundido queda reservada para el producto que contenga un extracto seco total mínimo del 35% masa/masa.

(Madrid, 1990), clasifica a los quesos según su textura en tres grandes grupos:

- ✎ Quesos con ojos redondos
- ✎ Quesos de textura granular
- ✎ Quesos de textura cerrada

### 2.3.5 SEGÚN SU HUMEDAD

(Madrid, 1990), clasifica a los quesos según su contenido de humedad de acuerdo a la siguiente:

- ✎ **Quesos frescos:** contenido de humedad varía entre 60-80%
- ✎ **Quesos blandos:** contenido de humedad varía entre 55- 57 %
- ✎ **Quesos semi-duros:** contenido de humedad varía entre 42-55%
- ✎ **Quesos duros:** contenido de humedad varía entre 20- 40%

## 2.4 IMPORTANCIA NUTRICIONAL DE LOS QUESOS

Su alto valor nutritivo, tanto su contenido en agua como su contenido graso, varía según su maduración, y variedad de queso, generalmente los quesos mientras más curados tendrán menos contenido acuoso y aumentará su contenido graso. Este contiene, al igual que la mayoría de los productos lácteos, un elevado porcentaje de



colesterol, por lo tanto su consumo debe ser moderado en casos de dietas hipocalóricas (Requena, 2010).

Su porcentaje en proteínas, es variable, siendo los más pobres los quesos frescos, aunque las proteínas del queso, contienen todos los aminoácidos esenciales. Las proteínas y las grasas del queso sufren una degeneración durante el proceso de maduración de los mismos, por lo tanto serán más digestibles los quesos curados que los quesos frescos. El principal representante de los hidratos de carbono del queso, es la lactosa, pero el contenido real de glúcidos del queso es realmente pobre, ya que la mayor parte de la lactosa, se transforma en ácido láctico. Esta cualidad del queso, es muy importante sobre todo para personas intolerantes a la lactosa y diabéticos, ya que podrán incluir el queso en su dieta siempre que sean quesos muy curados, que tendrán un porcentaje bajísimo en lactosa. El calcio y el fósforo, son los dos minerales más abundantes del queso, aunque también encontramos cantidades notables de sodio y potasio, lo cual lo hace un alimento aconsejable para el desarrollo de niños y adolescentes. Sobre las vitaminas, cabe destacar su aporte en liposolubles de los grupos A y D (Requena, 2010).

Según (Valles 2017), la ingesta diría es de 40-60 g de queso madurado al día (2-3 lonchas) o 80-100 g de queso fresco al día (1 porción individual).

## **2.5 QUESO GOUDA**

El Gouda es un queso firme/semiduro madurado. De un color que varía del casi blanco o marfil al amarillo claro o amarillo y una textura firme (al presionarse con el pulgar) que puede cortarse, con pocos a abundantes agujeros ocasionados por el gas, más o menos redondos de un tamaño variable entre la cabeza de un alfiler hasta una arveja, distribuidos de forma regular por todo el interior del queso. Se aceptan algunas aberturas y grietas. El Gouda tiene forma de cilindro aplanado con lados convexos, de bloque plano o de pan. En el caso del Gouda listo para el consumo, el procedimiento de maduración para desarrollar las características de sabor y cuerpo, es normalmente 3 semanas en adelante (FAO/OMS, 2011).

### 2.5.1 TIPOS DE QUESO GOUDA

En la tabla 2.2, se detallan los diferentes tipos de queso Gouda.

**Tabla 2.2**  
**Tipos de queso Gouda**

<b>Tipo</b>	<b>Edad</b>
<b>Baby Gouda</b>	2-3 semanas
<b>Graskaas</b>	1 mes
<b>Jonge kaas</b>	4 semanas
<b>Jong belegen kaas</b>	2 meses
<b>Belegen</b>	7 a 8 meses
<b>Oude kaas</b>	10 meses
<b>Overjarig</b>	1 a 2 años

**Fuente:** Engelbrecht, 2016

### 2.5.2 BENEFICIOS NUTRICIONALES DEL QUESO GOUDA

Debido a la alta cantidad de proteínas que contiene, el queso Gouda es un alimento recomendado para el desarrollo muscular. Contiene una alta cantidad de calcio, por eso es un alimento bueno para los huesos y es muy recomendable su consumo durante el embarazo. El zinc que contiene, ayuda en el proceso de crecimiento, además es beneficioso para el sistema inmunitario y favorece a la cicatrización de heridas, facilita a nuestro organismo la asimilación y el almacenamiento de insulina, también ayuda a combatir la fatiga e interviene en el transporte de la vitamina A a la retina. El queso Gouda, al ser un alimento rico en fósforo, ayuda a mantener huesos y dientes sanos. Así como una piel equilibrada ya que ayuda a mantener su pH natural y contribuye también a mejorar las funciones biológicas del cerebro (Campo, 2012).

## 2.6 MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

La materia prima requerida para la elaboración de queso Gouda, se detalla a continuación:

### 2.6.1 LECHE

Producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos.

Es un producto que aporta nutrientes básicos para la alimentación humana. La composición de la leche no es estable a lo largo de la lactancia y puede verse afectada por factores internos y externos del animal, afectando en gran medida la calidad del producto (Agudelo y Bedoya, 2005).

La leche contiene tres componentes fundamentales: agua, grasa y sólidos no grasos. La materia orgánica de la porción no grasa consiste, en su mayoría caseína y proteica del suero, junto con lactosa y los ácidos láctico y cítrico (Kirk et al, 1996).

La leche es un medio de fase acuosa continua que contiene esencialmente lactosa, minerales y elementos dispersos de naturaleza lipídica (glóbulos grasos) y de naturaleza proteica (micelas de caseína). Las propiedades nutricionales y tecnológicas (estabilidad térmica-aptitud para la transformación quesera) dependen, en gran parte de las características fisicoquímicas de cada una de las fases (Mahaut, 2003).

## **2.6.2 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA LECHE**

Todas las propiedades de la leche están determinadas por sus constituyentes, por lo que cualquier proceso y operación que altera a estos se refleja en ella (Revilla, 1982).

### **2.6.2.1 SABOR**

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce debido principalmente a su alto contenido de lactosa; todos los elementos, e inclusive las proteínas que son insípidas, participan en forma directa o indirecta en la sensación del sabor. La leche absorbe los sabores procedentes de los alimentos, del medio ambiente y utensilios. También es posible que algunos sabores sean producidos en la misma leche, tal como sucede con el sabor rancio y el olor a jabón, ambos producidos por hidrólisis de la grasa; el sabor oxidado es conocido como sabor a cartón, sabor metálico, sabor a papel, sabor aceitoso y sabor seboso. Existen además los sabores producidos por los microorganismos de la leche (Revilla, 1982).

### **2.6.2.2 EL OLOR O AROMA**

El olor y aroma de la leche fresca es ligeramente perceptible, sin embargo cuando la leche está ácida o contienen bacterias coliformes, adquiere el olor característico de un establo o a estiércol de las vacas (Gomez, 2005).

### **2.6.2.3 COLOR**

El color de la leche se debe, sobre todo a una completa dispersión del espectro visible provocada por los glóbulos de grasa, pero también por las micelas de caseína y el fosfato de calcio coloidal. Mientras más pequeñas son estas partículas, mayor es el área de dispersión de la luz y en consecuencia el producto se ve más blanco; por el contrario cuando las partículas sólidas se asocian y forman agregados, como la crema, se reduce la dispersión, lo que causa una tonalidad ligeramente azul (Badui, 2012).

## **2.6.3 COMPOSICIÓN FÍSICA DE LA LECHE**

Algunas propiedades físicas dependen del total de los componentes: densidad y calor específico; otras dependen de las sustancias disueltas: índice de refracción y punto de congelación; finalmente hay otras que solo dependen de los iones (pH, conductibilidad) o de los electrones (potencial redox) (Alaias, 2003).

### **2.6.3.1 DENSIDAD**

La densidad de la leche no es un valor constante sino que varía con la temperatura y depende de dos factores: de la concentración de elementos disueltos y en suspensión (la densidad aumenta cuando el contenido de sólidos aumenta) y de la cantidad de grasa (la densidad disminuye cuando el contenido de grasa aumenta), es decir: la leche descremada tiene mayor densidad, mientras que la adición de agua a la leche hace que la densidad disminuya, la densidad de las leches es variable. Los valores medios pueden estar entre 1,030 y 1,033 g/mL a 20°C (Martínez, 2011).

### **2.6.3.2 pH**

Las diferentes leches tienen una reacción iónica cercana a la neutralidad. La leche de vaca tiene una relación débilmente ácida, con un pH comprendido entre 6,6 y 6,8,

como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y cítrico, principalmente (Alaias, 2003).

La variación del pH depende del estado de sanidad de la leche y de los microorganismos responsables de convertir la lactosa en ácido láctico (Gómez, 2005).

### **2.6.3.3 ACIDEZ**

Para (Alaias, 2003), la acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche:

1. Acidez debida a la caseína; alrededor de 2/5 de la acidez natural
2. Acidez debida a las sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos; igualmente unos 2/5 de la acidez natural
3. Reacciones secundarias debidas a los fosfatos; sobre 1/5 de la acidez natural. Estas reacciones se han designado con el término
4. Acidez desarrollada, debido al ácido láctico y a otros ácidos procedentes e la degradación microbiana de la lactosa y eventualmente de los lípidos, en las leches en vías de alteración

La determinación de la acidez de la leche es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de (0,15 a 0,16) %, valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0,16%, indican que la leche contiene bacterias contaminantes (Gómez, 2005).

### **2.6.3.4 VISCOSIDAD**

En la viscosidad influyen diferentes factores como la concentración de grasa, el contenido de caseína o el estado de dicha caseína. Por ejemplo, para una leche fresca con 2,5% de grasa, la viscosidad es de 1,76 mPa\*s, y para una leche condensada (10%) de 23 mPa\*s. (Dieter, 2011).

### 2.6.3.5 PUNTO DE CONGELACIÓN

La reducción del punto de congelación (pc) de la leche por efecto de los solutos de bajo peso molecular (Lactosa y las sales); en general, va de -0,52 a -0,57 °C, valor de referencia en los análisis crioscópicos para identificar adulteración de la leche con agua. Al comparar el pc de la muestra con el de referencia, se puede cuantificar la cantidad de agua añadida (Badui, 2012).

### 2.6.3.6 PUNTO DE EBULLICIÓN

Los mismos sólidos disueltos mencionados anteriormente hacen que el punto de ebullición sea ligeramente superior al del agua pura a la misma presión; por ejemplo, la leche tiene un Pe de 100,17 °C, a 760 mmHg; la leche evaporada de 100,44 °C y la condensada azucarada de 103,22 °C. (Badui, 2012).

## 2.6.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

Numerosos factores pueden intervenir en la composición de la leche: la especie, la raza, el estado de lactancia, la estación, el estado sanitario, la alimentación, etc (Mahaut, 2003). En la tabla 2.3, se muestra la composición química de la leche para algunas especies.

**Tabla 2.3**  
**Composición química de la leche en diferentes especies**

<b>Especie</b>	<b>Agua</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Lactosa</b>	<b>Cenizas</b>
<b>Leche de vaca</b>	87,4	3,3	3,9	4,6	0,72
<b>Leche de mujer</b>	86,5	2,0	4,1	7,2	0,21
<b>Leche de bufala</b>	82,4	4,7	7,4	4,7	0,79
<b>Leche de oveja</b>	81,6	5,6	7,5	4,4	0,90
<b>Leche de cabra</b>	86,9	3,3	4,5	4,6	0,79

**Fuente:** Kirk et al, 1996

### 2.6.4.1 AGUA

El contenido de agua en la leche puede variar de (79 - 90,5)%, pero normalmente representa el 87% de la leche. El porcentaje de agua varía cuando se altera la cantidad de cualquier de los otros elementos de la leche. La leche contiene un nivel

relativamente alto de agua, gracias a esa cantidad de agua la distribución de sus componentes es bastante uniforme (Revilla, 1982). Según (Mahaut, 2003) el agua presente en la leche se encuentra en dos estados:

1. El agua extramicelar representa alrededor de del 90% del agua total y contiene la casi totalidad de lactosa, e sales minerales solubles, el nitrógeno soluble, etc. Una pequeña parte de esta agua se encuentra ligada a elementos hidrosolubles, entre ellos las proteínas solubles.
2. El agua intramicelar representa aproximadamente el 10% del agua total; una fracción de esta agua se encuentra ligada a las caseínas y la otra conserva propiedades solventes.

#### **2.6.4.2 PROTEÍNA**

Las proteínas consisten en cadenas de aminoácidos unidos peptidicamente, frecuentemente dispuestas en estructura helicoidal, que imparte a la proteína su carácter y capacidad de reaccionar (Scott, 2010).

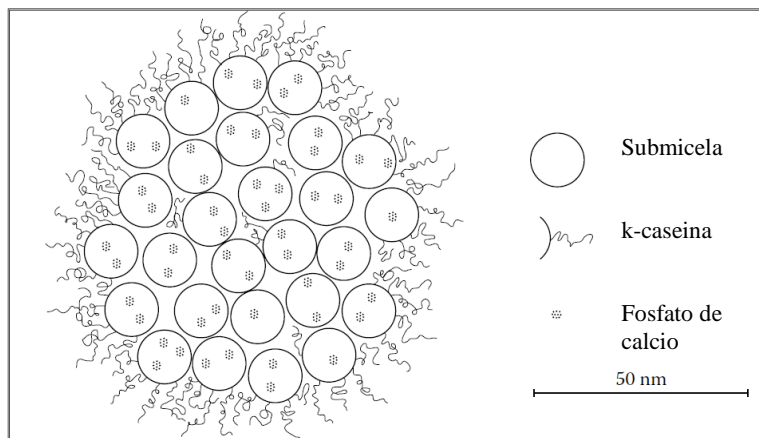
La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%). Esta proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%) (Agudelo y Bedoya, 2005).

##### **2.6.4.2.1 CASEÍNA**

La caseína es la principal proteína de la leche, se encuentra fundamentalmente de forma micelar en la leche. La micela consiste en un complejo estructural de múltiples submicelas o unidades de caseína que a su vez, están compuestas de cadenas de aminoácidos (Scott, 2010). Además de ser la proteína más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas ( $\alpha$ ,  $\beta$  y K-caseína). El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimosina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos. El comportamiento de los diferentes tipos de

caseína en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, provee las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche (Agudelo y Bedoya, 2005). En la figura 2.1, se muestra modelo tentativo de una micela de caseína.

**Figura 2.1**  
**Modelo tentativo de una micela de caseína**



**Fuente:** Waltra, 2006

#### **2.6.4.2.2 PROTEÍNAS SOLUBLES O NITRÓGENO PROTEICO NO CASEICO**

Las proteínas solubles también denominadas como proteínas séricas, la fracción proteica soluble a pH 4,6 engloba a todas las proteínas distintas a las caseínas. La mayoría de estas proteínas son globulares y presentan una gran sensibilidad térmica. Las dos proteínas principales de este tipo son la albumina y la globulina. No coagulan por acción de las enzimas coagulantes, al contrario que las caseínas, la sensibilidad térmica se utiliza en beneficio de las técnicas de fabricación el queso a partir de lactosuero, como el ricotta (Mahaut, 2003).

##### **2.6.4.2.1.1 ALBÚMINA**

La albúmina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0,5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica (Agudelo y Bedoya, 2005).



#### **2.6.4.2.1.2 GLOBULINAS**

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. También es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia. Los anticuerpos o inmunoglobulinas que se encuentran en el calostro son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo, y hacen parte del sistema inmunológico cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo; debido a esto se hace necesario el consumo de calostro en las primeras horas de vida del neonato (Agudelo y Bedoya, 2005).

#### **2.6.4.3 GRASA**

El contenido en grasa de la leche oscila aproximadamente entre (3,0 - 4,5) %. La grasa láctea está constituida por glicéridos (lípidos sencillos), fosfátidos (lípidos compuestos), ácidos grasos libres y las sustancias acompañantes de los ácidos grasos totales, suponen la fracción mayor en la composición de la grasa láctea, siendo de importancia fundamental en la determinación de las propiedades de la leche. La grasa láctea se encuentra en la leche en forma de glóbulos que forman con el agua de ésta una emulsión del tipo aceite en agua (Dieter, 2001).

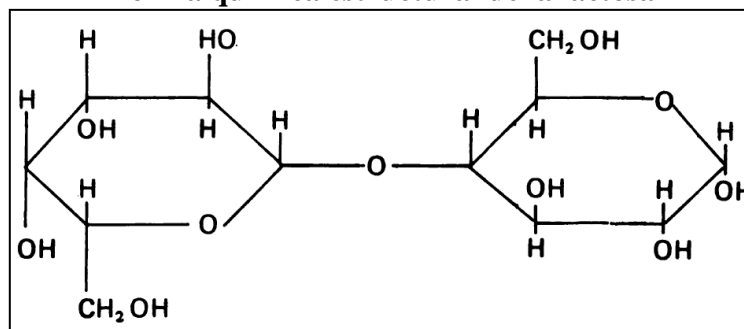
Los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de la leche y sus derivados, ya que confieren características únicas de sabor, contenido nutrimental y propiedades físicas. La grasa de la leche es una buena fuente de energía y un excelente medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E, y K. El caroteno, precursor de la vitamina A, da a la leche el color “crema” (Estrada, 2011).

#### **2.6.4.4 LACTOSA**

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche y está formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa representa cerca de la mitad de

los sólidos no grasos y contribuye al valor energético de la leche con aproximadamente 30 % de las calorías, se encuentra en solución en el suero. El porcentaje de lactosa en la leche varía de 4,70 a 5,00 %. El factor más importante que afecta el nivel de lactosa en la leche es la condición infecciosa de la ubre o mastitis. La lactosa es el principal factor de control de la fermentación y maduración de los productos lácteos, contribuye al valor nutritivo de la leche y subproductos (Revilla, 1982). Por otra parte se ha observado un efecto estimulante de la lactosa en la absorción de calcio y otros elementos minerales de la leche, la lactosa es la más lábil frente a la acción microbiana, transformándose en ácido láctico y otros responsables del sabor ácido de la leche (Hernández, 1999). En la figura 2.2, se muestra la forma química estructural de la lactosa.

**Figura 2.2**  
**Forma química estructural de la lactosa**



**Fuente:** Revilla, 1982

#### 2.6.4.5 MINERALES (CENIZAS)

La fracción mineral, aunque menor, se considera desde el punto de vista nutricional como desde el punto de vista tecnológico. Los principales componentes son el potasio, calcio, sodio, magnesio, fosfato, citrato y los cloruros. Por un lado se encuentran disueltos y por otro en estado coloidal asociados a las caseínas en el centro de las micelas. La fracción salina coloidal representa el 65% del calcio, el 50% del fósforo inorgánico, el 60% del magnesio y el 8% del citrato. Los componentes en solución están presentes de diversas formas: Na, K, Cl están ionizados mientras que el fosfato y citrato se encuentran en forma de mono, di y trifosfatos. Entre las formas

solubles y coloidales y entre las formas ionizadas y no disociadas existe un equilibrio que puede modificarse por la acción de factores como la temperatura, pH, la concentración salina, etc. (Mahaut, 2003).

## **2.7 INSUMOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE QUESO GOUDA**

Los insumos utilizados durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación se detallan a continuación:

### **2.7.1 CULTIVO LÁCTICO**

Un cultivo es una fuente de bacterias lácticas activas, capaces de crecer en la leche y en la cuajada y capaces de producir la acidez, los aromas y las enzimas que nos permitan obtener la calidad del queso buscado. Las bacterias lácticas, al igual que el resto de las bacterias, llegan a la leche como contaminación, pero para ellas la leche es un alimento ideal por su composición en azúcares, principalmente lactosa y por lo tanto se reproducen en condiciones normales de temperatura, pH etc., mucho más de prisa que el resto de las bacterias contaminantes (Navarro, 2017). Los cultivos utilizados para la elaboración de queso Gouda se detallan a continuación.

#### **2.7.1.1 CULTIVO HANSEN CHN-11**

De acuerdo a (Hansen, 2011); CHN-11 es un cultivo aromático mesofílico, tipo LD. La cultura produce sabor y CO<sub>2</sub>. Este rango proporciona cultivos con propiedades de acidificación rápidas este cultivo está conformado por:

- ☒ *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*
- ☒ *Leuconostoc*
- ☒ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- ☒ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*

El cultivo se usa principalmente en la fabricación de queso continental semiduro, variedades con ojos, p. Gouda, Edam, Leerdam y Samsøe. (Hansen, 2011)

### 2.7.1.2 CULTIVO HANSEN R-707

Cultivo homofermentativo mesofílico, tipo O. Esta cultura contiene cepas especialmente seleccionadas elegidas por su resistencia a los fagos y capacidad de producir ácido láctico rápidamente. Esta cultura no produce CO<sub>2</sub>. El cultivo se aplica principalmente en la producción de quesos con una textura cerrada (Hansen, 2008). Conformado por:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*

### 2.7.2 CLORURO DE CALCIO

El cloruro cálcico es una sal inorgánica CaCl<sub>2</sub>, de forma sólida blanco o incoloro, que se vuelve líquido por encima de los 21 °C. Dado su aporte de calcio es empleado como complemento dietético en personas con carencia de calcio. Es un aditivo habitual y normal en el sector de los productos lácteos transformados (E-509), se utiliza en la elaboración de cuajadas y quesos (Castillo, 2016)

En la leche es necesario un cierto contenido del ión Ca<sup>2+</sup> para precipitar la formación de paracaseínas durante la coagulación. Cuanta más cantidad de Ca<sup>2+</sup> más firme es el gel formado y más fuerte es el efecto del cuajo, así como la eficacia del mismo. El calcio se pierde cuando hay tratamiento térmicos muy altos, enfriamiento por largo tiempo o alteración de la leche misma. Los efectos de un buen balance en calcio son la disminución de tiempo de coagulación, mejoraría en la salida del suero, retención de grasa y compuestos de la leche (Almanza, 2003). La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (1 g/5 litros de leche). Una dosis excesiva conduce a una cuajada dura y quebradiza y con sabor amargo (ACPA, 2009).

### 2.7.3 CUAJO

Se entiende por “Cuajo” al producto líquido, pastoso o sólido, cuyo componente activo está constituido por la mezcla de las enzimas obtenidas por extracción de los cuajares de rumiantes exclusivamente (Navarro, 2017).

Se conoce como renina, es producido por el estómago del ternero lactante u otras especies, como pepsina por algunos microbios que producen sustancias que sirven para coagular (Almanza, 2003).

La enzima más importante en el cuajo de ternera es quimosina. Las enzimas de Renina provocan una división de la kappa-caseína de tal manera que los 'pelos' que sobresalen de las micelas de caseína (figura 2.1); desaparecen o, más precisamente, ser mucho más corto. El caseína-macropéptido liberado se disuelve, mientras la para- $\kappa$ -caseína permanece en las micelas. La caseína alterada se denomina paracaseína; no se puede disolver, ni dispersar, en suero de leche. Debido a esto, la paracaseína micelas en el agregado de leche, siempre que la actividad de  $\text{Ca}^{2+}$  sea lo suficientemente alta.

### **2.7.3.1 QUIMOSINA**

La enzima principal utilizada en la fabricación de queso es la quimosina. Es una aspartato-proteínasa, de ahí una endopeptidasa, lo que significa que puede dividir las proteínas en fragmentos relativamente grandes. La quimosina está relacionada con la enzima del estómago común pepsina. Diferente a la pepsina, la quimosina no puede hidrolizar las inmunoglobulinas del calostro (que explica por qué el ternero recién nacido produce quimosina y no pepsina). A  $\text{pH} = 6.7$  especialmente el enlace Phe-Met entre los residuos 105 y 106 de  $\kappa$ -casein está dividida.

### **2.7.4 CLORURO SODICO**

La sal o cloruro sódico ( $\text{NaCl}$ ) esta compuesta aproximadamente de 40% de sodio y 60% de cloro. La sal es la mayor fuente de sodio de nuestra dieta (Hernández, 2017). La sal se agrega al queso para controlar la maduración y para mejorar el sabor. El salado contribuye al secado y por lo tanto, a la dureza de la “costra”. El salado se puede realizar sobre la superficie del queso, por baño en salmuera o por aplicación directa de la sal en seco. El salado permite completar la expulsión del suero porque favorece el escurrimiento al modificar los niveles de hidratación de las proteínas (García, 1993).

### **2.7.5 COLORANTES**

El colorante más utilizado es anatto que da un color anaranjado a rojizo a los quesos. El color que otorga no es inmediato, el queso comienza a tomar color recién durante la maduración (Battro, 2010).

El color amarillo del queso se debe a un colorante natural, el mismo de la zanahoria, pero varía durante el año, de la misma manera que cambia el contenido de grasa por la estacionalidad. Para darle uniformidad se le agrega, color que solo puede ser de origen vegetal, anatto o achote debidamente secados y preparados (Almanza, 2003).

### **2.7.6 SORBATO DE POTASIO**

Polvo fino de coloración blanca a crema, sin sabor y de aroma dulce. El sorbato de potasio es un conservante que actúa principalmente contra de los hongos y las levaduras, sin embargo, no tiene el mismo efecto contra las bacterias. El Sorbato de Potasio también se puede encontrar como Sorbato de Potasio E-202, o como “Sal de Potasio del Ácido Sórbico” esto debido a la forma en que se encuentra catalogado como un conservador (Copan, 2017).

El sorbato de potasio garantiza que los quesos posean una calidad uniforme y prolongada, evitando pérdidas por levaduras y mohos (Yang, 2009).

## **2.8 PRINCIPALES OPERACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE QUESO**

Según (González, 2012), Las principales etapas que se llevan a cabo durante la elaboración de queso son:

- ☒ Pasteurización
- ☒ Adición de fermentos
- ☒ Coagulación
- ☒ Desuerado
- ☒ Saldo
- ☒ Maduración

### **2.8.1 PASTEURIZACIÓN**

Desde el punto de vista sanitario, higiénico y técnico el objetivo de la pasteurización es destruir las bacterias patógenas y aquellas bacterias que pueden producir defectos en el queso. La temperatura de pasteurización no debe superar 72 – 75°C durante 15-20 segundos (Medina, 2009).

Según (González, 2002) la temperatura y tiempo adecuado para una pasteurización realizada en pasteurizador a placas es de 72°C/15 segundos, y en cuba 63°C/30 min, donde se logra destruir microorganismos patógenos en un 92-99%.

La pasteurización tiene como fin, destruir todas las bacterias patógenas e inhibir ciertas enzimas como las lipasas que generan rancidez en los quesos. Algunos quesos maduros deben su sabor y aroma a la acción lipolítica de los enzimas. Algunas enzimas y esporas microbianas resisten la temperatura de pasteurización, lo cual señala la necesidad de trabajar con leches de buena calidad. Una de las desventajas de la pasteurización es la disminución de los niveles de calcio soluble y si se emplean temperaturas superiores a los 80° C, la desnaturalización de proteínas del suero y formación de complejos de la b-lactoalbumina y la k-caseína; todo lo cual se traduce en mayor dificultad de la leche para coagular y aumento del tiempo de coagulación. Estos efectos se evitan en parte mediante la utilización de cloruro de calcio (ACPA, 2009).

### **2.8.2 ADICIÓN DE FERMENTOS**

Para (Gonzalez, 2002), La función principal de las bacterias lácticas (fermentos) es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a 5,0-5,2 y le confiere sabor ácido. Además, las bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas). Los fermentos se clasifican esencialmente por su temperatura óptima de crecimiento en dos grupos:

☒ mesófilos: 20 – 30° C

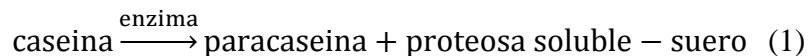
☒ Termófilos: 37 – 45

### 2.8.3 COAGULACIÓN

La coagulación de la leche consiste en la desestabilización o desnaturalización de las proteínas de la leche (Hernández, 2003), que contiene a los glóbulos de grasa, formando un gel y endureciendo la leche. A esta coagulación se le suele clasificar en “láctica” y “enzimática”, aunque también existen tipos mixtos. La primera es la coagulación de la leche por la simple acidificación provocada por las bacterias ácido lácticas. Ejemplos clásicos son el petit suisse y varios quesos blandos de cabra. La coagulación enzimática se da por acción de las enzimas del coagulante. Dentro de esta categoría, están prácticamente cualquiera de los quesos duros y semimaduros: Gouda, Edam, parmesano. De tipo mixto, Brie de Melun (Battro, 2010). Algunos factores que afectan la coagulación son la temperatura, el pH y los contenidos de calcio y de fosfato de la leche (Hernández, 2003).

#### 2.8.3.1 COAGULACIÓN ENZIMÁTICA POR CUAJO O RENINA

Según (Navarrete et al, 2004), aunque muchas enzimas proteolíticas son empleadas para la coagulación de la leche en la elaboración de quesos, la más utilizada es la renina que tiene como principio activo la quimosina; esta coagulación se presenta en dos etapas:



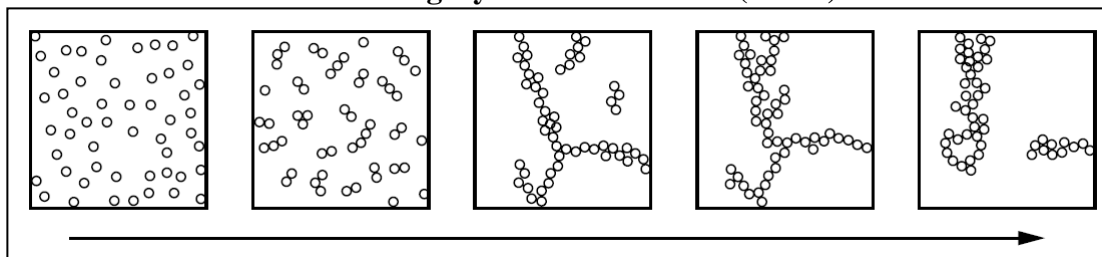
En esta etapa la quimosina rompe específicamente el enlace entre los aminoácidos fenilalanina (105) y metionina (106) de la k-caseína.



En esta etapa la paracaseína reacciona con los iones calcio, formando un gel irreversible en consistencia gelatinosa y elástica, impermeable, de notable pero lenta contractibilidad. En la figura 2.3, se muestra el proceso de formación de gel y el comienzo de la sinéresis (Navarrete et al, 2004).



**Figura 2.3**  
**La formación de un gel y el comienzo de la (micro) sinéresis**



**Fuente:** Walstra, 2006

#### **2.8.4 DESUERADO**

El desuerado o sinéresis completa la coagulación y tiene por objeto obtener un sustrato; el lacto-suero se separa y la fase sólida constituye la cuajada. El suero incuba al 95% del agua de la leche inicial. La sinéresis es definida como el encogimiento de un gel, que tiene lugar concomitantemente con la expulsión de líquido o separación del suero. La sinéresis espontánea es la contracción de un gel sin la aplicación de alguna fuerza externa, es relativa a la inestabilidad de la red que conforma el gel, resultando en la pérdida de la habilidad para atrapar o contener todo el suero. La sinéresis de la cuajada es una etapa crítica, los niveles y extensión juegan un rol fundamental en determinar la humedad, al contenido mineral y de lactosa de la cuajada drenada y aún en la del producto final (Sbodio y Revelli, 2012).

#### **2.8.5 LAVADO DE LA CUAJADA**

Un lavado de los granos disminuye la acidez, elimina componentes solubles como la lactosa, y son menos las posibilidades de fermentación. Para aplicarlo se elimina parcialmente el suero de la tina y se sustituye con agua a la temperatura determinada (ACPA, 2009).

#### **2.8.6 SALADO**

Según (Hernández, 2003), El salado es una operación que se efectúa en todos los quesos, el cual tiene varias funciones:

- ☒ Proporcionar sabor al producto (es la principal)

- ✎ Evitar la proliferación de microorganismos
- ✎ Ayudar al desuerado
- ✎ Contribuir a la formación de la corteza del queso

Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. En el primer caso, lo más frecuente es extender sal sobre la superficie del queso, o bien puede incorporarse directamente a la cuajada mezclándola con ésta. El salado en salmuera es empleado en la fabricación de numerosos quesos. Los quesos se mantienen sumergidos en un baño de salmuera durante un período variable (de seis a sesenta y dos horas en algunos tipos), dándose la vuelta periódicamente (González, 2002).

No todos los quesos admiten la misma salmuera, su concentración de sal debe oscilar entre (14-16)% para quesos blandos, entre (20-22)% para quesos semi-duros y para quesos duros se puede emplear salmueras saturadas a 26% como máximo (Mantallana, 1952).

### **2.8.7 MADURACIÓN**

El proceso de maduración de quesos consiste básicamente en la transformación de la cuajada recién elaborada de pobres características reológicas y sensoriales, adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos. La transformación es debida fundamentalmente a cambios bioquímicos, casi todos de naturaleza enzimática, que se llevan a cabo sobre principales componentes de la leche que han sido retenidos en la cuajada: lactosa, materia grasa y proteínas. Estos cambios están acompañados por otros de naturaleza exclusivamente física, que ocurren simultáneamente y en cierta forma determinan las condiciones para que sucedan los primeros. Se trata de los procesos de difusión de sal y de la pérdida de humedad (Reinheimer, 2006).

#### **2.8.7.1 CAMBIOS QUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN**

Según (González, 2002), los cambios químicos que se generan durante la maduración son:

- ✎ **FERMENTACIÓN O GLUCÓLISIS:** la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácido acético y propiónico, CO<sub>2</sub> y diacetilo. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa.
  
- ✎ **PROTEÓLISIS:** es uno de los procesos más importantes de la maduración que no sólo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Como resultado de la proteólisis se acumulan una gran variedad de productos en el queso durante la maduración. Por otra parte, este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior.
  
- ✎ **LIPÓLISIS:** o hidrólisis de las grasas afecta a una pequeña proporción de éstas. Sin embargo, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decididamente en el aroma y sabor del queso.

#### **2.8.7.2 FACTORES FÍSICOS-QUÍMICOS QUE PARTICIPAN EN LA MADURACIÓN**

Según (González, 2002), los factores físico-químicos que participan en la maduración son:

- ✎ **AIREACIÓN:** El oxígeno condiciona el desarrollo de la flora microbiana aerobia o anaerobia facultativa. La aireación asegurará las necesidades de oxígeno de la flora superficial de los quesos. Mohos, levaduras, *Brevibacterium*, etc.

- ✗ **HUMEDAD:** Favorece el desarrollo microbiano. Las cuajadas con mayor contenido de humedad maduran rápidamente, mientras que en las muy desueradas el período de maduración se prolonga considerablemente.
  
- ✗ **TEMPERATURA:** Regula el desarrollo microbiano y la actividad de los enzimas. La temperatura óptima para el desarrollo de la flora superficial del queso es entre (20-25)°C; las bacterias lácticas mesófilas más rápidamente entre (30-35)°C, y las termófilas, entre (40-45)°C. La producción máxima de enzimas tiene lugar generalmente a una temperatura inferior a la óptima de desarrollo y la actividad de los enzimas, generalmente es máxima entre (35-45)°C. En la práctica industrial, la maduración se efectúa a temperaturas muy inferiores a la óptima, generalmente comprendidas entre (4 - 20)°C, según las variedades.
  
- ✗ **CONTENIDO DE SAL:** Regula la actividad de agua y, por lo tanto, la flora microbiana del queso. El contenido de cloruro sódico de los quesos es generalmente entre (2-2,5) %, que referido a la fase acuosa en que está disuelto supone el (4-5)%.
  
- ✗ **pH:** Condiciona el desarrollo microbiano, siendo a su vez resultado de éste. Los valores del pH del queso oscilan entre (4,7 y 5,5) en la mayoría de los quesos, y desde 4,9 hasta más de 7 en quesos madurados por mohos.

### 3.1 DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

El desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, 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 DE PROCESO, INSTRUMENTOS DE LABORATORIO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO

Durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, se utilizaron equipos, instrumentos y material complementario, que se encuentran en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.) y se detallan a continuación:

#### 3.2.1 EQUIPOS DE PROCESO

Los equipos requeridos para el proceso de elaboración de queso Gouda son:

##### 3.2.1.1 COCINA INDUSTRIAL

Se utiliza como fuente de suministro de energía durante el proceso de pasteurización de la leche. Las especificaciones técnicas se detallan en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1**  
**Especificaciones técnicas de la cocina industrial**

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

**Fuente:** Elaboración propia

##### 3.2.1.2 PRENSA MANUAL

Este equipo facilita el moldeado del queso Gouda, mediante la presión ejercida ayudando a la eliminación del suero presente en la cuajada y que tome la forma del molde. Las especificaciones técnicas se detallan en el cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2**  
**Especificaciones técnicas de la prensa manual**

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

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.1.3 ENVASADORA AL VACÍO

Equipo utilizado para el envasado del producto terminado, con la finalidad de darle mayor conservación aislándolo y evitando su contaminación por el medio ambiente durante el almacenamiento. Las especificaciones técnicas de la envasadora a vacío se detallan en el cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3**  
**Especificaciones técnicas de la envasadora a vacío**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Marca	Ehrlich
Potencia	220 V
Material	Acero inoxidable
Modelo	Polinox-2013
Industria	Argentina

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2 INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Los instrumentos de laboratorio que se utilizaron para la realización de la parte experimental en la elaboración de queso Gouda son:

#### 3.2.2.1 BALANZA ANALÍTICA DIGITAL

Este equipo, es utilizado para pesar las cantidades de insumos, que fueron utilizados durante la realización de la parte experimental. En el cuadro 3.4 se detallan las especificaciones técnicas.

**Cuadro 3.4**  
**Especificaciones técnicas de la balanza analítica**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Marca	KERN
Capacidad	220 g
Frecuencia	0,1mg
Industria	Alemana

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2.2 pH-METRO

Este equipo se utilizó para medir el pH de la leche con la que se desarrolló la parte experimental. En el cuadro 3.5 se detallan las especificaciones técnicas.

**Cuadro 3.5**  
**Especificaciones técnicas del pH- metro**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>	
Marca	HANNA	
Modelo	HI 2221	
Rango	pH	-2,00 – 16,00
	Temperatura	(-20 – 120) °C

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2.3 REFRACTÓMETRO DE BOLSILLO

Este instrumento es necesario para medir los sólidos solubles (°Brix) de la leche. En el cuadro 3.6 se detallan las especificaciones técnicas del refractómetro.

**Cuadro 3.6**  
**Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo**

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Marca	Zuzi serie 300
Modelo	50301030
Rango	0-32°Brix
Precisión	0,2° Brix
Operación	Manual
Industria	Japón

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.2.4 MATERIAL DE LABORATORIO

El material de laboratorio utilizado durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, se detalla en el cuadro 3.7.

**Cuadro 3.7**  
**Material de laboratorio**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Piseta	1	Mediano	Plástico
Termómetro de alcohol	1	-10°C a 100°C	Vidrio
Erlenmeyer	4	25 ml	Vidrio
Vasos de precipitación	2	50 ml	Vidrio
Pipeta	2	10 ml 1ml	Vidrio
Bureta	1	25 ml	Vidrio
Espátula	1	Mediano	Acero inoxidable
Soporte universal	1	Mediano	Metálico
Pinza doble nuez	1	Mediano	Metálico

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.3 MATERIAL COMPLEMENTARIO

El material complementario utilizado para la elaboración de queso Gouda, se detalla en el cuadro 3.8.

**Cuadro 3.8**  
**Material complementario utilizado durante la parte experimental**

<b>Utensilios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo</b>
Jarras graduada	3	1000 ml	Plástico
Cuchillos	1	Mediano	Acero inoxidable
Recipiente	2	Mediano	Acero inoxidable
Paleta	1	Mediano	Madera
Lira horizontal	1	Pequeña	Acero inoxidable
Colador	1	Mediano	Plástico
Moldes de queso	4	(250-500)g	Plástico
Tela filtrante	4	Pequeño	Tela

**Fuente:** Elaboración propia



### 3.3 MATERIA PRIMA

La leche utilizada como materia prima para el desarrollo del presente trabajo de investigación es proveniente de la granja Lujan, ubicada en la zona el Temporal de la provincia cercado del departamento de Tarija.

### 3.4 INSUMOS Y ADITIVOS ALIMENTARIOS

Los insumos y aditivos de grado alimentario utilizados para la elaboración de queso tipo Gouda, se detallan en el cuadro 3.9.

**Cuadro 3.9**  
**Insumos y aditivos alimentarios**

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Cloruro de calcio	Sólido	----	-----
NaCl (sal común)	Sólido	Bolivia	Gerli
Cultivo láctico	Sólido	-----	Hansen
Cuajo	Sólido	-----	Hansen
Colorante Achiote	Líquido	----	Hansen
Sorbato de potasio	Sólido	Bolivia	-----

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5 REACTIVOS QUÍMICOS UTILIZADOS

Los reactivos químicos utilizados en el seguimiento del proceso de fermentación durante la elaboración de queso tipo Gouda, se detalla en el cuadro 3.10.

**Cuadro 3.10**  
**Reactivos químicos**

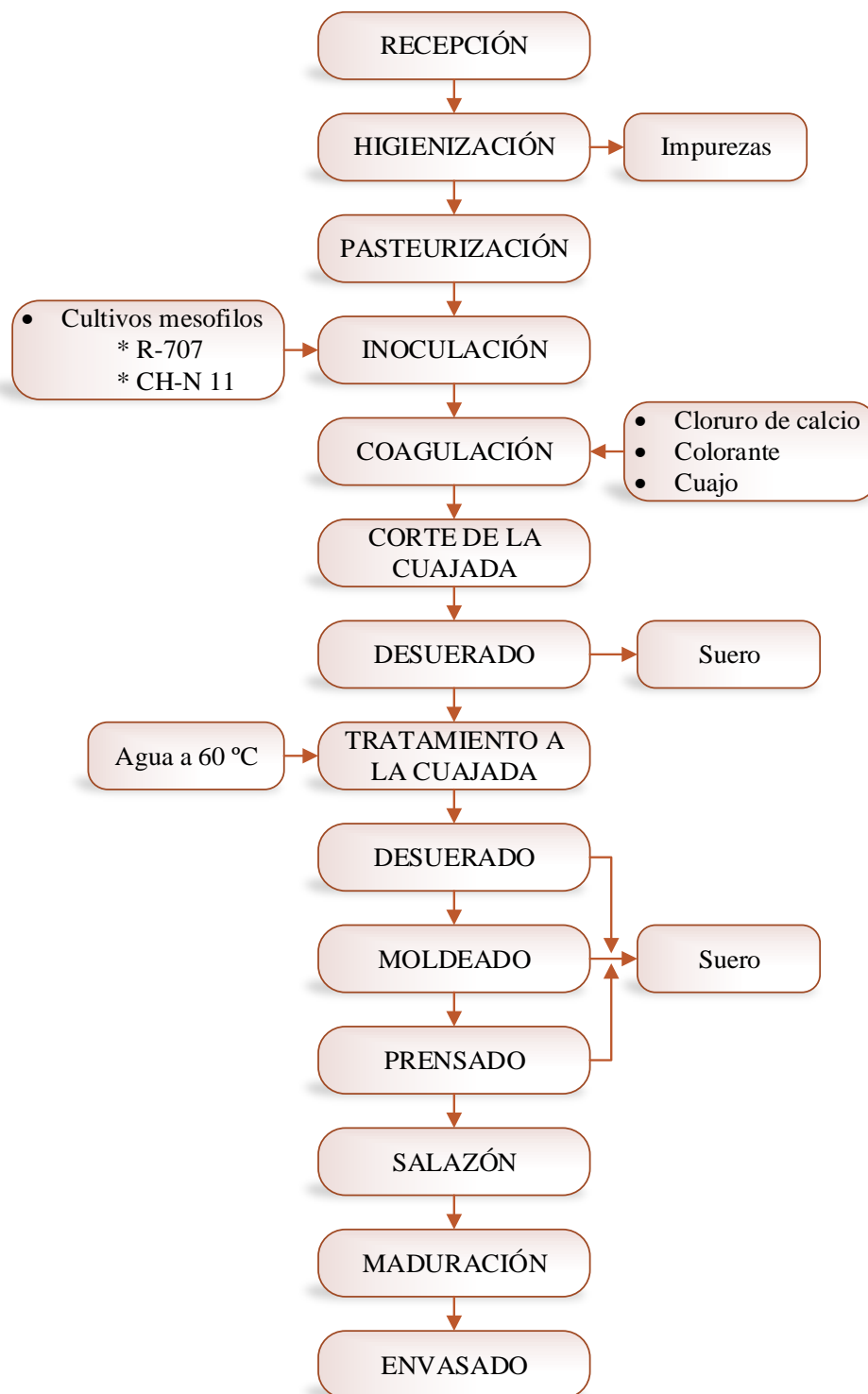
Reactivo	Estado	Procedencia
Fenolftaleína 5%	Líquido	----
Hidróxido de sodio (0,1 – 0,5 N)	Líquido	----

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

En la figura 3.1, se muestra el diagrama de flujo modificado (Scott, 2010); para el proceso de elaboración de queso tipo Gouda a nivel experimental.

**Figura 3.1**  
**Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO GOUDA

Las operaciones implicadas a nivel experimental en la elaboración de queso Gouda, se detallan a continuación:

#### 3.6.1.1 RECEPCIÓN

La recepción de la materia prima se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Durante la recepción se tomó una muestra representativa de la cual se realizó el control de propiedades fisicoquímicas de la leche como ser, pH, sólidos totales y mastitis.

#### 3.6.1.2 HIGIENIZACIÓN

Una vez realizada la recepción de la leche, esta es filtrada por un filtro, (figura 3,2) con el propósito de separar partículas sólidas extrañas de la leche y evitar que luego aparezcan en el queso, contaminándolo.

**Figura 3.2**  
**Higienización de la leche**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.6.1.3 PASTEURIZACIÓN

La leche es sometida a tratamiento térmico (figura 3.3) elevando a una temperatura de 65°C y manteniendo constante por un tiempo de 20 minutos, para eliminar microorganismos patógenos e inactivar las enzimas de la leche. Este proceso se realizó utilizando dos recipientes de acero inoxidable, en baño maría. Empleando una cocina industrial como fuente de energía calórica.

**Figura 3.3**  
**Pasterización de leche**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **3.6.1.4 INOCULACIÓN**

La leche pasteurizada es atemperada desde 65°C a 36°C empleando baño maría con la finalidad de dar condiciones óptimas para los microorganismos agregados.

La inoculación del cultivo se realizó en el recipiente de acero inoxidable manteniendo la temperatura (36°C) constante por un tiempo de 30 minutos, los cultivos empleados son cultivo láctico CNH-11 y R-707, utilizando una relación (60-40)% y (50-50)%.

#### **3.6.1.5 COAGULACIÓN**

La coagulación de la leche es una etapa fundamental durante la elaboración de queso, esta etapa se desarrolla en tres operaciones las cuales se detallan a continuación:

##### **3.4.1.5.1 ADICIÓN DEL CLORURO DE CALCIO**

La adición de cloruro de calcio; se realiza con el fin de reponer el calcio de la leche que se pierde durante el tratamiento térmico. Durante las pruebas realizadas se utilizó una relación de 0,2g/l de cloruro de calcio.

##### **3.4.1.5.2 ADICIÓN DE COLORANTE ACHIOTE**

El colorante achiote se adiciona posteriormente del cloruro de calcio este tiene como función proporcionar un color uniforme en el queso, el mismo que se va generando durante el proceso de maduración del queso.

##### **3.4.1.5.3 ADICIÓN DE CUAJO**

Para la adición del cuajo este deberá ser disuelto en agua destilada, se adiciona el cuajo y se agita la leche entre (1-2) min. Posteriormente a la adición del cuajo se deja la leche entre (33-36) °C en reposo absoluto por un tiempo de 30 minutos para la formación de la cuajada.

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

El corte de la cuajada se realizó de forma manual, para esta operación se utilizó una lira horizontal y un cuchillo de acero inoxidable para cortar en cubos de (0,5 - 1) cm

de lado (figura 3.4), realizando el corte de la cuajada se da inicio al proceso de sinéresis (desuerado).

**Figura 3.4**  
**Corte de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **3.6.1.7 DESUERADO**

Una vez cortada la cuajada se dejó en reposo durante 5 minutos para que libere suero, y compacten los granos. Posteriormente de manera manual se agitó suavemente con una paleta de madera durante 5 minutos, hasta obtener un tamaño de grano homogéneo, finalmente se dejó reposar por un tiempo de 5 minutos hasta que los granos se depositen en el fondo del recipiente. Una vez que la cuajada se depositó en el fondo del recipiente, se procedió a eliminar el 30% del suero. En la figura 3.5, se observa el proceso de agitación de la cuajada, con la cual se ayuda al proceso de sinéresis (desuerado) de la cuajada.

**Figura 3.5**  
**Agitación de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **3.6.1.8 TRATAMIENTO A LA CUAJADA**

Esta etapa contribuye a reducir la acidez y a la eliminación y/o disminución de lactosa en la cuajada. En esta etapa del proceso se desarrollan dos etapas la cuales son descritas a continuación:

### 3.6.1.8.1 PRIMER LAVADO

Durante el primer lavado de la cuajada se utilizó agua filtrada a 60 °C, a la misma se le agrega sorbato de potasio al 15%, el agua es agregada lentamente sobre la cuajada hasta alcanzar los 37 °C, reponiendo el 30% de suero que se eliminó durante el desuerado, se agitó constantemente con una paleta de madera por un tiempo de 10 minutos; evitando que esta se plastifique o se aglomere (figura 3.6), transcurridos los 10 minutos de agitación se drenó un 50% de suero, en una relación de la leche utilizada.

**Figura 3.6**  
**Lavado de la cuajada con agitación constante**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1.8.2 SEGUNDO LAVADO

Una vez eliminado el 50% de suero, se procedió con el segundo lavado de la cuajada, que consiste en la adición de agua filtrada a 60 °C, con 10% de sorbato de sodio, la cual se agregó lentamente sobre la cuajada hasta alcanzar una temperatura de 39 °C, reponiendo la misma cantidad del volumen de suero extraído y se procedió con agitación constante por un tiempo de 10 minutos, hasta conseguir la formación de granos del tamaño de un grano trigo o de maíz.

### 3.6.1.9 DESUERADO

Realizado el tratamiento de la cuaja; se procedió al proceso de desuerado de la cuajada de forma manual eliminando todo el suero con la ayuda de un colador plástico para retener finos de la cuajada (figura 3,7). Posteriormente se cortó la cuajada en trozos (1,5 -2,0) cm para facilitar la eliminación del suero.

**Figura 3.7**  
**Retención de finos de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

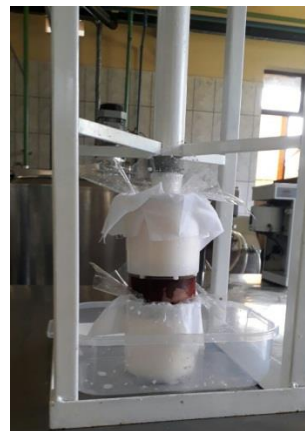
### 3.6.1.10 MOLDEADO

Realizado el proceso de desuerado, se realizó el proceso de moldeado de manera manual utilizando moldes plásticos circulares de 250g de capacidad, los cuales tienen una tela filtrante internamente para eliminar el suero restante, la cuajada es colocada en los moldes y tapada con la misma tela filtrante para posteriormente pasar al proceso de prensado.

### 3.6.1.11 PRENSADO

Una vez colocada la cuajada de forma manual en los moldes de plástico, estos fueron colocados uno sobre otro de manera vertical en la prensa manual (figura 3.8), para esto se utilizó un peso de 10kg por un tiempo de 17 horas.

**Figura 3.8**  
**Prensado de los moldes con cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1.12 DESMOLDADO

Pasadas las 17 horas de prensado se procede a retirar los moldes de la prensa y de forma manual se procedió a sacar los quesos de los moldes, separándolo de la tela filtrante.

### 3.6.1.13 SALAZONADO

Los quesos retirados de los moldes pasaron al proceso de salazón el cual se realizó mediante inmersión en salmuera al 16% en un recipiente de acero inoxidable a 15°C y por un tiempo de 10 horas, los cuales son volteados cada 5 horas para una mejor salazón. Posteriormente de la salazón los quesos son llevados a oreado y maduración.

### 3.6.1.14 MADURACIÓN

Para el proceso de maduración de los quesos se procedió a utilizar una heladera que se acondiciono a temperatura entre (10-20)°C para ser utilizada como cámara de maduración de los quesos. Durante la maduración los quesos permanecieron durante 14 días en la cámara de maduración, volteándolos diariamente durante 4 días hasta que forme una corteza y luego cada 2 días hasta completar los 14 días de maduración, concluidos los 14 días los quesos son envasados. En la figura 3.9, se observan quesos en proceso de maduración.

**Figura 3.9**  
**Quesos en cámara de maduración**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1.15 ENVASADO

El envasado se lleva a cabo en bolsas termocontraíble, utilizando una envasadora a vacío para luego ser introducidos en un recipiente de acero inoxidable con agua caliente para hacer que las bolsas se contraigan según la forma del queso.

## 3.7 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

La metodología utilizada para la obtención de resultados del presente trabajo de investigación se detalla a continuación:



### 3.7.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para caracterizar la materia prima (leche de vaca), se consideran dos parámetros importantes, como ser:

#### 3.7.1.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE

Con la finalidad de determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, se realizaron los análisis descritos en la tabla 3.1, en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.1**  
**Análisis fisicoquímicos de la leche cruda**

Parámetros	Técnica	Unidad
Humedad	Gravimetría	%
Cenizas	Gravimetría	%
Grasa	Gravimetría	%
Proteína	Volumetría	%
Fibra	Gravimetría	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
pH	Potenciometria	-
Acidez titulable	Volumetría	%

**Fuente:** CEANID, 2017

#### 3.7.1.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE

Con la finalidad de determinar si hay presencia de bacterias contaminantes en la materia prima, se realizaron los análisis microbiológicos descritos en la tabla 3.2, en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.2**  
**Análisis microbiológicos de leche cruda**

<b>Parámetros</b>	<b>Técnica</b>	<b>Unidad</b>
Bacterias aerobias mesofílicas	NB 32003:05	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g

**Fuente:** CEANID, 2017

### 3.8 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Para la caracterización del producto terminado se consideraron dos aspectos fundamentales en la calidad del producto terminado, como son:

#### 3.8.1 ANÁLISIS DE PARAMETROS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO TERMINADO

Con la finalidad de conocer las características fisicoquímicas del producto terminado se realizaron los análisis descritos en la tabla 3.3, en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.3**  
**Análisis fisicoquímico del producto terminado**

<b>Parámetros</b>	<b>Técnica</b>	<b>Unidad</b>
Humedad	Gravimetría	%
Cenizas	Gravimetría	%
Grasa	Gravimetría	%
Proteína	Volumetría	%
Fibra	Gravimetría	%
Calcio	Absorción atómica	mg/100g
Hierro total	Absorción atómica	mg/100g
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/100g
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID, 2018

### 3.8.2 ANÁLISIS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO TERMINADO

Con la finalidad de conocer la calidad microbiológica en el producto terminado se realizaron los análisis microbiológicos descritos en la tabla 3.4, en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencias Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 3.4**  
**Análisis microbiológico del producto terminado**

Parámetros	Técnica	Unidad
Bacterias aerobias mesofílicas	NB 32003:05	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g

**Fuente:** CEANID, 2018

### 3.9 EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento, entre otras. Las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor (Ramírez, 2012).

Las evaluaciones sensoriales realizadas durante la caracterización de variables de proceso del presente trabajo de investigación “Elaboración de queso Gouda” se detallan en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5**  
**Evaluación sensorial en la caracterización de variables de proceso**

<b>Evaluación sensorial para elegir muestra patrón</b>					
<b>Muestras</b>		<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
GPA GMÑ		Sabor	20	hedónica 5 puntos	Anexo G Test #1
		Textura			
		Color			
		Aroma			
		Consistencia			
<b>Evaluación sensorial para elegir muestra prototipo</b>					
<b>Muestras</b>		<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG01	QG04 QG05	Sabor	20	hedónica 5 puntos	Anexo G Test #2
QG02		Textura			
QG03		Aroma			
<b>Evaluación sensorial en la dosificación de insumos</b>					
<b>Muestras</b>		<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG01 QG02 QG03 QG04	QG05 QG06 QG07 QG08	Textura	21	hedónica 5 puntos	Anexo G Test #3
		Sabor			
		Aroma			
		Firmeza			
		Granulosidad			
		Adherencia			
<b>Evaluación sensorial para el atributo acidez</b>					
<b>Muestras</b>		<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG01 QG02 QG03 QG04	QG05 QG06 QG07 QG08	Acidez	21	hedónica 5 puntos	Anexo G Test #4

**Fuente:** Elaboración propia

Las evaluaciones sensoriales realizadas durante la caracterización de los atributos del producto final del presente trabajo de investigación “Elaboración de queso Gouda” se detallan en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6**  
**Evaluación sensorial durante la caracterización del producto final**

<b>Evaluación sensorial para elegir producto final</b>				
<b>Muestras</b>	<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG01 QG02 QG03	Textura	21	hedónica 5 puntos	Anexo G Test #5
	Sabor			
	Aroma			
	Firmeza			
	Granulosidad			
	Adherencia			
<b>Evaluación sensorial para el atributo color</b>				
<b>Muestras</b>	<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG101 QG102	Color	20	hedónica 7 puntos	Anexo G Test #6
<b>Evaluación sensorial para el porcentaje de sal</b>				
<b>Muestras</b>	<b>Atributos</b>	<b>Jueces</b>	<b>Escala</b>	<b>Anexo</b>
QG201 QG202	% sal	20	Escala hedónica 5 puntos	Anexo G Test #7

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL

Un experimento puede definirse como la prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida. En proceso o sistema puede representarse con el modelo ilustrado el proceso puede por lo general visualizarse como una combinación de máquinas, métodos, personas u otros recursos que transforman cierta entrada, en una salida que tiene una o más respuestas observables. Algunas variables del proceso  $x_1, x_2, \dots, x_p$  son controlables mientras que otras variables  $z_1, z_2, \dots, z_p$  son no controlables (Montgomery, 2004).

#### 3.10.1 DISEÑO FACTORIAL

Los diseños factoriales se usan ampliamente en experimentos que incluyen varios factores cuando es necesario estudiar el efecto conjunto de los factores sobre una respuesta. El más práctico de estos casos especiales es el de  $k$  factores cada uno solo

con dos niveles. Estos niveles pueden ser cuantitativos, como dos valores de temperatura, presión o tiempo, o bien cualitativos como dos máquinas, dos operadores, los niveles “alto” y “bajo” de un factor, o quizá la presencia o ausencia de un factor. Una réplica completa de este diseño requiere  $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$  observaciones y se le llama diseño factorial  $2^k$  (Montgomery, 2004).

El diseño factorial a ser aplicado en la parte experimental del presente trabajo de investigación se muestra en la ecuación 3.1

$$2^k \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

Dónde:

$2$  = Número de niveles

$K$  = Número de variables

### 3.10.2 DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN DE TIPO QUESO GOUDA

Para realizar el diseño experimental en la etapa de coagulación de queso Gouda, se aplicó de acuerdo a la (ecuación 3.1), cuyo diseño factorial corresponde a:

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

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

- Cultivo iniciador (Ci) = 2 niveles
- Cuajo (Cu) = 2 niveles
- Temperatura de coagulación (T) = 2 niveles

En la tabla 3.7, se muestra la matriz del diseño experimental que se aplicó en la etapa de coagulación para el proceso de elaboración de queso Gouda, las variables a tomar en cuenta fueron: cultivo iniciador, cloruro de calcio y temperatura de coagulación.

**Tabla 3.7**  
**Matriz de variables para la etapa de coagulación de queso Gouda**

Corridas	Variables			Interacciones				Variable respuesta	
	Ci	Cu	T	CiCu	CiT	CuT	CiCuT	Y <sub>i1</sub>	Y <sub>i2</sub>
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
Ci	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
Cu	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
CiCu	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
T	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
CiT	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
CuT	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>
CiCuT	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub>

**Fuente:** Elaboración propia

Dónde:

Y<sub>i</sub>= Porcentaje de acidez (%ácido láctico) en la muestra de queso Gouda

En la tabla 3.8, se muestran los niveles de variación de los factores y niveles a ser aplicados en la etapa de coagulación del queso tipo Gouda, conformado por tres variables las cuales fueron: cultivo iniciador, cuajo y temperatura de coagulación.

**Tabla 3.8**  
**Niveles de variación de los factores en la coagulación**

Variables		Nivel alto	Nivel bajo
Cultivo iniciador	(Ci)	(60-40)%	(50-50)%
Cuajo	(Cu)	0,003%	0,002%
Temperatura de coagulación	(T)	36 °C	33 °C

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para caracterizar la materia prima (leche de vaca) se consideraron dos parámetros importantes:

### 4.1.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.1, se muestran los resultados de los análisis físicoquímicos de la leche cruda, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad “Autónoma Juan Misael Saracho” (Anexo A).

**Tabla 4.1**  
**Análisis físicoquímicos de la leche cruda**

Parámetros	Resultados	Unidad
Acidez (ácido láctico )	0,18	%
Calcio total	111	mg/100g
Fibra	n.d.	%
Cenizas	0,70	%
Densidad relativa (20°C)	1,0250	
Fósforo	91,48	mg/100g
Materia grasa	3,6	%
Hierro total	0,08	mg/100g
Proteína total (Nx6,38)	3,02	%
Sólidos totales	12,14	%
Hidratos de carbono	4,82	%
Humedad	87,86	%
Valor energético	63,76	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID, 2017

En la tabla 4.1, se puede observar que la leche de vaca tiene: acidez 0,18%; calcio total 111 mg/100g; fibra n.d.; cenizas 0,70%; densidad relativa (20°C) 1,0250; fósforo 91,48 mg/100g; materia grasa 3,6%; hierro total 0,08mg/100g; proteína 3,02%; sólidos totales 12,14%; hidratos de carbono 4,82%; humedad 87,86%; y valor energético 63,76 kcal/100g.



#### 4.1.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE CRUDA

En la tabla 4.2, se muestran los resultados del análisis microbiológico de la leche cruda, realizado en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad “Autónoma Juan Misael Saracho” (Anexo A).

**Tabla 4.2**  
**Análisis microbiológico de la leche cruda**

Parámetros	Resultados	Unidad
Bacterias aerobias mesófilas	$2,5 \times 10^5$	UFC/g
Coliformes totales	$1,3 \times 10^3$	UFC/g
Coliformes fecales	$2,6 \times 10^2$	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25g

**Fuente:** CEANID, 2017

En la tabla 4.2, se puede observar que la leche presenta  $2,5 \times 10^5$  UFC/g de bacterias aerobias mesófilas;  $1,3 \times 10^3$  UFC/g coliformes totales;  $2,6 \times 10^2$  UFC/g coliformes fecales y ausencia de salmonella P/A/25g.

#### 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

Para realizar la caracterización de las variables de proceso de elaboración de queso Gouda, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

##### 4.2.1 ELECCIÓN DE MUESTRA PATRÓN DE QUESO GOUDA

Para la elección de muestra patrón en el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta dos muestras de queso Gouda existente en el mercado local para ello se consideró: (GPA) queso Gouda del grupo Pil Andina y (GMÑ) queso Gouda de Quesos la Muña. Posteriormente las muestras fueron evaluadas por un panel de 20 jueces no entrenados, donde se consideraron los atributos: sabor, textura, color, aroma y consistencia.

#### 4.2.1.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.3, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para elegir muestra patrón de queso Gouda, extraído de la tabla C.1-1 (Anexo C).

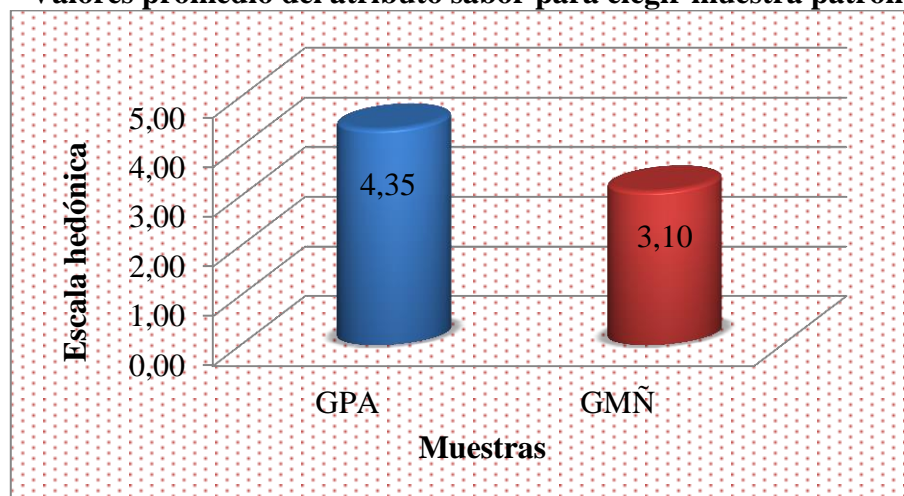
**Tabla 4.3**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica )	
	GPA	GMÑ
1	5	1
2	4	3
3	4	4
4	4	2
5	3	2
6	5	4
7	5	3
8	5	4
9	3	4
10	4	3
11	3	5
12	5	3
13	5	2
14	5	2
15	2	3
16	5	2
17	5	4
18	5	4
19	5	3
20	5	4
$\bar{X}$	4,35	3,10

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.1, se muestran los valores promedios del atributo sabor extraídos de tabla 4.3, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra patrón de queso Gouda.

**Figura 4.1**  
**Valores promedio del atributo sabor para elegir muestra patrón**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.1, se puede observar que la muestra GPA (4,35); tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor en comparación con la muestra GMÑ (3,10) en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.1.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.4, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.1-6 (Anexo C).

**Tabla 4.4**  
**Prueba Duncan del atributo sabor para elegir muestra patrón**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,25	>	0,93	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.4, se observa que para los tratamientos: (GPA-GMÑ) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,35); como la mejor opción para el atributo sabor.

#### 4.2.1.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.5, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para elegir muestra patrón de queso Gouda, extraído de la tabla C.1-7 (Anexo C).

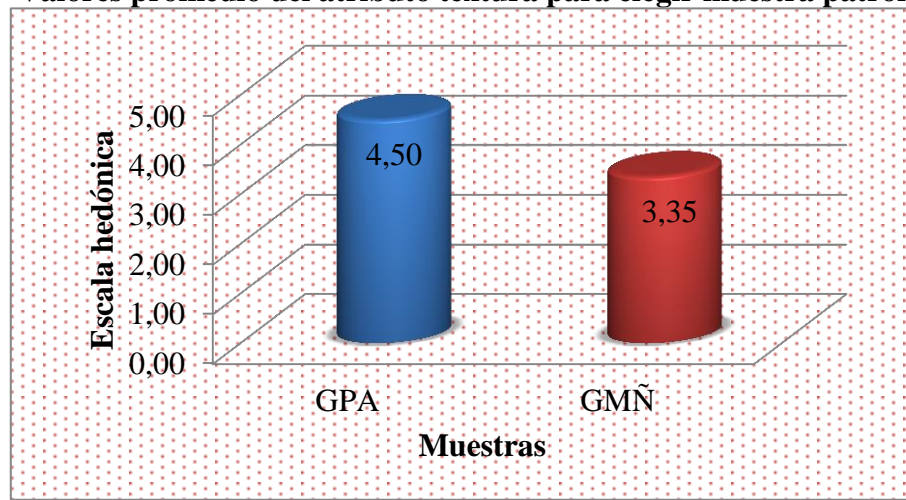
**Tabla 4.5**  
Evaluación sensorial del atributo textura para elegir muestra patrón

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	GPA	GMÑ
1	4	2
2	5	4
3	5	3
4	4	4
5	5	3
6	5	4
7	5	2
8	4	5
9	4	3
10	5	4
11	4	5
12	5	3
13	5	2
14	3	2
15	5	2
16	3	4
17	5	3
18	4	4
19	5	4
20	5	4
$\bar{X}$	4,50	3,35

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.2, se muestran los valores promedios del atributo textura extraídos de tabla 4.3, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra patrón de queso Gouda.

**Figura 4.2**  
**Valores promedio del atributo textura para elegir muestra patrón**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.2, se puede observar que la muestra GPA (4,50); tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura en comparación con la muestra GMÑ (3,35), en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.1.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.6, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan extraídos de la tabla C.1-12 (Anexo C).

**Tabla 4.6**  
**Prueba Duncan del atributo textura para elegir muestra patrón**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,15	>	0,81	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.6, se observa que para los tratamientos: (GPA-GMÑ) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,50); como la mejor opción para el atributo textura.

#### 4.2.1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.7, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo color para elegir muestra patrón de queso Gouda, extraído de la tabla C.1-13 (Anexo C).

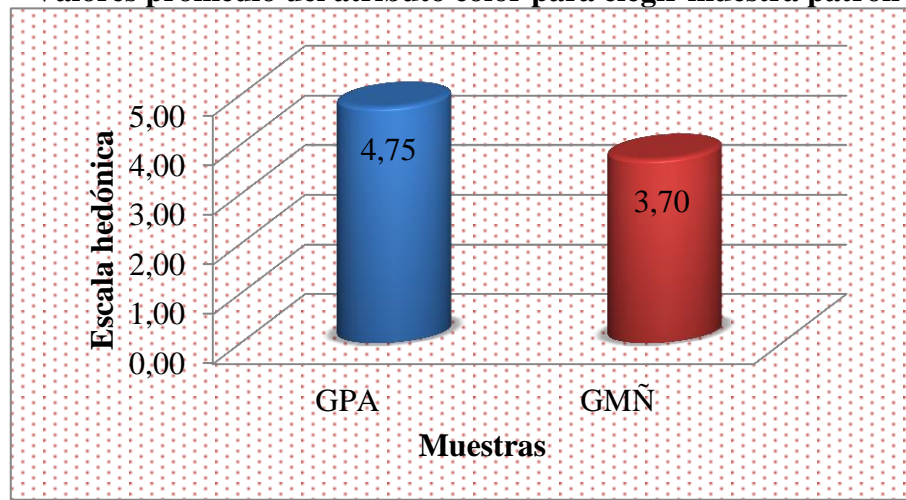
**Tabla 4.7**  
**Evaluación sensorial del atributo color para elegir muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	GPA	GMÑ
1	4	3
2	5	3
3	3	5
4	5	4
5	5	4
6	5	4
7	5	3
8	5	2
9	5	4
10	5	4
11	4	5
12	5	4
13	5	3
14	5	4
15	5	4
16	4	3
17	5	2
18	5	4
19	5	5
20	5	4
$\bar{X}$	4,75	3,70

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.3, se muestran los valores promedios del atributo color extraídos de tabla 4.7, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra patrón de queso Gouda.

**Figura 4.3**  
**Valores promedio del atributo color para elegir muestra patrón**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.3, se puede observar que la muestra GPA (4,75) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo color en comparación con la muestra GMÑ (3,70) en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.1.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.8, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan extraídos de la tabla C.1-18 (Anexo C).

**Tabla 4.8**  
**Prueba Duncan del atributo color para elegir muestra patrón**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,05	>	0,73	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.8, se observa que para los tratamientos: (GPA-GMÑ) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,75); como la mejor opción para el atributo color.

#### 4.2.1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.9, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma para elegir muestra patrón de queso Gouda, extraído de la tabla C.1-19 (Anexo C).

**Tabla 4.9**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma para elegir muestra patrón**

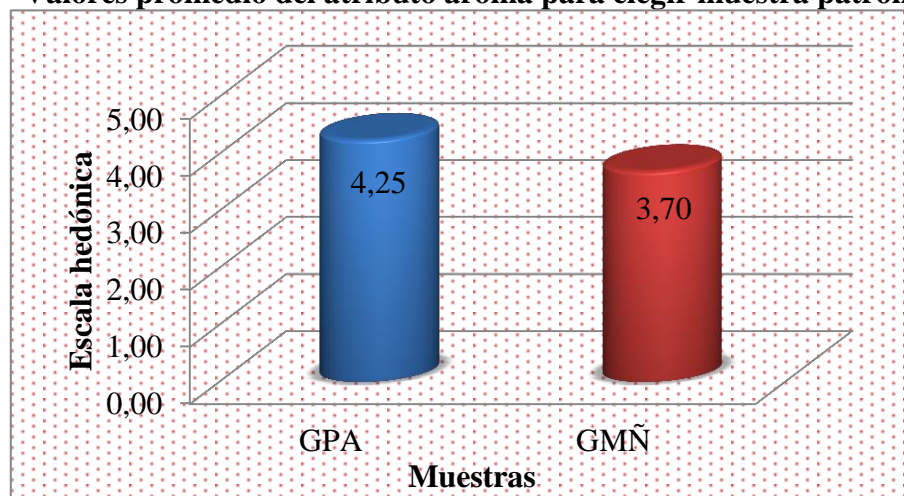
Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	GPA	GMÑ
1	3	3
2	5	2
3	3	4
4	5	5
5	5	3
6	5	4
7	4	3
8	5	4
9	3	4
10	4	3
11	5	4
12	5	3
13	5	4
14	4	3
15	4	4
16	4	3
17	5	4
18	3	5
19	4	4
20	4	5
$\bar{X}$	4,25	3,70

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.4, se muestran los valores promedios del atributo aroma extraídos de tabla 4.9, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra patrón de queso Gouda.



**Figura 4.4**  
**Valores promedio del atributo aroma para elegir muestra patrón**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.4, se puede observar que la muestra GPA (4,25) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma en comparación con la muestra GMÑ (3,70); en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.1.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.10, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.1-21 (Anexo C).

**Tabla 4.10**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo aroma para elegir muestra patrón**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	26,98	39,00			
Muestras (A)	3,02	1,00	3,02	4,27	8,19
Jueces (B)	10,48	19,00	0,55	0,78	3,03
Error	13,48	19,00	0,71		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.10, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $4,27 < 8,19$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta. Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,25); como la mejor opción para el atributo aroma.

#### 4.2.1.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.11, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo consistencia para elegir muestra patrón de queso Gouda, extraído de la tabla C.1-22 (Anexo C).

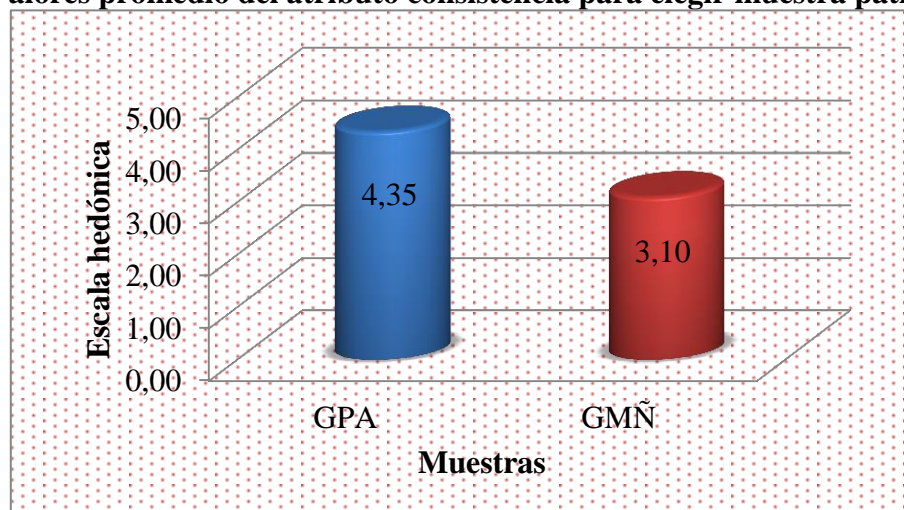
**Tabla 4.11**  
**Evaluación sensorial del atributo consistencia para elegir muestra patrón**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	GPA	GMÑ
1	4	2
2	4	4
3	4	3
4	4	2
5	3	2
6	5	3
7	5	2
8	4	5
9	5	4
10	4	3
11	4	5
12	5	3
13	5	3
14	4	2
15	5	2
16	3	4
17	5	2
18	4	3
19	5	4
20	5	4
$\bar{X}$	4,35	3,10

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.5, se muestran los valores promedios del atributo consistencia extraídos de tabla 4.11, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra patrón de queso Gouda.

**Figura 4.5**  
**Valores promedio del atributo consistencia para elegir muestra patrón**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.5, se puede observar que la muestra GPA (4,35) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo consistencia en comparación con la muestra GMÑ (3,10); en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.1.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA PARA ELEGIR MUESTRA PATRÓN

En la tabla 4.12, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.1-27 (Anexo C).

**Tabla 4.12**  
**Prueba Duncan del atributo consistencia para elegir muestra patrón**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
GPA-GMÑ	1,25	>	0,81	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.12, se observa que para los tratamientos (GPA-GMÑ) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra GPA (4,35); como la mejor opción para el atributo consistencia.

La muestra GPA (Gouda Pil Andina) fue elegida como muestra patrón para el desarrollo del presente trabajo de investigación por obtener los valores promedio para los atributos: aroma (4,25); sabor (4,35); textura (4,50); color (4,75) y consistencia

(4,35); así mismo realizando el análisis estadístico para el atributo: aroma (4,27<8,19)  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa; sin embargo para el atributo: sabor (1,25>0,93); textura (1,15>0,81); color (1,05>0,73) y consistencia (1,25>0,81) se tiene  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para los atributos.

#### 4.2.2 ELABORACIÓN DE MUESTRA PROTOTIPO DE QUESO GOUDA

Para la elaboración de muestra prototipo de queso Gouda se procedió a elaborar cinco muestras a nivel experimental realizando variación en la composición de insumos como ser: cultivo, cuajo, y cloruro de calcio como se detalla en el cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1**  
**Variación en la composición de insumos en muestras de queso Gouda**

Muestras	Variación en porcentaje de insumos				
	Leche entera (%)	Cultivo láctico (%)		Cloruro de calcio (%)	Cuajo (%)
QG1	99,976	0,001	R-707 (40)	0,020	0,003
			CNH-11 (60)		
QG2	99,967	0,001	R-707 (60)	0,030	0,002
			CNH-11 (40)		
QG3	99,977	0,001	R-707 (50)	0,020	0,002
			CNH-11 (50)		
QG4	99,966	0,001	R-707 (300)	0,030	0,003
			CNH-11 (70)		
QG5	99,982	0,001	R-707 (50)	0,015	0,003
			CNH-11 (50)		

**Fuente:** Elaboración propia

Así mismo durante la elaboración de las muestras a nivel experimental se tomó en cuenta variables de proceso como se detalla en cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2**  
**Variables de control en el proceso para muestra prototipo de queso Gouda**

Variables	Rango
Temperatura agua para tratamiento	60-75 °C
Pasteurización	65°C
Tiempo de inoculación	30 min
Temperatura de inoculación	33- 36 °C

**Fuente:** elaboración propia

Posteriormente las muestras se sometieron a evaluación sensorial, para elegir muestra prototipo de queso Gouda, para dicha evaluación se utilizó 20 jueces no entrenados, donde se consideró los atributos: sabor, textura y aroma.

#### 4.2.2.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO

En la tabla 4.13, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para elegir muestra prototipo de queso Gouda, extraído de la tabla C.2-28 (Anexo C).

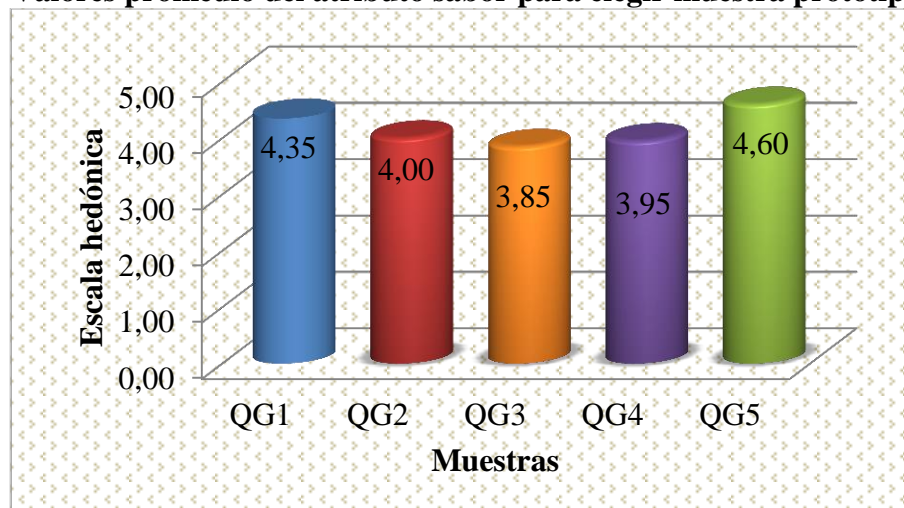
**Tabla 4.13**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				
	QG1	QG2	QG3	QG4	QG5
1	4	5	4	5	5
2	4	5	4	3	4
3	4	5	3	4	5
4	5	3	5	4	5
5	4	5	4	4	5
6	5	5	4	4	5
7	4	5	3	5	4
8	4	3	5	3	2
9	4	4	3	4	5
10	4	3	4	4	5
11	4	5	4	4	4
12	5	3	3	4	5
13	5	3	4	4	5
14	4	3	3	3	4
15	4	5	4	3	5
16	5	3	4	4	5
17	4	3	4	4	5
18	5	4	3	4	5
19	4	5	5	4	4
20	5	3	4	5	5
$\bar{X}$	4,35	4,00	3,85	3,95	4,60

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestran los valores promedios del atributo sabor extraídos de tabla 4.13, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra prototipo de queso Gouda.

**Figura 4.6**  
**Valores promedio del atributo sabor para elegir muestra prototipo**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.6, se puede observar que la muestra QG5 (4,60) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguido de QG1(4,35); en comparación con la muestra QG2, QG3, QG4 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.2.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO

En la tabla 4.14, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.2-33 (Anexo C).

**Tabla 4.14**  
**Prueba Duncan del atributo sabor para elegir muestra prototipo**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG5-QG1	0,25	<	0,59	No existe diferencia significativa
QG5-QG2	0,60	<	0,62	No existe diferencia significativa
QG5-QG4	0,65	>	0,64	Si existe diferencia significativa
QG5-QG3	0,75	>	0,65	Si existe diferencia significativa
QG1-QG2	0,35	<	0,59	No existe diferencia significativa
QG1-QG4	0,40	<	0,62	No existe diferencia significativa
QG1-QG3	0,50	<	0,64	No existe diferencia significativa
QG2-QG4	0,05	<	0,59	No existe diferencia significativa
QG2-QG3	0,15	<	0,62	No existe diferencia significativa
QG4-QG3	0,10	<	0,59	No existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.14, se observa para los tratamientos (QG5-QG4) y (QG5-QG3) existe evidencia estadística significativa; sin embargo para los tratamientos (QG5-QG1), (QG5-QG2), (QG1-QG2), (QG1-QG4), (QG1-QG3), (QG2-QG4), (QG2-QG3) y (G4-QG3), no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG5 (4,60); como la mejor opción para el atributo sabor para muestra prototipo.

#### 4.2.2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO

En la tabla 4.15, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para elegir muestra prototipo de queso Gouda, extraído de la tabla C.2-34 (Anexo C).

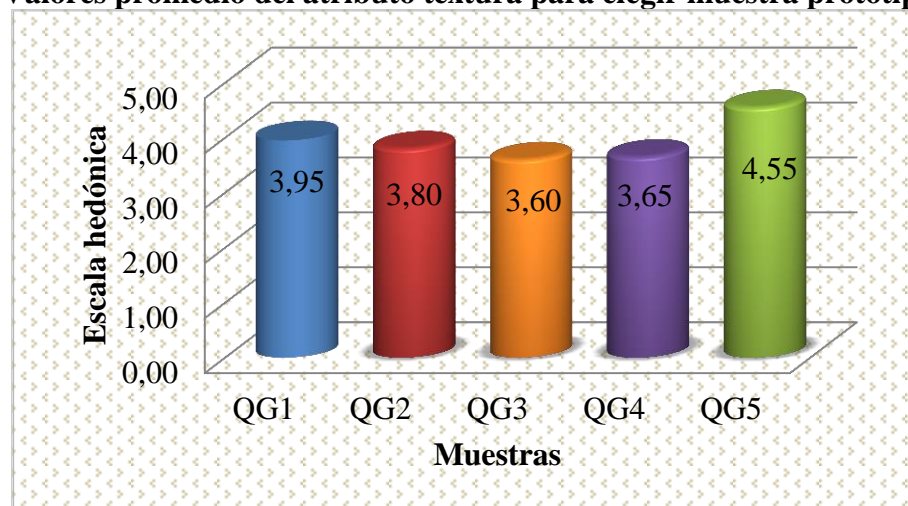
**Tabla 4.15**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para elegir muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				
	QG1	QG2	QG3	QG4	QG5
1	4	4	5	5	4
2	4	5	3	4	4
3	4	5	3	3	5
4	5	3	5	5	4
5	5	5	4	3	5
6	5	4	3	3	4
7	5	4	3	4	5
8	3	4	5	4	2
9	4	3	3	4	5
10	4	4	4	4	5
11	4	5	2	2	5
12	3	5	3	4	5
13	4	2	4	3	5
14	3	3	3	3	4
15	3	3	4	3	5
16	3	3	4	4	5
17	5	4	4	5	5
18	4	4	3	3	5
19	4	3	3	3	5
20	3	3	4	4	4
$\bar{X}$	3,95	3,80	3,60	3,65	4,55

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestran los valores promedio del atributo textura extraídos de tabla 4.15, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra prototipo de queso Gouda.

**Figura 4.7**  
**Valores promedio del atributo textura para elegir muestra prototipo**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.7, se puede observar que la muestra QG5 (4,55) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de QG1(3,95); en comparación con la muestra QG2, QG4 y QG3, en escala hedónica de 5 puntos.

#### **4.2.2.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO**

En la tabla 4.16, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan extraídos de la tabla C.2-39 (Anexo C).



**Tabla 4.16**  
**Prueba Duncan del atributo textura para elegir muestra prototipo**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG5-QG1	0,60	<	0,67	No existe diferencia significativa
QG5-QG2	0,75	>	0,70	Si existe diferencia significativa
QG5-QG4	0,90	>	0,72	Si existe diferencia significativa
QG5-QG3	0,95	>	0,73	Si existe diferencia significativa
QG1-QG2	0,15	<	0,67	No existe diferencia significativa
QG1-QG4	0,30	<	0,70	No existe diferencia significativa
QG1-QG3	0,35	<	0,72	No existe diferencia significativa
QG2-QG4	0,15	<	0,67	No existe diferencia significativa
QG2-QG3	0,20	<	0,70	No existe diferencia significativa
QG4-QG3	0,05	<	0,67	No existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.16, se observa para los tratamientos: (QG5-QG2), (QG5-QG4) y (QG5-QG3), existe evidencia estadística significativa, sin embargo para los tratamientos: (QG5-QG1), (QG1-QG2), (QG1-QG4), (QG1-QG3), (QG2-QG4), (QG2-QG3) y (QG4-QG3) no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG5 (4,55); como la mejor opción del atributo textura para muestra prototipo.

#### **4.2.2.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO**

En la tabla 4.17, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma para elegir muestra prototipo de queso Gouda, extraído de la tabla C.2-40 (Anexo C.2).

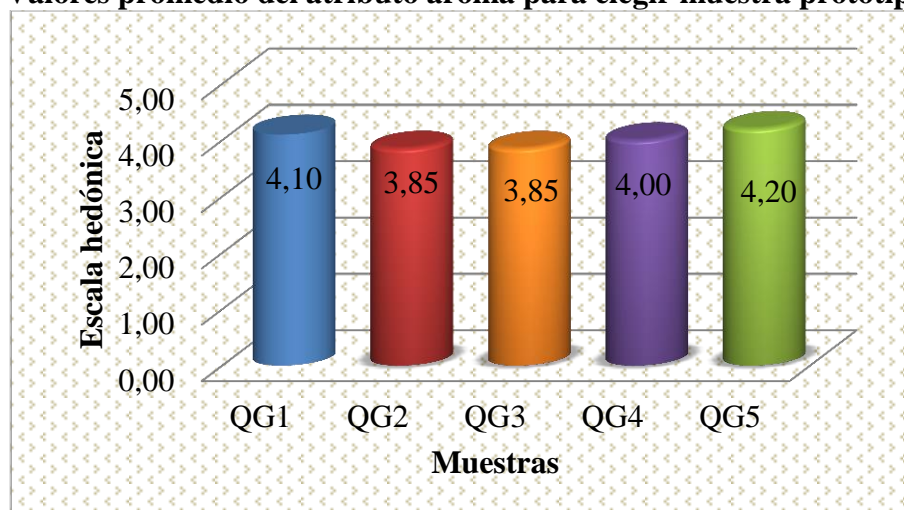
**Tabla 4.17**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma para elegir muestra prototipo**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)				
	QG1	QG2	QG3	QG4	QG5
1	4	4	5	4	4
2	4	4	4	3	3
3	4	5	3	4	4
4	5	4	5	5	5
5	3	4	4	3	4
6	4	4	4	4	3
7	4	5	3	4	5
8	4	4	3	4	5
9	4	4	5	4	4
10	3	3	4	5	4
11	5	4	3	3	4
12	4	3	3	4	4
13	4	3	4	3	5
14	5	4	4	4	4
15	4	3	4	4	5
16	5	3	4	4	4
17	4	5	5	4	4
18	4	4	2	4	5
19	5	3	5	5	4
20	3	4	3	5	4
$\bar{X}$	4,10	3,85	3,85	4,00	4,20

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.8, se muestran los valores promedios del atributo aroma extraídos de tabla 4.17, de la evaluación sensorial realizada para elegir muestra prototipo de queso Gouda.

**Figura 4.8**  
**Valores promedio del atributo aroma para elegir muestra prototipo**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.8, se puede observar que la muestra QG5 (4,20) tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma, seguido de QG1 (4,10); en comparación con la muestra QG4, QG3 y QG2, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.2.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR MUESTRA PROTOTIPO

En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.2-42 (Anexo C.2).

**Tabla 4.18**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo aroma para elegir muestra prototipo**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	48,00	99,00			
Muestras (A)	1,90	4,00	0,48	0,98	3,58
Jueces (B)	9,20	19,00	0,48	1,00	2,15
Error	36,90	76,00	0,49		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.18, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,98 < 3,58$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG5 (4,20); como la mejor opción del atributo aroma para muestra prototipo.

La muestra QG5 fue elegida como muestra prototipo para el desarrollo del presente trabajo de investigación por obtener valores promedio en los atributos: sabor (4,60); textura (4,55) y aroma (4,20). Así mismo, realizando el análisis estadístico para los atributos: sabor ( $3,82 > 3,58$ ) y textura ( $4,47 > 3,58$ );  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el tributo aroma ( $0,98 > 3,58$ )  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

#### 4.2.3 DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

En base a la muestra QG5 se realizó la dosificación de insumos en la elaboración de queso Gouda para tal efecto se elaboraron 8 muestras de queso Gouda a nivel experimental donde se hizo variación en porcentaje de: cuajo, cultivo y temperatura de coagulación como se detalla en el cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3**  
**Variación porcentual de cuajo, cultivo y temperatura de coagulación**

Muestras	Variación porcentual		
	Cultivo (%)	Cuajo (%)	Temperatura de coagulación (°C)
QG01	50-50	0,002	33
QG02	60-40	0,002	33
QG03	50-50	0,003	33
QG04	60-40	0,003	33
QG05	50-50	0,002	36
QG06	60-40	0,002	36
QG07	50-50	0,003	36
QG08	60-40	0,003	36

**Fuente:** Elaboración propia

Posteriormente las 8 muestras se sometieron a evaluación sensorial para tal efecto se contó con 21 jueces no entrenados, donde se consideraron los parámetros: textura, sabor, aroma, firmeza, granulosis y adherencia.

#### 4.2.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.19, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda, extraído de la tabla C.3-43 (Anexo C).

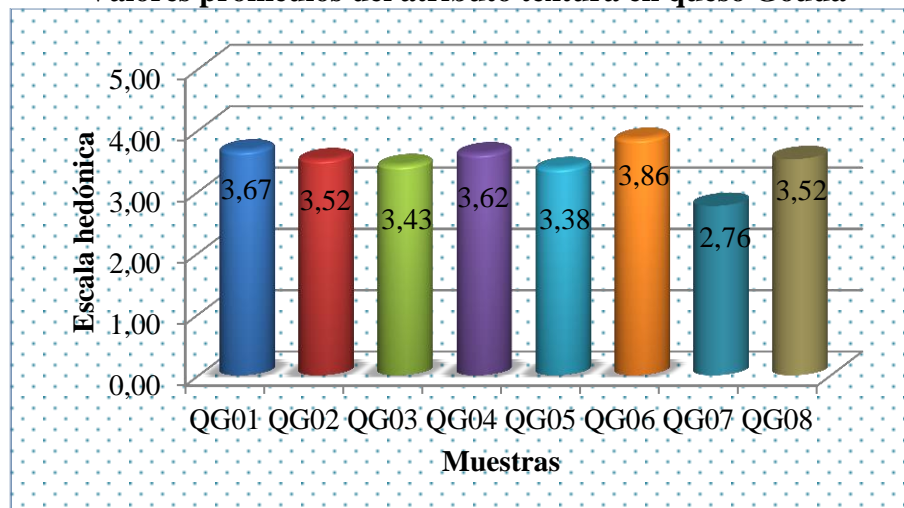
**Tabla 4.19**  
**Evaluación sensorial del atributo textura en queso Gouda**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	3	2	4	4	3	4	3	3
2	4	3	4	2	3	4	3	3
3	4	4	5	5	4	5	4	4
4	4	3	4	4	4	3	3	4
5	4	4	2	3	4	4	4	4
6	4	3	4	5	3	3	3	3
7	3	4	5	4	4	3	3	4
8	4	4	4	3	4	3	3	4
9	2	2	3	4	4	5	3	3
10	3	4	2	3	4	4	3	3
11	4	3	3	3	2	3	4	5
12	4	5	3	2	2	3	2	2
13	4	5	3	4	3	3	1	4
14	5	4	3	5	4	5	3	3
15	4	3	3	4	3	3	2	3
16	4	3	3	3	3	4	3	5
17	3	3	3	4	3	5	4	3
18	3	4	3	3	3	4	2	3
19	3	3	4	4	4	5	2	4
20	5	4	3	2	4	3	2	3
21	3	4	4	5	3	5	1	4
$\bar{X}$	3,67	3,52	3,43	3,62	3,38	3,86	2,76	3,52

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.9, se muestran los valores promedios del atributo textura extraídos de la tabla 4.19, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.9**  
**Valores promedios del atributo textura en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.9, se puede observar que la muestra QG06 (3,86), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo textura, seguido de las muestras QG01 (3,67) y QG04 (3,62); QG02, QG03, QG05, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### **4.2.3.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO TEXTURA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA**

En la tabla 4.20, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan para el atributo textura, extraídos de la tabla C.3- 48 (Anexo C).

**Tabla 4.20**  
**Prueba Duncan del atributo textura para queso Gouda**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG06-QG01	0,19	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG06-QG04	0,24	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG06-QG02	0,34	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG06-QG08	0,34	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG06-QG03	0,43	<	0,70	No hay diferencia significativa
QG06-QG05	0,48	<	0,71	No hay diferencia significativa
QG06-QG07	1,1	>	0,71	Si hay diferencia significativa
QG01-QG04	0,05	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG01-QG02	0,15	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG01-QG08	0,15	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG01-QG03	0,24	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG01-QG05	0,29	<	0,70	No hay diferencia significativa
QG01-QG07	0,91	>	0,71	Si hay diferencia significativa
QG04-QG02	0,1	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG04-QG08	0,1	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG04-QG03	0,19	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG04-QG05	0,24	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG04-QG07	0,86	>	0,70	Si hay diferencia significativa
QG02-QG08	0	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG02-QG03	0,09	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG02-QG05	0,14	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG02-QG07	0,76	>	0,69	Si hay diferencia significativa
QG08-QG03	0,09	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG08-QG05	0,14	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG08-QG07	0,76	>	0,67	Si hay diferencia significativa
QG03-QG05	0,05	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG03-QG07	0,67	>	0,65	Si hay diferencia significativa
QG05-QG07	0,62	<	0,63	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.20, se observa para los tratamientos: (QG06-QG01); (QG06-QG04); (QG06-QG02); (QG06-QG08); (QG06-QG03); (QG06-QG05); (QG01-QG04); (QG01-QG02); (QG01-QG08); (QG01-QG03); (QG01-QG05); (QG04-QG02); (QG04-QG08); (QG04-QG03); (QG04-QG05); (QG02-QG08); (QG02-QG03); (QG02-QG05); (QG08-QG03); (QG08-QG05); (QG03-QG05) y (QG05-QG07), no existe evidencia estadística significativa, en comparación con los tratamientos: (QG06-QG07); (QG01-QG07); (QG04-QG07); (QG02-QG07); (QG08-QG07);

(QG03-QG07), si existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG06 (3,86) como la mejor opción para el atributo textura.

#### 4.2.3.1.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO TEXTURA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.21, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1-1 (Anexo E).

**Tabla 4.21**  
**Valoración atributo textura en la dosificación de insumos para queso Gouda**

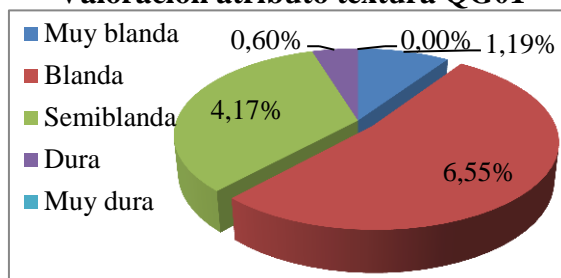
Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy blando	Blando	Semi-blando	Duro	Muy duro	
QG01	1,19	6,55	4,17	0,60	0,00	12,50
QG02	1,19	5,36	4,76	1,19	0,00	12,50
QG03	1,19	4,17	5,95	1,19	0,00	12,50
QG04	2,38	4,76	3,57	1,79	0,00	12,50
QG05	0,00	5,95	5,36	1,19	0,00	12,50
QG06	3,57	3,57	5,36	0,00	0,00	12,50
QG07	0,00	2,38	5,95	4,17	0,00	12,50
QG08	1,19	4,76	5,95	0,60	0,00	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 10a, figura 10b, figura 10c, figura 10d, figura 10e, figura 10f, figura 10g y figura 10h, se muestran los valores porcentuales del atributo textura percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.



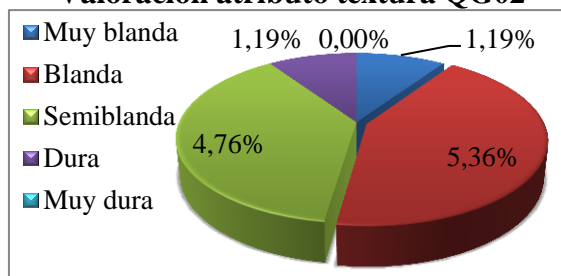
**Figura 4.10a**  
**Valoración atributo textura QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10a, se puede observar que el 6,55% de los jueces percibieron una textura blanda, el 4,17% textura semiblanda, 1,19% textura muy blanda y 0,60% textura dura para la muestra QG01.

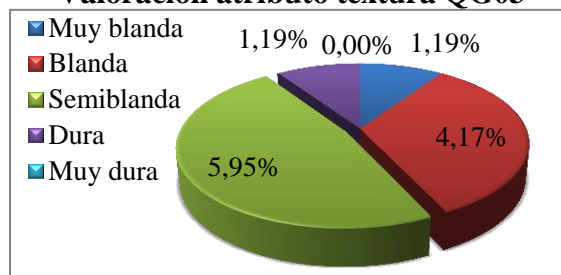
**Figura 4.10b**  
**Valoración atributo textura QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10b, se puede observar que el 5,36% de los jueces percibieron textura blanda, 4,76% textura semiblanda, 1,19% textura muy blanda y 1,19% textura dura para la muestra QG02.

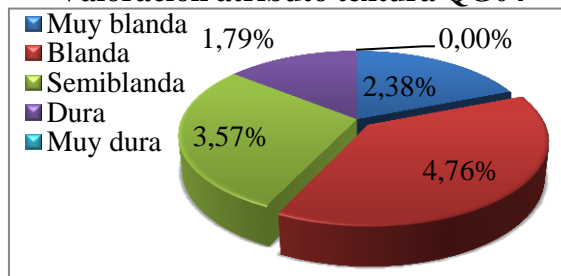
**Figura 4.10c**  
**Valoración atributo textura QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10c, se puede observar que el 5,95% de los jueces percibieron textura semiblanda, 4,17% apreciaron una textura blanda, 1,19% textura muy blanda y 1,19% textura dura para la muestra QG03.

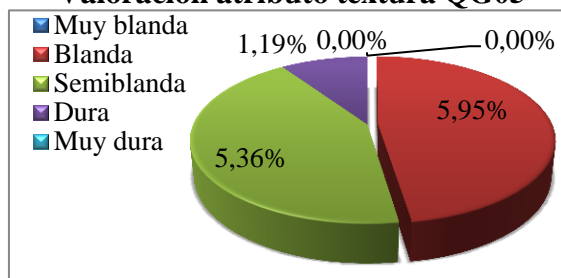
**Figura 4.10d**  
**Valoración atributo textura QG04**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10d, se puede observar que el 4,76% de los jueces percibieron textura blanda, 3,57% textura semiblanda, 2,38% textura muy blanda y 1,79% textura dura para la muestra QG04.

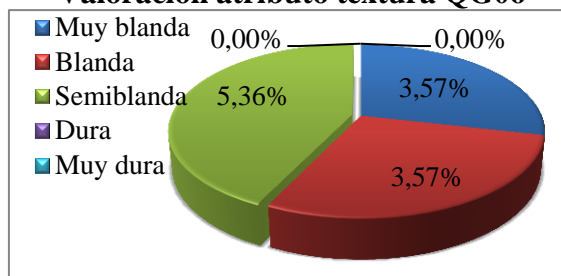
**Figura 4.10e**  
**Valoración atributo textura QG05**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10e, se puede observar que el 5,95% de los jueces percibe textura blanda, 5,36% textura semiblanda y el restante 1,19% percibe una textura dura para la muestra QG05.

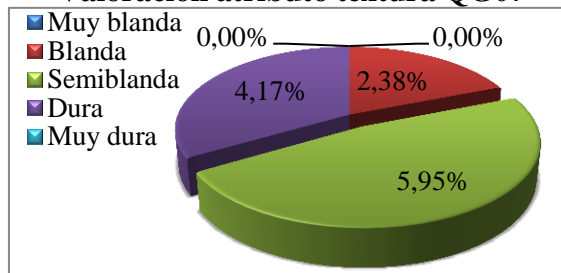
**Figura 4.10f**  
**Valoración atributo textura QG06**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10f, se puede observar que el 5,36 % de los jueces percibe textura semiblanda, 3,57% textura blanda y el 3,57% textura muy blanda para la muestra QG06.

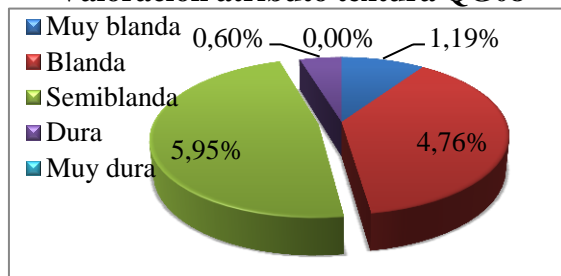
**Figura 4.10g**  
**Valoración atributo textura QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10g, se puede observar que el 5,95% de los jueces percibieron textura semiblanda, 4,17% textura dura y el 2,38% una textura blanda para la muestra QG07

**Figura 4.10h**  
**Valoración atributo textura QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.10h, se puede observar que 5,95% de los jueces apreciaron textura semiblanda, 4,76% apreció un textura blanda 1,19% muy blanda y 0,60% textura dura para la muestra QG08.

#### 4.2.3.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.22, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos de queso Gouda, extraído de la tabla C.3-49 (Anexo C).

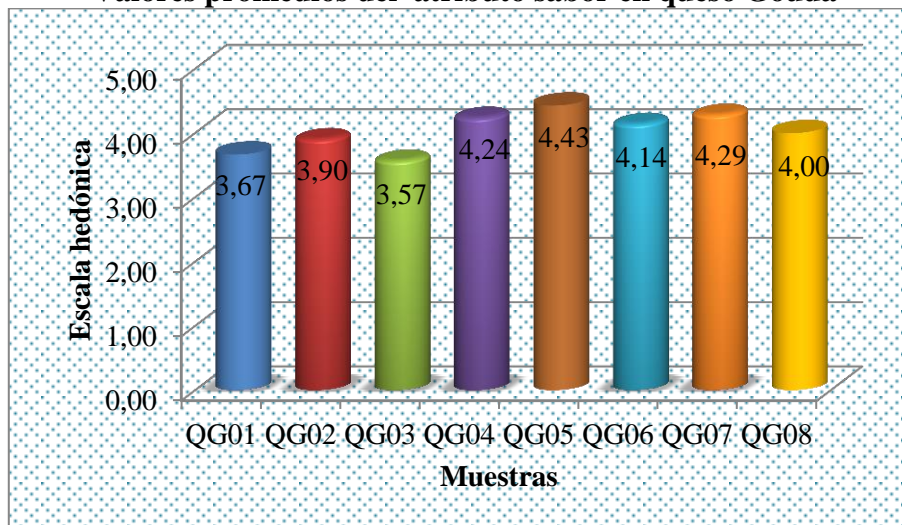
**Tabla 4.22**  
Evaluación sensorial del atributo sabor en queso Gouda

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	3	4	5	5	5	4	4	4
2	4	5	3	5	5	4	3	2
3	4	4	5	4	5	5	4	5
4	4	4	3	5	4	5	5	4
5	4	3	3	3	5	4	5	5
6	4	4	3	5	5	5	5	5
7	3	4	3	3	4	4	5	4
8	4	2	2	3	3	4	2	5
9	4	3	2	5	4	5	4	4
10	4	4	4	4	5	2	5	4
11	3	3	4	4	4	5	4	3
12	3	4	3	5	5	3	5	3
13	3	4	4	5	5	5	4	5
14	4	5	5	4	5	4	4	3
15	4	4	5	3	5	5	4	3
16	4	4	3	5	3	3	4	5
17	5	5	4	4	4	5	5	4
18	3	3	4	5	3	3	4	5
19	3	5	2	3	5	4	5	5
20	3	4	3	4	5	5	4	3
21	4	4	5	5	4	3	5	3
$\bar{X}$	3,67	3,90	3,57	4,24	4,43	4,14	4,29	4,00

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.11, se muestran los valores promedios del atributo sabor extraídos de tabla 4.22, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.11**  
**Valores promedios del atributo sabor en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.11, se puede observar que la muestra QG05 (4,43), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguido de las muestras QG07 (4,29) y QG04 (4,24); en comparación con las muestras QG02, QG03, QG5, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### **4.2.3.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA**

En la tabla 4.23, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan para el atributo sabor, extraídos de la tabla C.3-54 (Anexo C).

**Tabla 4.23**  
**Prueba Duncan del atributo sabor para queso Gouda**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG05-QG07	0,14	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG05-QG04	0,19	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG05-QG06	0,29	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG05-QG08	0,43	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG05-QG02	0,53	<	0,70	No hay diferencia significativa
QG05-QG01	0,76	>	0,71	Si hay diferencia significativa
QG05-QG03	0,86	>	0,71	Si hay diferencia significativa
QG07-QG04	0,05	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG07-QG06	0,15	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG07-QG08	0,29	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG07-QG02	0,39	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG07-QG01	0,62	<	0,70	No hay diferencia significativa
QG07-QG03	0,72	>	0,71	Si hay diferencia significativa
QG04-QG06	0,10	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG04-QG08	0,24	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG04-QG02	0,34	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG04-QG01	0,57	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG04-QG03	0,67	<	0,70	No hay diferencia significativa
QG06-QG08	0,14	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG06-QG02	0,24	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG06-QG01	0,47	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG06-QG03	0,57	<	0,69	No hay diferencia significativa
QG08-QG02	0,10	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG08-QG01	0,33	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG08-QG03	0,43	<	0,67	No hay diferencia significativa
QG02-QG01	0,23	<	0,63	No hay diferencia significativa
QG02-QG03	0,33	<	0,65	No hay diferencia significativa
QG01-QG03	0,10	<	0,63	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.23, se observa que para los tratamientos: (QG05-QG07); (QG05-QG04); (QG05-QG06); (QG05-QG08); (QG05-QG02); (QG07-QG04); (QG07-QG06); (QG07-QG08); (QG07-QG02); (QG07-QG01); (QG04-QG06); (QG04-QG08); (QG04-QG02); (QG04-QG01); (QG04-QG03); (QG06-QG08); (QG06-QG02); (QG06-QG01); (QG06-QG03); (QG08-QG02); (QG08-QG01); (QG08-QG03); (QG02-QG01); (QG02-QG03) y (QG01-QG03), no existe evidencia estadística significativa, en comparación de los tratamiento: (QG05-QG01); (QG05-QG03) y

(QG07-QG03); si existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG05 como la mejor opción para el atributo sabor.

#### 4.2.3.2.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO SABOR EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.24, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1-2 (Anexo E).

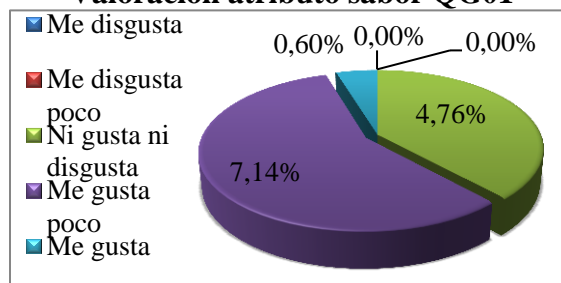
**Tabla 4.24**  
**Valoración atributo sabor en dosificación de insumos para queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Me disgusta	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta	
QG01	0,00	0,00	4,76	7,14	0,60	12,50
QG02	0,00	0,60	2,38	7,14	2,38	12,50
QG03	0,00	1,79	4,76	2,98	2,98	12,50
QG04	0,00	0,00	2,98	3,57	5,95	12,50
QG05	0,00	0,00	1,79	3,57	7,14	12,50
QG06	0,00	0,60	2,38	4,17	5,36	12,50
QG07	0,00	0,60	0,60	5,95	5,36	12,50
QG08	0,00	0,60	3,57	3,57	4,76	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 12a, figura 12b, figura 12c, figura 12d, figura 12e, figura 12f, figura 12g y figura 12h, se muestran los valores porcentuales del atributo sabor percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.

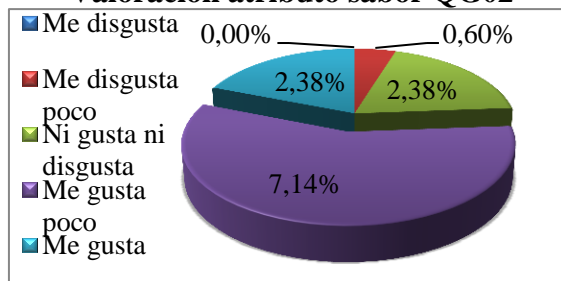
**Figura 4.12a**  
**Valoración atributo sabor QG01**



En la figura 4.12a, se puede observar que al 7,14% de los jueces les gusta poco el sabor, al 4,76% no les gusta ni les disgusta y finalmente a un 0,60 % de los jueces les gusta el sabor de la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

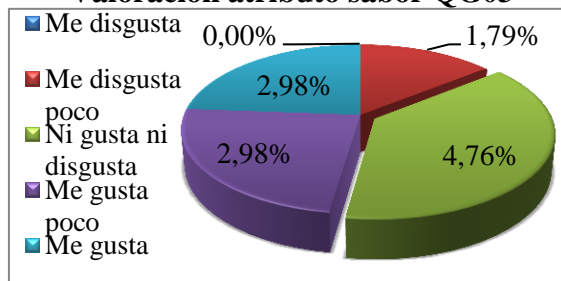
**Figura 4.12b**  
**Valoración atributo sabor QG02**



En la figura 4.12b, se puede observar que al 7,14 % de los jueces les gusta poco el sabor, al 2,38 % no les gusta ni les disgusta pero al mismo porcentaje le gusta y finalmente a un 0,60 % de los jueces les disgusta el sabor de la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

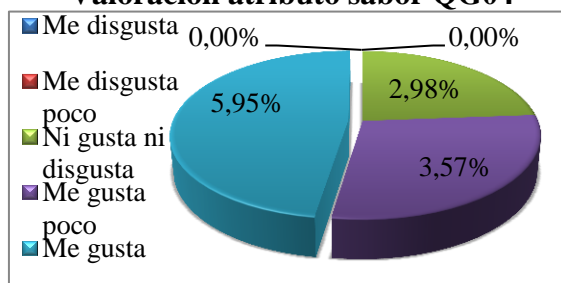
**Figura 4.12c**  
**Valoración atributo sabor QG03**



En la figura 4.12c, se puede observar que al 4,76 % de los jueces no les gusta ni les disgusta, al 2,98% les gusta poco sin embargo al mismo porcentaje le gusta y finalmente a un 1,79% les disgusta poco el sabor de la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

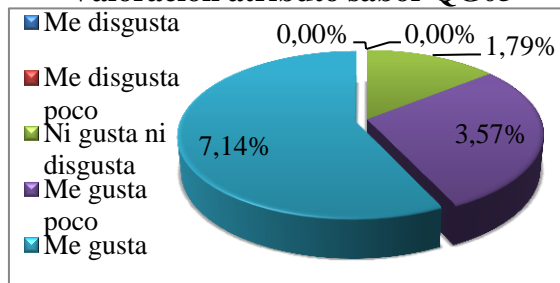
**Figura 4.12d**  
**Valoración atributo sabor QG04**



En la figura 4.12d, se puede observar que al 5,95% de los jueces les gusta el sabor, al 3,57% le gusta poco y a un 2,98% ni le gusta ni le disgusta el sabor de la muestra QG04.

**Fuente:** Elaboración propia

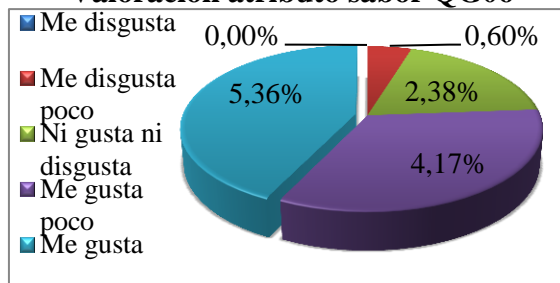
**Figura 4.12e**  
**Valoración atributo sabor QG05**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.12e, se puede observar que un 7,14 % de los jueces les gusta, al 3,57 % le gusta poco y finalmente a un 1,79% no le gusta ni le disgusta el sabor de la muestra QG05.

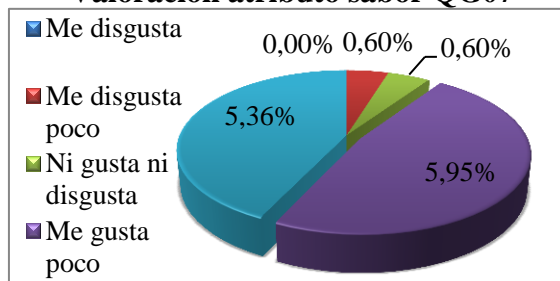
**Figura 4.12f**  
**Valoración atributo sabor QG06**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.12f, se puede observar que al 5,36 % de los jueces le gusta, a un 4,17 % le gusta poco, a un 2,38% no le gusta ni le disgusta y finalmente a un 0,60 le disgusta poco el de la muestra QG06.

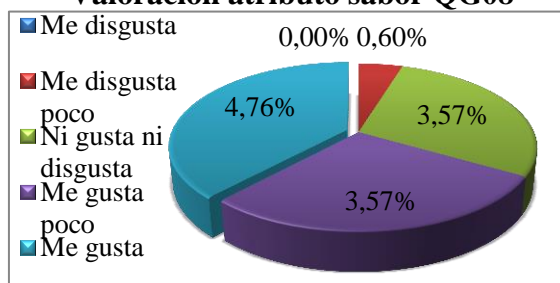
**Figura 4.12g**  
**Valoración atributo sabor QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.12g, se puede observar que el 5,95 % de los jueces le gusta poco, a un 5,36 % le gusta, a un 0,60% no le gusta ni le disgusta así mismo un porcentaje similar le disgusta un poco el sabor de la muestra QG07.

**Figura 4.12h**  
**Valoración atributo sabor QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.12h, se puede observar que a un 4,76 % de los jueces le gusta, a un 3,57 % le gusta poco, a un 3,57 % no le gusta ni le disgusta y finalmente a un 0,60% le disgusta un poco el sabor de la muestra QG08.



### 4.2.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.25, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda, extraído de la tabla C.3-55 (Anexo C).

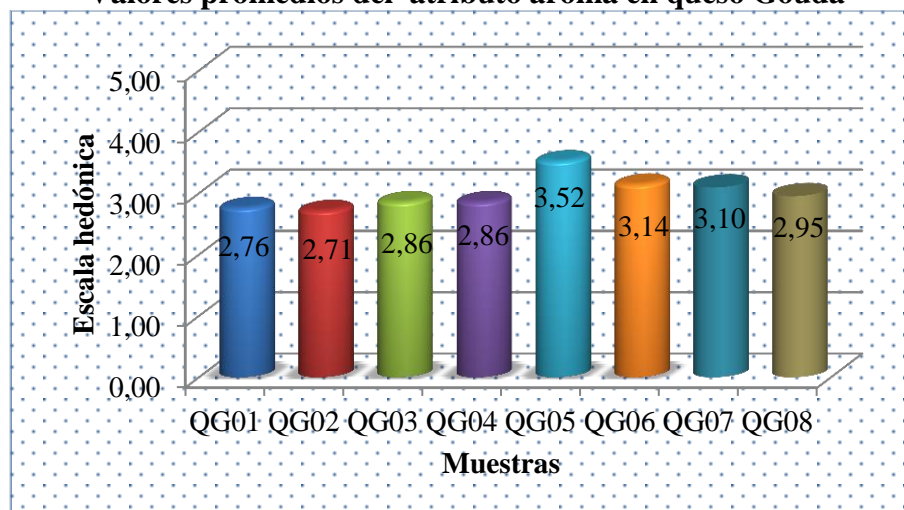
**Tabla 4.25**  
Evaluación sensorial del atributo aroma en queso Gouda

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	3	3	4	3	4	3	3	3
2	4	3	2	3	5	4	4	4
3	1	2	2	2	3	3	4	3
4	1	2	2	1	3	3	2	3
5	2	2	3	2	4	3	3	4
6	3	2	1	2	3	3	4	4
7	2	2	2	2	3	3	3	3
8	2	3	2	2	2	3	3	2
9	2	3	4	4	4	3	2	2
10	5	4	4	3	3	2	2	1
11	3	4	3	4	5	4	2	3
12	4	2	3	4	4	5	3	2
13	3	2	2	3	4	3	2	4
14	5	3	5	4	4	4	3	2
15	3	2	3	2	4	3	3	5
16	3	3	4	3	3	3	3	4
17	2	4	3	4	3	4	5	5
18	2	3	4	4	2	2	4	3
19	3	3	3	3	3	2	4	1
20	2	3	3	2	4	3	4	3
21	3	2	1	3	4	3	2	1
$\bar{X}$	2,76	2,71	2,86	2,86	3,52	3,14	3,10	2,95

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.13, se muestran los valores promedios del atributo aroma extraídos de la tabla 4.25, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.13**  
**Valores promedios del atributo aroma en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.13, se puede observar que la muestra QG05 (3,52), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma seguido de las muestras QG06 (3,14) y QG07 (3,10); en comparación con las muestras QG01, QG02, QG03, QG04 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.3.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO AROMA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.26, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.3-57 (Anexo C).

**Tabla 4.26**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo aroma en queso Gouda**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	151,98	167,00			
Muestras (A)	10,17	7,00	1,45	1,89	2,77
Jueces (B)	33,98	20,00	1,70	2,21	2,01
Error	107,83	140,00	0,77		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.26, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,89 < 2,77$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay

evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras pueden ser tomadas en cuenta, sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG05 (3,52), como la mejor opción para el atributo aroma.

#### 4.2.3.3.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO AROMA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.27, Se muestran los porcentajes de valoración de acuerdo a la escala establecida, datos extraídos de la tabla E.1-3 (Anexo E).

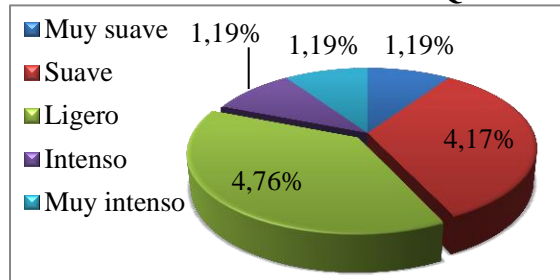
**Tabla 4.27**  
**Valoración atributo aroma en la dosificación de insumos para queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy suave	Suave	Ligero	Intenso	Muy intenso	
QG01	1,19	4,17	4,76	1,19	1,19	12,50
QG02	0,00	5,36	5,36	1,79	0,00	12,50
QG03	1,19	3,57	4,17	2,98	0,60	12,50
QG04	0,60	4,17	4,17	3,57	0,00	12,50
QG05	0,00	1,19	4,76	5,36	1,19	12,50
QG06	0,00	1,79	7,74	2,38	0,60	12,50
QG07	0,00	3,57	4,76	3,57	0,60	12,50
QG08	1,79	2,38	4,17	2,98	1,19	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En las siguientes figuras se muestran los valores porcentuales del atributo aroma percibido por los jueces para cada muestra. Las figuras se encuentran agrupadas según la variación en porcentaje de cultivo y cuajo para una temperatura de inoculación constante.

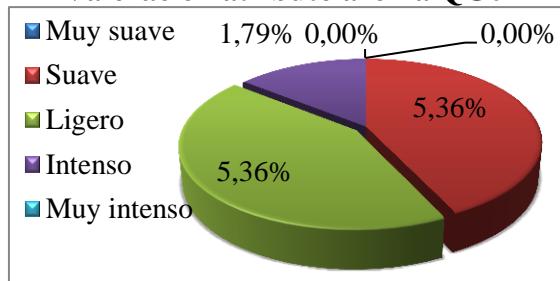
**Figura 4.14a**  
**Valoración atributo aroma QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14a, se puede observar que un 4,76 % de los jueces perciben un aroma ligero, un 4,17% aroma suave, 1,19% aroma muy suave, intenso y muy intenso para la muestra QG01.

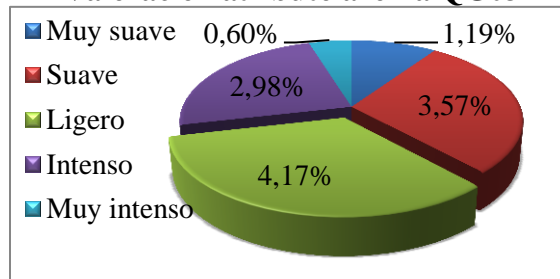
**Figura 4.14b**  
**Valoración atributo aroma QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14b, se puede observar que un 5,36 % de los jueces perciben un aroma ligero, el mismo porcentaje percibe un aroma suave y el 1,79% percibe un aroma intenso para la muestra QG02.

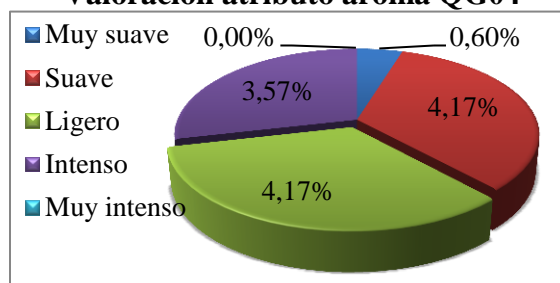
**Figura 4.14c**  
**Valoración atributo aroma QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14c, se puede observar que un 4,17 % de los jueces perciben un aroma ligero, un 3,57% aroma suave, 2,98% intenso, 1,19% muy suave y un 0,60 % percibe un aroma muy intenso para la muestra QG03.

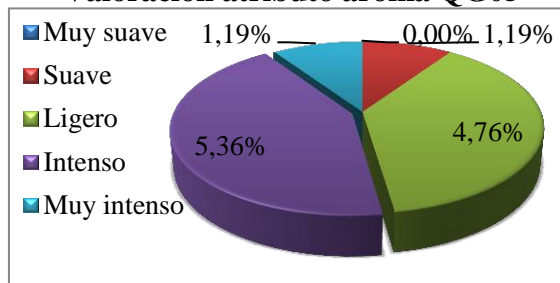
**Figura 4.14d**  
**Valoración atributo aroma QG04**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14d, se puede observar que un 4,17 % de los jueces perciben un aroma ligero y suave, un 3,57 % percibe aroma intenso y un 0,60 % percibe un aroma muy suave para la muestra QG04.

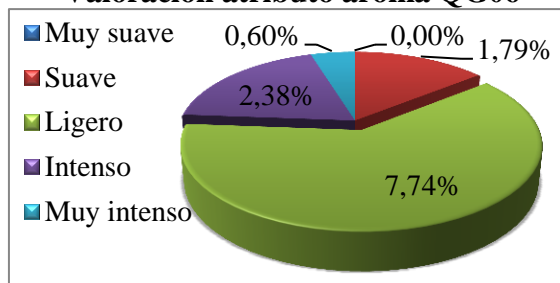
**Figura 4.14e**  
**Valoración atributo aroma QG05**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14e, se puede observar que un 5,36 % de los jueces perciben un aroma intenso, un 4,76 % percibe aroma ligero y un 1,19 % percibe aroma suave y muy para la muestra QG05.

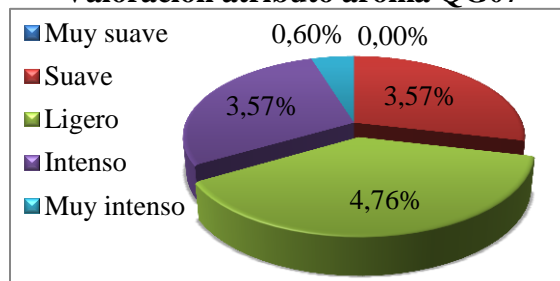
**Figura 4.14f**  
**Valoración atributo aroma QG06**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14f, se puede observar que un 7,74 % de los jueces perciben un aroma ligero, un 2,38 % percibe aroma intenso, 1,79% aroma suave y un 0,60 % percibe un aroma muy intenso para la muestra QG06.

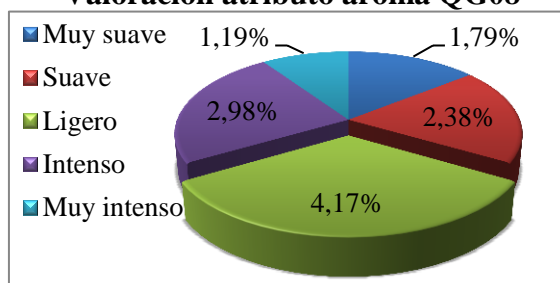
**Figura 4.14g**  
**Valoración atributo aroma QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14g, se puede observar que un 4,76 % de los jueces percibe un aroma ligero, 3,57 % percibe aroma intenso y suave y un 0,60% percibe aroma muy intenso para la muestra QG07.

**Figura 4.14h**  
**Valoración atributo aroma QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.14h, se puede observar que un 4,17 % de los jueces percibe un aroma ligero, 2,98 % percibe aroma intenso, 2,38% aroma suave, 1,79% aroma muy suave y el 1,19% percibe aroma muy intenso para la muestra QG08.

#### 4.2.3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO FIRMEZA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.28, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo firmeza para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda, extraído de la tabla C.3-58 (Anexo C).

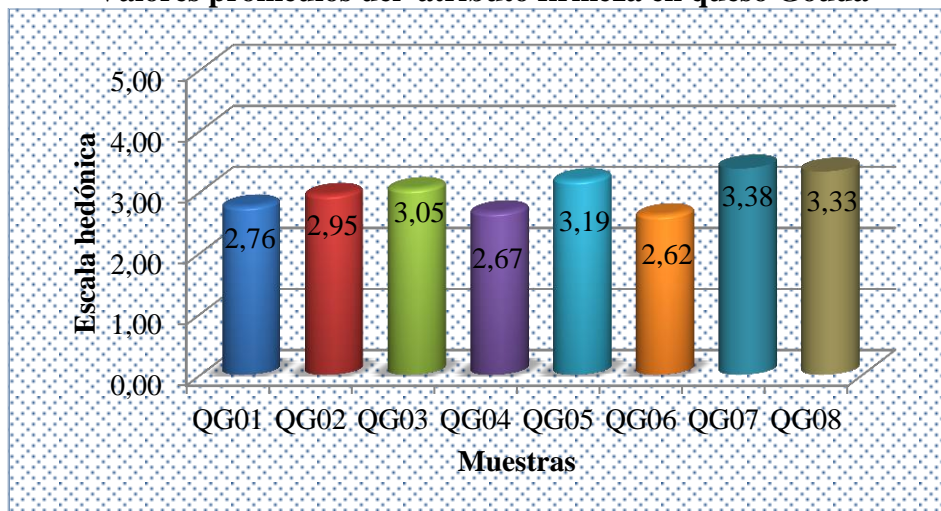
**Tabla 4.28**  
Evaluación sensorial del atributo firmeza en queso Gouda

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	4	4	3	3	3	2	3	4
2	3	4	3	2	4	2	3	3
3	2	3	3	2	3	2	4	3
4	2	3	2	2	3	3	4	4
5	2	2	3	3	4	3	3	3
6	2	3	2	2	3	4	4	4
7	2	3	2	2	3	2	3	3
8	3	3	2	2	2	3	3	2
9	5	4	3	3	4	3	4	4
10	3	2	4	3	3	3	4	5
11	3	4	3	3	5	4	2	3
12	3	2	4	3	4	3	3	4
13	3	2	2	2	4	3	4	3
14	1	2	3	1	3	2	4	3
15	2	3	4	3	3	3	3	3
16	3	3	4	4	3	2	4	2
17	4	4	3	4	3	2	3	3
18	3	3	4	4	2	3	2	3
19	4	4	4	4	3	1	4	2
20	1	2	3	2	2	3	4	5
21	3	2	3	2	3	2	3	4
$\bar{X}$	2,76	2,95	3,05	2,67	3,19	2,62	3,38	3,33

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.15, se muestran los valores promedios del atributo firmeza extraídos de la tabla 4.28, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.15**  
**Valores promedios del atributo firmeza en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.15, se puede observar que la muestra QG06 (2,62), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo firmeza seguido de las muestras QG04 (2,95) y QG01 (2,76); en comparación con las muestras QG05, QG02, QG03, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### **4.2.3.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO FIRMEZA EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA**

En la tabla 4.29, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan para el atributo firmeza, extraídos de la tabla C.3- 63 (Anexo C).

**Tabla 4.29**  
**Prueba Duncan del atributo firmeza para queso Gouda**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG07-QG08	0,05	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG07-QG05	0,19	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG07-QG03	0,33	<	1,03	No hay diferencia significativa
QG07-QG02	0,43	<	1,05	No hay diferencia significativa
QG07-QG01	0,62	<	1,07	No hay diferencia significativa
QG07-QG04	0,71	<	1,08	No hay diferencia significativa
QG07-QG06	0,76	<	1,09	No hay diferencia significativa
QG08-QG05	0,14	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG08-QG03	0,28	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG08-QG02	0,38	<	1,03	No hay diferencia significativa
QG08-QG01	0,57	<	1,05	No hay diferencia significativa
QG08-QG04	0,66	<	1,07	No hay diferencia significativa
QG08-QG06	0,71	<	1,08	No hay diferencia significativa
QG05-QG03	0,14	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG05-QG02	0,24	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG05-QG01	0,43	<	1,03	No hay diferencia significativa
QG05-QG04	0,52	<	1,05	No hay diferencia significativa
QG05-QG06	0,57	<	1,07	No hay diferencia significativa
QG03-QG02	0,10	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG03-QG01	0,29	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG03-QG04	0,38	<	1,03	No hay diferencia significativa
QG03-QG06	0,43	<	1,05	No hay diferencia significativa
QG02-QG01	0,19	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG02-QG04	0,28	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG02-QG06	0,33	<	1,03	No hay diferencia significativa
QG01-QG04	0,09	<	0,96	No hay diferencia significativa
QG01-QG06	0,14	<	1,00	No hay diferencia significativa
QG04-QG06	0,05	<	0,96	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.29, se puede observar para los tratamientos: (QG07-QG08); (QG07-QG05); (QG07-QG03); (QG07-QG02); (QG07-QG01); (QG07-QG04); (QG07-QG06); (QG08-QG05); (QG08-QG03); (QG08-QG02); (QG08-QG01); (QG08-QG04); (QG08-QG06); (QG05-QG03); (QG05-QG02); (QG05-QG01); (QG05-QG04); (QG05-QG06); (QG03-QG02); (QG03-QG01); (QG03-QG04); (QG03-QG06); (QG02-QG01); (QG02-QG04); (QG02-QG06); (QG01-QG04); (QG01-QG06); (QG04-QG06), no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin



embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG06 (2,62); como la mejor opción para el atributo firmeza.

#### 4.2.3.4.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO FIRMEZA EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.30, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1.4 (Anexo E).

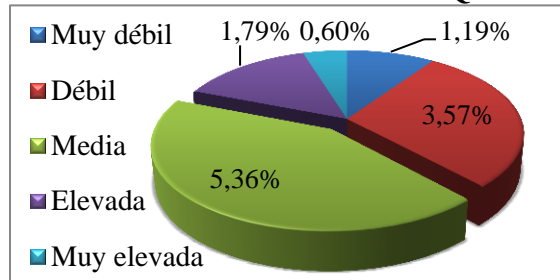
**Tabla 4.30**  
**Valoración atributo firmeza en dosificación de insumos para queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy débil	Débil	Media	Elevada	Muy elevada	
QG01	1,19	3,57	5,36	1,79	0,60	12,50
QG02	0,00	4,17	4,76	3,57	0,00	12,50
QG03	0,00	2,98	5,95	3,57	0,00	12,50
QG04	0,60	5,36	4,17	2,38	0,00	12,50
QG05	0,00	1,79	7,14	2,98	0,60	12,50
QG06	0,60	4,76	5,95	1,19	0,00	12,50
QG07	0,00	1,19	5,3	5,95	0,00	12,50
QG08	0,00	1,79	5,95	3,57	1,19	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 16a, figura 16b, figura 16c, figura 16d, figura 16e, figura 16f, figura 16g, figura 16h, se muestran los valores porcentuales del atributo firmeza percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.

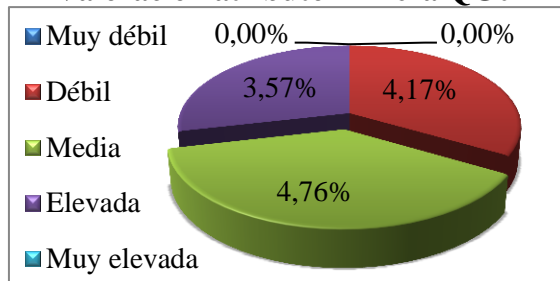
**Figura 4.16a**  
**Valoración atributo firmeza QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16a, se puede observar que 5,36 % de los jueces perciben firmeza media, 3,57% débil, 1,79% elevada, 1,19% muy débil y 0,60% firmeza muy elevada para la muestra QG01.

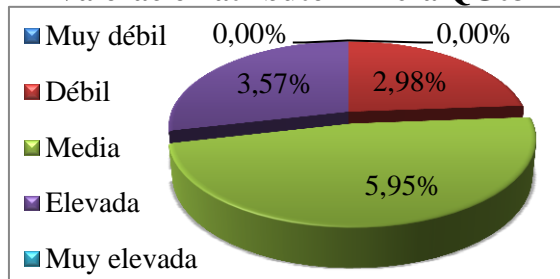
**Figura 4.16b**  
**Valoración atributo firmeza QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16b, se puede observar que 4,76 % de los jueces perciben una firmeza media, 4,17 % débil y 3,57 % firmeza elevada para la muestra QG02.

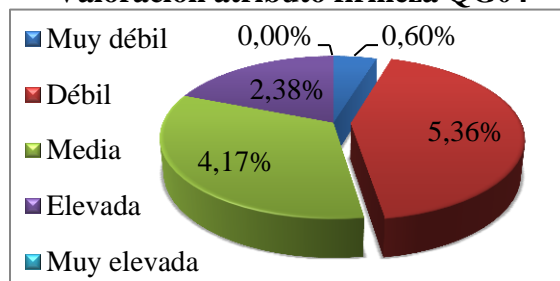
**Figura 4.16c**  
**Valoración atributo firmeza QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16c, se puede observar que 5,95 % de los jueces percibe firmeza media, 3,57 % elevada y 2,98% firmeza débil para la muestra QG03.

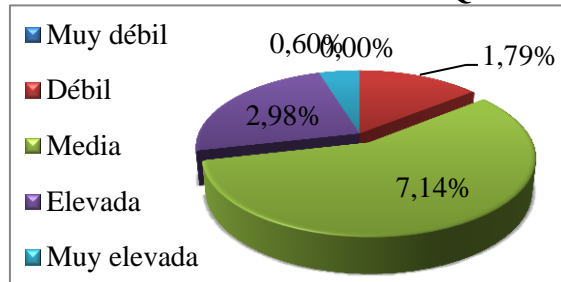
**Figura 4.16d**  
**Valoración atributo firmeza QG04**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16d, se puede observar que un 5,36% de los jueces perciben firmeza débil, 4,17% firmeza media, 2,38% elevada y 0,60% firmeza muy débil para la muestra QG04.

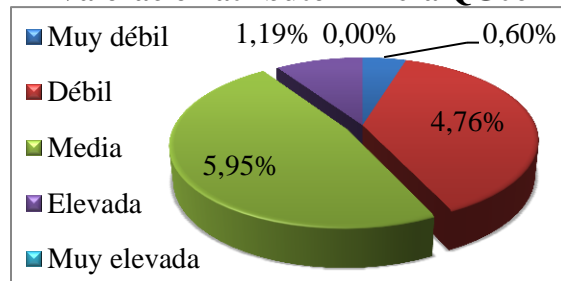
**Figura 4.16e**  
**Valoración atributo firmeza QG05**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16e, se puede observar que un 7,14 % de los jueces perciben firmeza media, 2,98% elevada, 1,79% débil y 0,60% firmeza muy elevada para la muestra QG05.

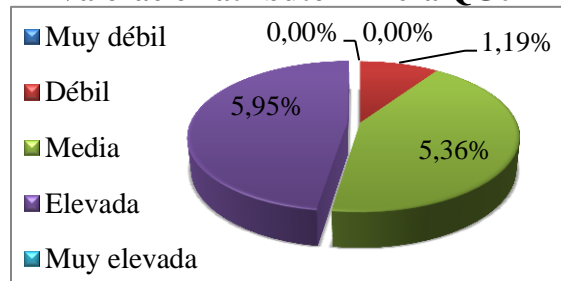
**Figura 4.16f**  
**Valoración atributo firmeza QG06**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16f, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe firmeza media, 4,76% firmeza débil, 1,19% firmeza elevada y 0,60% firmeza muy débil para la muestra QG06.

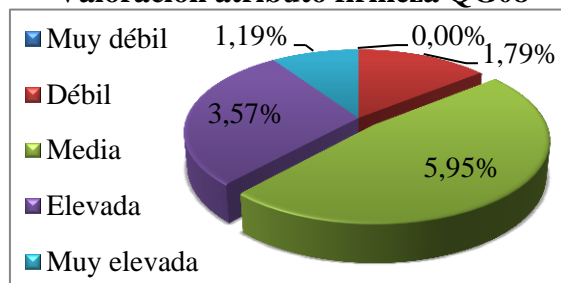
**Figura 4.16g**  
**Valoración atributo firmeza QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16g, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe firmeza elevada, 5,36% firmeza media y 1,19% firmeza débil para la muestra QG07.

**Figura 4.16h**  
**Valoración atributo firmeza QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.16h, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe firmeza media, 3,57% firmeza elevada, 1,19% firmeza muy elevada y 1,79% firmeza débil para la muestra QG08.

#### 4.2.3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.31, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo granulosidad para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda, extraído de la tabla C.3-64 (Anexo C).

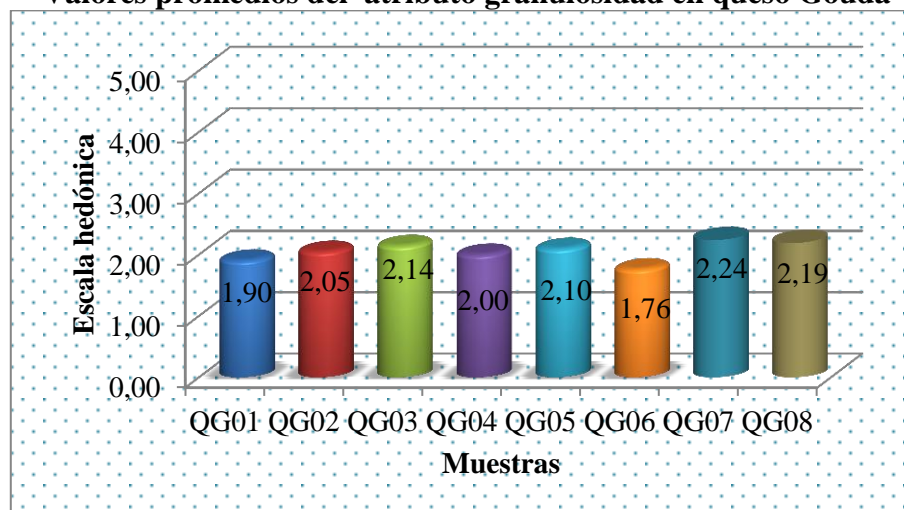
**Tabla 4.31**  
Evaluación sensorial del atributo granulosidad en queso Gouda

Jueces	Muestras							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	3	2	3	2	3	4	3	4
2	3	4	4	1	1	1	1	1
3	1	2	2	1	2	1	2	1
4	3	2	1	2	1	2	1	1
5	1	3	3	1	2	1	2	2
6	2	2	3	3	1	1	1	1
7	1	2	1	1	1	2	3	3
8	2	2	2	2	1	2	2	1
9	3	1	1	2	1	1	2	2
10	2	1	3	1	3	1	1	2
11	4	4	4	4	4	3	5	3
12	1	1	2	1	1	2	2	4
13	2	3	2	2	4	3	4	3
14	1	1	1	1	2	1	2	2
15	1	2	3	3	1	1	1	1
16	3	3	3	3	2	1	2	1
17	1	2	1	3	2	1	2	1
18	1	2	1	1	3	3	4	4
19	2	1	1	2	2	1	3	1
20	1	2	3	4	4	3	3	4
21	2	1	1	2	3	2	1	4
$\bar{X}$	1,90	2,05	2,14	2,00	2,10	1,76	2,24	2,19

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.17, se muestran los valores promedios del atributo granulosidad extraídos de la tabla 4.31, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.17**  
**Valores promedios del atributo granulosidad en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.17, se puede observar que la muestra QG06 (1,76), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo granulosidad seguido de las muestras QG01 (1,95) y QG04 (2,00); en comparación con las muestras QG07, QG02, QG03, QG05 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.3.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.32, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.3-66 (Anexo C).

**Tabla 4.32**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo granulosidad en queso Gouda**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	179,62	167,00			
Muestras (A)	3,62	7,00	0,52	0,65	2,77
Jueces (B)	64,87	20,00	3,24	4,09	2,01
Error	111,13	140,00	0,79		

**Fuente:** elaboración propia

En la tabla 4.32, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,65 < 2,77$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay

evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser tomada en cuenta, sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG06 (1,76), como la mejor opción para el atributo granulosidad.

#### 4.2.3.5.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.33, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1-5 (Anexo E).

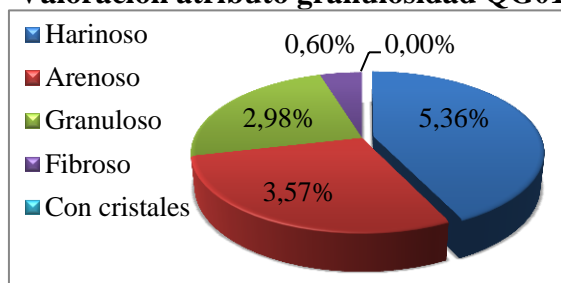
**Tabla 4.33**  
**Valoración atributo granulosidad en dosificación de insumos para queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Harinoso	Arenoso	Granuloso	Fibroso	Con cristales	
QG01	5,36	3,57	2,98	0,60	0,00	12,50
QG02	3,57	5,95	1,79	1,19	0,00	12,50
QG03	4,76	2,38	4,17	1,19	0,00	12,50
QG04	4,76	4,17	2,38	1,19	0,00	12,50
QG05	4,76	3,57	2,38	1,79	0,00	12,50
QG06	6,55	2,98	2,38	0,60	0,00	12,50
QG07	3,57	4,76	2,38	1,19	0,60	12,50
QG08	5,36	2,38	1,79	2,98	0,00	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 18a, figura 18b, figura 18c, figura 18d, figura 18e, figura 18f, figura 18g, figura 18h, se muestran los valores porcentuales del atributo granulosidad percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.

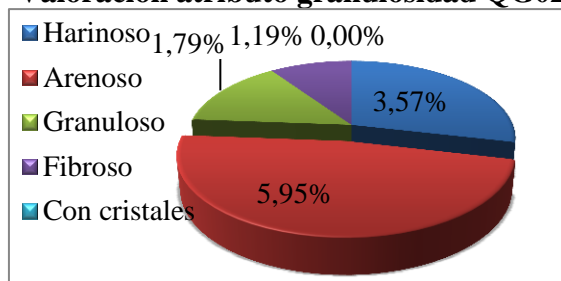
**Figura 4.18a**  
**Valoración atributo granulosidad QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18a, se puede observar que 5,36% de los jueces perciben granulosidad harinosa, 3,57% granulosidad arenosa, 2,98% granulosidad granuloso, y 0,60 granulosidad fibrosa para la muestra QG01.

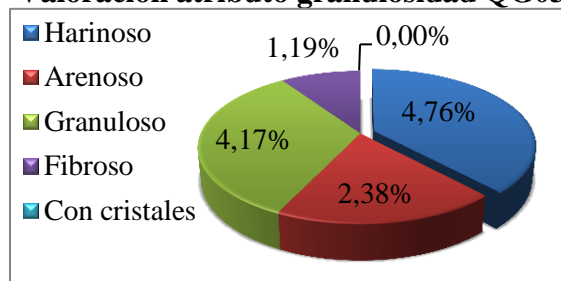
**Figura 4.18b**  
**Valoración atributo granulosidad QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18b, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe granulosidad arenosa, 3,57% granulosidad harinosa, 1,79% granulosidad granulosa, 1,19% fibroso para la muestra QG02.

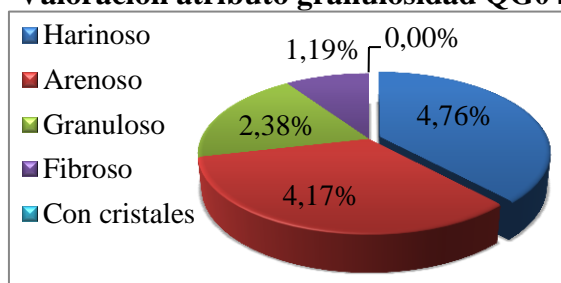
**Figura 4.18c**  
**Valoración atributo granulosidad QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18c, se puede observar que 4,76% de los jueces percibe granulosidad harinosa, 4,17% granulosidad granuloso, 2,38% arenoso y 1,19% granulosidad fibrosa para la muestra QG03.

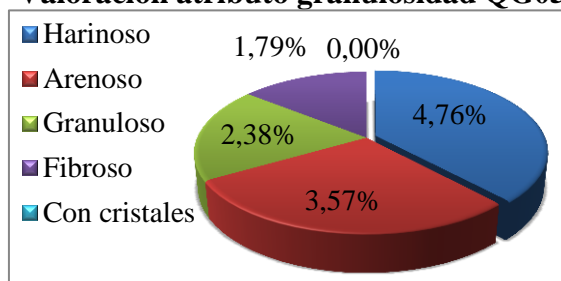
**Figura 4.18d**  
**Valoración atributo granulosidad QG04**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18d, se puede observar que 4,76 % de los jueces perciben granulosidad harinosa, 4,17% arenoso, 2,38% granuloso y 1,19% fibroso para la muestra QG04.

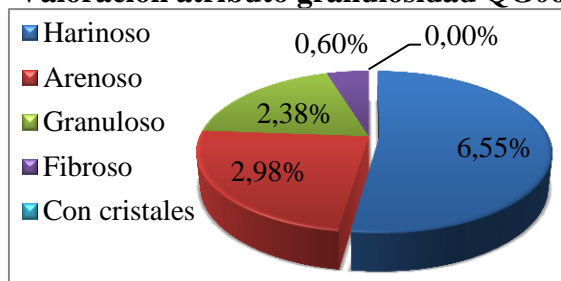
**Figura 4.18e**  
**Valoración atributo granulosidad QG05**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18e, se puede observar que 4,76 % de los jueces percibe granulosidad harinosa, 3,57 % granulosidad arenosa, 2,38% granulosidad granuloso y 1,79% granulosidad fibrosa para la muestra QG05.

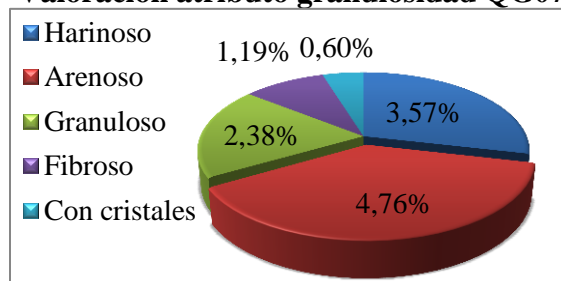
**Figura 4.18f**  
**Valoración atributo granulosidad QG06**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18f, se puede observar que 6,55% de los jueces percibe granulosidad harinosa, 2,98% arenosa, 2,38% granuloso y 0,60% fibroso para la muestra QG06.

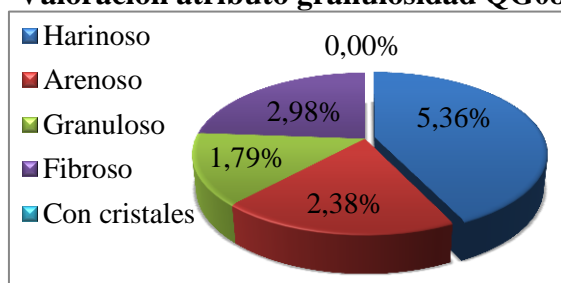
**Figura 4.18g**  
**Valoración atributo granulosidad QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18g, se puede observar que 4,76 % de los jueces percibe granulosidad arenosa, 3,57% harinosa, 2,38 % granuloso, 1,19% fibroso y 0,60% con cristales para la muestra QG07.

**Figura 4.18h**  
**Valoración atributo granulosidad QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.18h, se puede observar que 5,56% de los jueces percibe granulosidad harinosa, 2,98% fibrosa, 2,38% arenosa y 1,79% granuloso para la muestra QG08.



#### 4.2.3.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHERENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.34, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo adherencia para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda, extraído de la tabla C.3-67 (Anexo C).

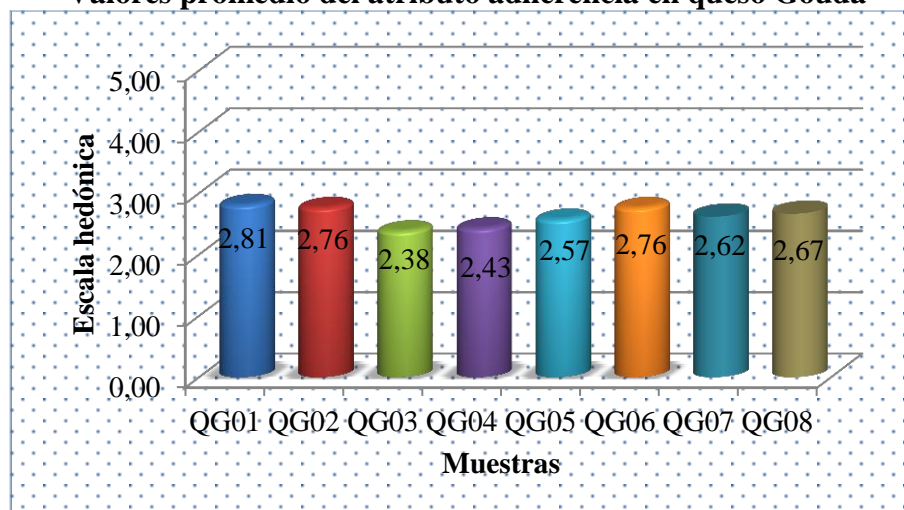
**Tabla 4.34**  
Evaluación sensorial del atributo adherencia en queso gouda

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	2	3	3	3	3	4	3	3
2	2	2	1	1	2	3	2	1
3	2	2	3	2	1	3	1	2
4	3	2	2	3	2	2	1	1
5	2	2	2	3	3	2	2	3
6	3	4	2	2	1	1	2	1
7	1	2	1	2	3	2	3	3
8	4	4	3	4	3	2	2	2
9	4	4	3	3	3	3	4	4
10	3	3	3	1	3	4	2	1
11	3	4	2	2	2	3	5	4
12	3	2	3	1	3	2	3	4
13	4	2	2	3	3	3	3	4
14	2	3	2	3	2	3	3	2
15	4	3	2	3	4	3	3	3
16	3	2	3	3	3	4	3	4
17	3	3	2	2	3	2	3	3
18	3	4	3	3	3	2	2	4
19	2	2	3	2	1	3	2	1
20	3	2	3	2	3	4	2	4
21	3	3	2	3	3	3	4	2
$\bar{X}$	2,81	2,76	2,38	2,43	2,57	2,76	2,62	2,67

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.19, se muestran los valores promedios del atributo adherencia extraídos de la tabla 4.34, de la evaluación sensorial realizada para determinar la dosificación de insumos para queso Gouda.

**Figura 4.19**  
**Valores promedio del atributo adherencia en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.19, se puede observar que la muestra QG03 (2,38), tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo adherencia, seguido de las muestras QG04 (2,43) y QG05 (2,57); en comparación con las muestras QG01, QG02, QG06, QG07 y QG08, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.2.3.6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO ADHERENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.35 se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.3-69 (Anexo C).

**Tabla 4.35**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo adherencia en queso Gouda**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	127,38	167,00			
Muestras (A)	3,66	7,00	0,52	0,86	2,77
Jueces (B)	39,00	20,00	1,95	3,22	2,01
Error	84,71	140,00	0,61		

**Fuente:** elaboración propia

En la tabla 4.35, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,86 < 2,77$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay

evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras pueden ser tomadas en cuenta, sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG03 (2,38), como la mejor opción para el atributo adherencia.

#### 4.2.3.6.2 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO ADHERENCIA EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.36, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1-6 (Anexo E).

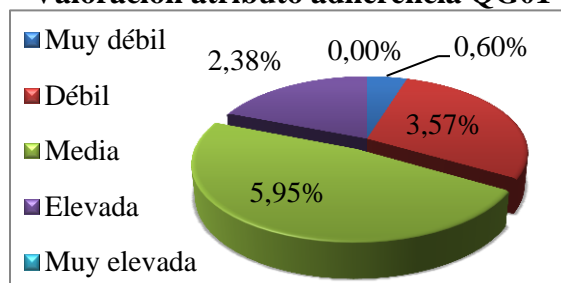
**Tabla 4.36**  
**Valoración atributo adherencia en dosificación de insumos para queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy débil	Débil	Media	Elevada	Muy elevada	
QG01	0,60	3,57	5,95	2,38	0,00	12,50
QG02	0,00	5,95	3,57	2,98	0,00	12,50
QG03	1,19	5,36	5,95	0,00	0,00	12,50
QG04	1,79	4,17	5,95	0,60	0,00	12,50
QG05	1,79	2,38	7,74	0,60	0,00	12,50
QG06	0,60	4,17	5,36	2,38	0,00	12,50
QG07	1,19	4,76	4,76	1,19	0,60	12,50
QG08	2,98	2,38	2,98	4,17	0,00	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 20a, figura 20b, figura 20c, figura 20d, figura 20e, figura 20f, figura 20g, figura 20h, se muestran los valores porcentuales del atributo adherencia percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.

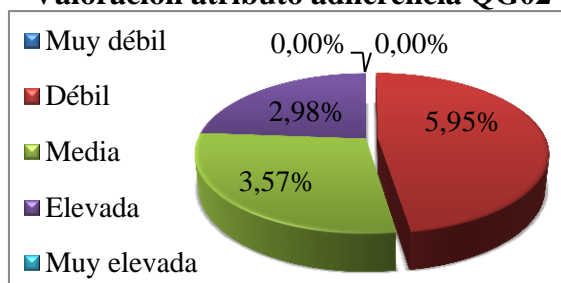
**Figura 4.20a**  
**Valoración atributo adherencia QG01**



En la figura 4.20a, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe adherencia media, 3,57% débil, 2,38% elevada y 0,60% muy débil para la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

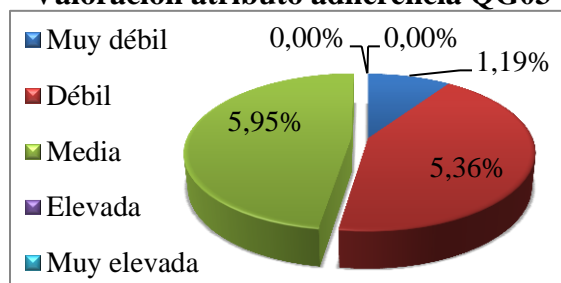
**Figura 4.20b**  
**Valoración atributo adherencia QG02**



En la figura 4.20b, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe adherencia débil, 3,57% media, y 2,98% elevada para la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

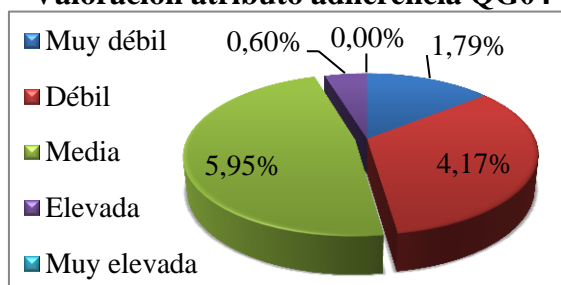
**Figura 4.20c**  
**Valoración atributo adherencia QG03**



En la figura 4.20c, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe adherencia media, 5,36% débil y 1,19% muy débil para la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

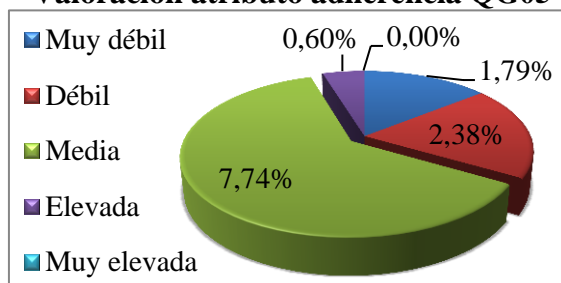
**Figura 4.20d**  
**Valoración atributo adherencia QG04**



En la figura 4.20d, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe adherencia media, 4,17% débil, 1,794% muy débil y 0,60% elevada para la muestra QG04.

**Fuente:** Elaboración propia

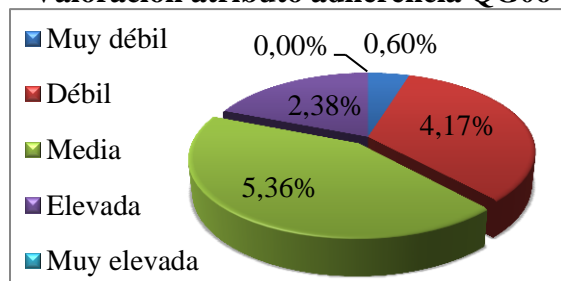
**Figura 4.20e**  
**Valoración atributo adherencia QG05**



En la figura 4.20e, se puede observar que 7,74% de los jueces percibe adherencia media, 2,38% débil, 1,79% muy débil y 0,60% elevada para la muestra QG05.

**Fuente:** Elaboración propia

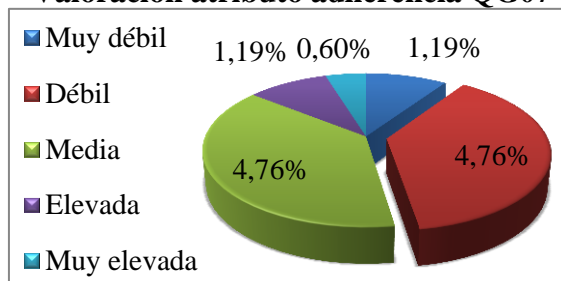
**Figura 4.20f**  
**Valoración atributo adherencia QG06**



En la figura 4.20f, se puede observar que 5,36% de los jueces percibe adherencia media, 4,17% débil, 2,38% elevada y 0,60% muy débil para la muestra QG06.

**Fuente:** Elaboración propia

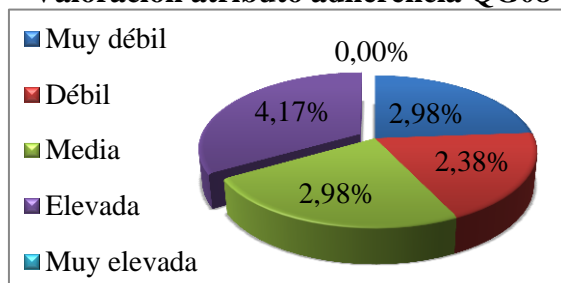
**Figura 4.20g**  
**Valoración atributo adherencia QG07**



En la figura 4.20g, se puede observar que 4,76% de los jueces aprecia adherencia media y débil, 1,19% muy débil y elevada, 0,60% muy elevada para la muestra QG07.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.20h**  
**Valoración atributo adherencia QG08**



En la figura 4.20h, se puede observar que 4,17 % de los jueces percibe adherencia elevada, 2,98% media y muy débil y 2,38% débil para la muestra QG08.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO ACIDEZ EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.37, se muestran los resultados de la evaluación sensorial para el atributo acidez en queso Gouda, extraído de la tabla C.3-70 (Anexo C).

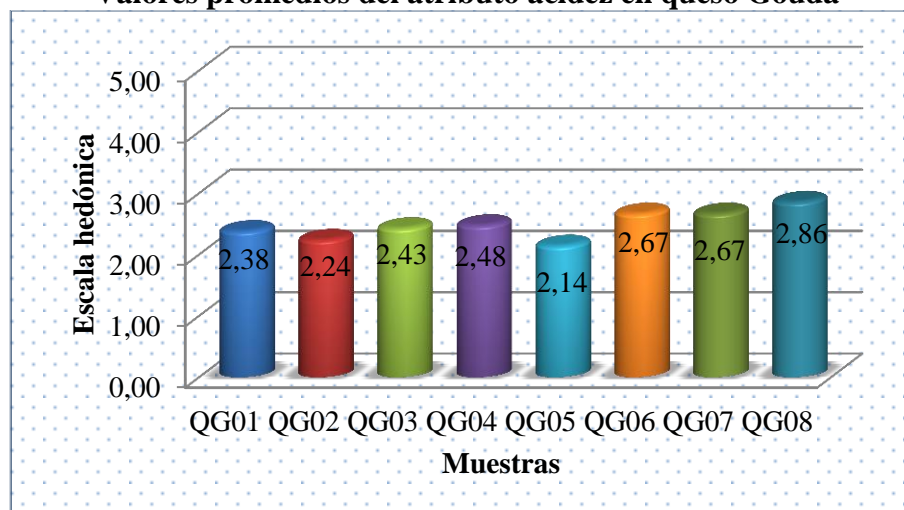
**Tabla 4.37**  
**Evaluación sensorial del atributo acidez en queso Gouda**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)							
	QG01	QG02	QG03	QG04	QG05	QG06	QG07	QG08
1	2	2	2	2	3	3	2	2
2	2	2	3	3	3	4	4	4
3	2	2	2	3	2	2	3	2
4	3	2	3	4	1	2	2	1
5	3	3	2	2	2	2	2	3
6	4	3	2	2	2	2	3	4
7	1	2	3	2	2	3	2	2
8	4	3	2	3	1	2	1	2
9	3	2	4	2	2	2	3	3
10	3	4	5	2	3	2	2	1
11	4	3	2	2	1	4	3	2
12	3	2	4	4	2	3	4	5
13	1	2	1	2	2	3	2	2
14	2	1	1	2	2	3	3	2
15	1	2	1	2	2	2	3	3
16	2	2	3	3	2	3	2	2
17	2	2	1	2	3	3	4	4
18	2	2	2	2	3	2	2	5
19	2	2	3	2	2	4	3	2
20	2	2	3	4	2	3	2	4
21	2	2	2	2	3	2	4	5
$\bar{X}$	2,38	2,24	2,43	2,48	2,14	2,67	2,67	2,86

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.21, se muestran los valores promedios de la evaluación sensorial realizada para el atributo acidez en la determinación de dosificación de insumos para queso Gouda, extraídos de la tabla 4.37.

**Figura 4.21**  
**Valores promedios del atributo acidez en queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.21, se puede observar que la muestra QG08 (2,86), tiene mayor acidez percibida por los jueces, seguido de las muestras QG06 (2,67) y QG07 (2,67); en comparación con las muestras QG01, QG02, QG03, QG04 y QG08 que presentan una acidez más baja, en escala hedónica de 5 puntos.

#### **4.2.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO ACIDEZ EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA**

En la tabla 4.38 se muestran los resultados del análisis de varianza para el atributo acidez, extraídos de la tabla C.3-72 (Anexo C).

**Tabla 4.38**  
**Cuadro de análisis de varianza del atributo acidez en queso Gouda**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	133,95	167,00			
Muestras (A)	8,33	7,00	1,19	1,61	2,78
Jueces (B)	22,07	20,00	1,10	1,49	2,02
Error	103,55	140,00	0,74		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.38, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,61 < 2,78$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay

evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser tomada en cuenta. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG05 (2,14) y QG08 (2,86); como la mejor opción para el atributo acidez.

#### 4.2.4.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO ACIDEZ EN DOSIFICACIÓN DE INSUMOS PARA QUESO GOUDA

En la tabla 4.39, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.1-7 (Anexo E).

**Tabla 4.39**  
**Valoración atributo acidez en dosificación de insumos para queso Gouda**

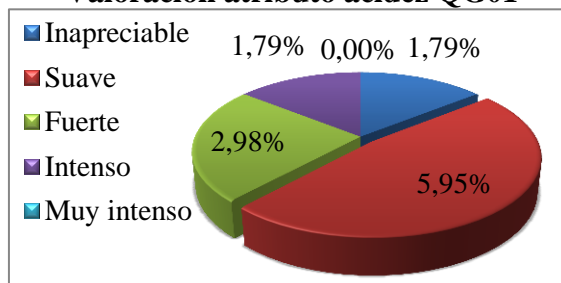
Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Inapreciable	Suave	Fuerte	Intenso	Muy intenso	
QG01	1,79	5,95	2,98	1,79	0,00	12,50
QG02	0,60	8,93	2,38	0,60	0,00	12,50
QG03	2,38	4,76	3,57	1,19	0,60	12,50
QG04	0,00	8,33	2,38	1,79	0,00	12,50
QG05	1,79	7,14	3,57	0,00	0,00	12,50
QG06	0,00	5,95	4,76	1,79	0,00	12,50
QG07	0,60	5,36	4,17	2,38	0,00	12,50
QG08	1,19	5,36	1,79	2,38	1,79	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 22a, figura 22b, figura 22c, figura 22d, figura 22e, figura 22f, figura 22g, figura 22h, se muestran los valores porcentuales del atributo aroma percibido por los jueces para cada muestra. Según la variación en porcentaje de cultivo, cuajo y temperatura de coagulación.



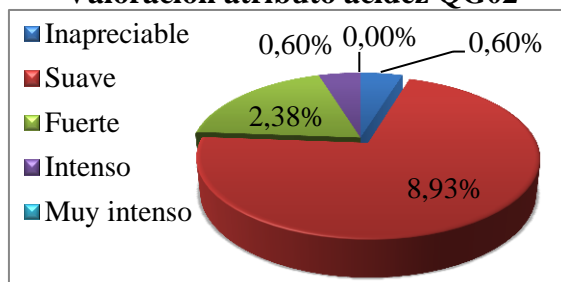
**Figura 4.22a**  
**Valoración atributo acidez QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.22a, se puede observar que 5,95% de los jurados percibe acidez suave, 2,98% fuerte, 1,79% intensa e inapreciable para la muestra QG01.

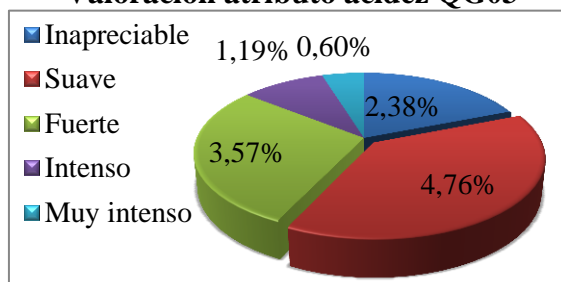
**Figura 4.22b**  
**Valoración atributo acidez QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.22b, se puede observar que 8,93% de los jueces aprecia acidez suave, 2,38% fuerte, 0,60% intenso e inapreciable para la muestra QG02.

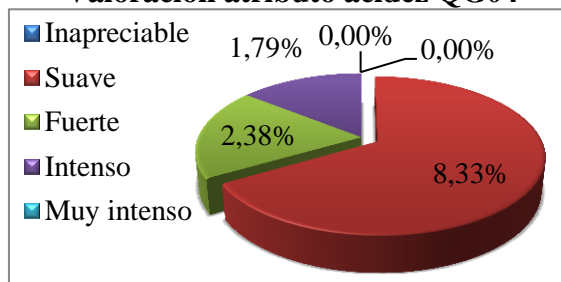
**Figura 4.22c**  
**Valoración atributo acidez QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.22c, se puede observar que 4,76% de los jueces aprecia acidez suave, 3,57% fuerte, 2,38% inapreciable, 1,19% intenso, y 0,60% muy intenso para la muestra QG03.

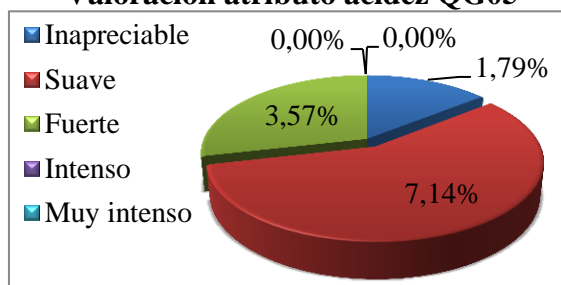
**Figura 4.22d**  
**Valoración atributo acidez QG04**



**Fuente:** Elaboración propia

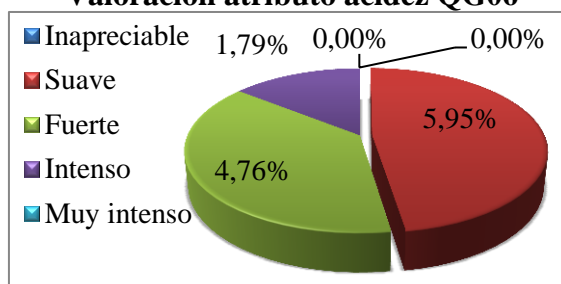
En la figura 4.22d, se puede observar que 8,33% de los jueces percibe acidez suave, 2,38% fuerte y 1,79% intenso para la muestra QG04.

**Figura 4.22e**  
**Valoración atributo acidez QG05**



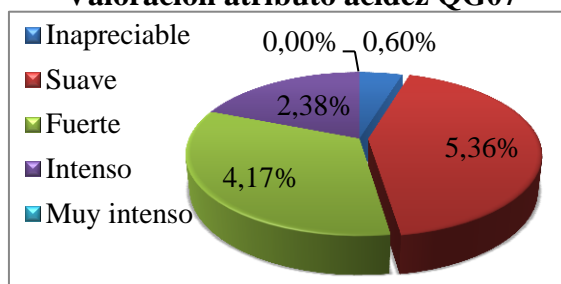
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.22f**  
**Valoración atributo acidez QG06**



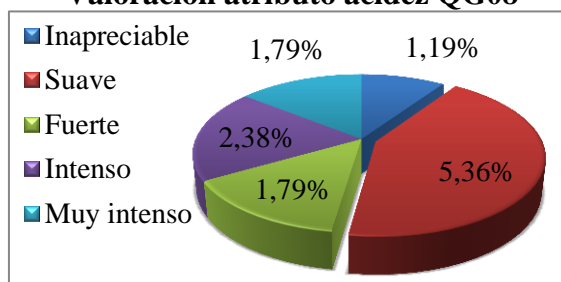
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.22g**  
**Valoración atributo acidez QG07**



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.22h**  
**Valoración atributo acidez QG08**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.22e, se puede observar que 7,14% de los jueces percibe acidez suave, 3,57% fuerte, 1,79% inapreciable para la muestra QG05.

En la figura 4.22f, se puede observar que 5,95% de los jueces percibe acidez suave, 4,76% fuerte y 1,79% intenso para la muestra QG06.

En la figura 4.22g, se puede observar que 5,36% de los jueces percibe acidez suave, 4,17% fuerte, 2,38% intenso y 0,60% inapreciable para la muestra QG07.

En la figura 4.22h, se puede observar que 5,36% de los jueces percibe acidez suave, 2,38% intenso, 1,79% muy intenso/fuerte y 1,19% inapreciable para la muestra QG08.

Las muestras QG05, Q06 y Q08 fueron elegidas para la dosificación en la caracterización de atributos para el producto final por obtener los valores para los atributos: textura QG05 (3,38); QG06 (3,86); QG08 (3,52); sabor QG05 (4,43), QG06 (4,14), QG08 (4,00); aroma QG05 (3,52), QG06 (3,14), QG08 (2,95); firmeza QG05 (3,19), QG06 (2,62), QG08 (3,33); granulosis QG05 (2,10), QG06 (1,76), QG08 (2,19) y adherencia QG05 (2,57), QG06 (2,76), QG08 (2,67), así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: textura, sabor y firmeza,  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa, sin embargo para los tributos aroma, granulosis y adherencia  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

#### 4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN DEL QUESO GOUDA

En la tabla 4.40, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de coagulación para la obtención de queso Gouda, el diseño experimental que se aplicó corresponde al tipo  $2^3$  donde se consideró como variable respuesta la acidez expresado como de ácido láctico.

**Tabla 4.40**  
**Matriz de resultados de la variable respuesta acidez (ácido láctico)**

Combinaciones	Factores			Réplica I	Réplica II	Y <sub>i</sub>
	Ci	Cu	T			
(1)	-	-	-	0,72	0,63	1,35
Ci	+	-	-	0,63	0,63	1,26
Cu	-	+	-	0,54	0,54	1,08
CiCu	+	+	-	0,63	0,63	1,26
T	-	-	+	0,72	0,72	1,44
CiT	+	-	+	0,63	0,72	1,35
CuT	-	+	+	0,81	0,63	1,44
CiCuT	+	+	+	0,63	0,72	1,35

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.41, se muestra los resultados del análisis de varianza, para el diseño  $2^3$  para la variable respuesta acidez (ácido láctico), extraídos de la tabla D.2-6 (Anexo D).

**Tabla 4.41**  
**Cuadro análisis de varianza para los factores del proceso de coagulación de queso Gouda**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
SS(total)	0,076	15			
SS(Ci)	0,001	1	0,001	0,123	11,26
SS(Cu)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(T)	0,025	1	0,025	6,031	11,26
SS(CiCu)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CiT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CuT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
SS(CiCuT)	0,005	1	0,005	1,108	11,26
Error	0,033	8	0,004		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.41; se puede observar que para las variables: cultivo (Ci); cuajo (Cu); temperatura de coagulación (T); y las interacciones; (CiCu); (CiT); (CuTe); (CiCuT); no existe evidencia significativa para  $p < 0,01$ . Por lo tanto, ninguna de las variables incide en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico) durante el proceso de coagulación. Así mismo en comparación el análisis estadístico para el atributo acidez se tiene  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa.

#### **4.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

Para la caracterización de los atributos sensoriales en la determinación de producto final se realizó evaluación sensorial con tres muestras, más representativa en cuanto a los atributos: sabor, textura y acidez que fueron elegidas de la evaluación sensorial realizada en la dosificación de insumos para queso Gouda. Para dicha evaluación sensorial se utilizó 20 jueces no entrenados donde se consideró los atributos: textura, sabor, aroma, firmeza, granulosis y adherencia.

#### 4.4.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.42, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-73 (Anexo C).

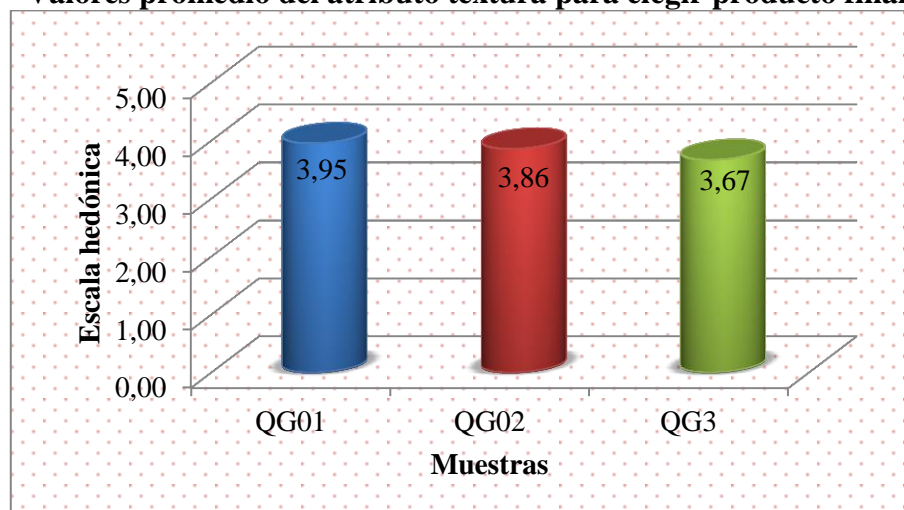
**Tabla 4.42**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	4	4	2
2	4	4	5
3	4	4	4
4	3	3	3
5	4	5	4
6	4	4	5
7	4	4	4
8	3	3	3
9	3	5	4
10	4	4	4
11	4	4	2
12	5	3	3
13	4	4	4
14	5	3	4
15	5	4	4
16	5	4	4
17	4	4	4
18	3	3	4
19	5	5	4
20	3	3	3
21	3	4	3
$\bar{X}$	3,95	3,86	3,67

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.23, se muestran los valores promedios del atributo textura extraídos de la tabla 4.42, de la evaluación sensorial realizada para determinar producto final de queso Gouda.

**Figura 4.23**  
**Valores promedio del atributo textura para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.23, se puede observar que la muestra QG01 (3,95), es la más blanda seguida de la muestra QG02 y QG05 con una textura semiblanda, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR DE PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.43, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.4-75 (Anexo C).

**Tabla 4.43**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo textura para elegir producto final**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	33,08	62,00			
Muestras (A)	0,89	2,00	0,44	1,08	5,18
Jueces (B)	15,75	20,00	0,79	1,92	2,37
Error	16,44	40,00	0,41		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.43, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,08 < 5,18$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo textura para producto final.

#### 4.4.1.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.44, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-8 (Anexo E).

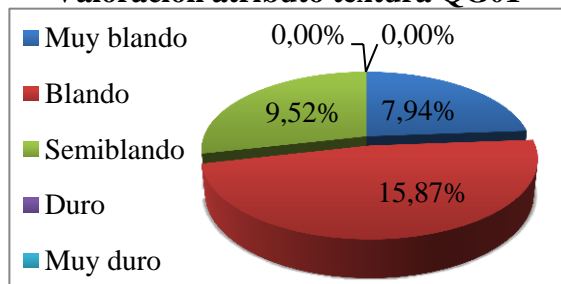
**Tabla 4.44**  
**Valoración del atributo textura para elegir producto final de queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy blando	Blando	Semi-blando	Duro	Muy duro	
QG01	7,94	15,87	9,52	0,00	0,00	33,33
QG02	4,76	19,05	9,52	0,00	0,00	33,33
QG03	3,17	19,05	7,94	3,17	0,00	33,33
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 24a, figura 24b, figura 24c, se muestran los valores porcentuales del atributo textura percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

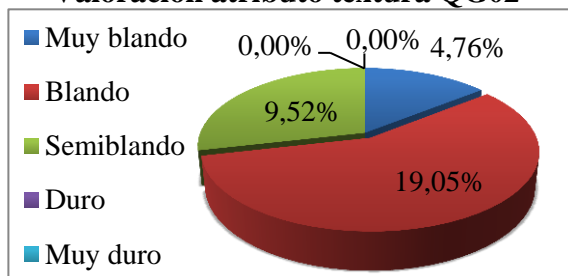
**Figura 4.24a**  
**Valoración atributo textura QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.24a, se puede observar que 15,87% de los jueces percibe textura blanda, 9,52% semiblanda y 7,94% muy blanda para la muestra QG01.

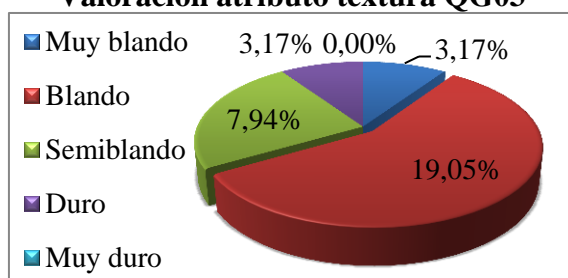
**Figura 4.24b**  
**Valoración atributo textura QG02**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.24b, se puede observar que 19,05% de los jueces percibe textura blanda, 9,52% semiblando, 4,76% muy blanda para la muestra QG02.

**Figura 4.24c**  
**Valoración atributo textura QG03**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.24c, se puede observar que 19,05% de los jueces percibe textura blanda, 7,94% semiblando, 3,17% muy blanda y duro para la muestra QG03.

#### **4.4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

En la tabla 4.45, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-76 (Anexo C)



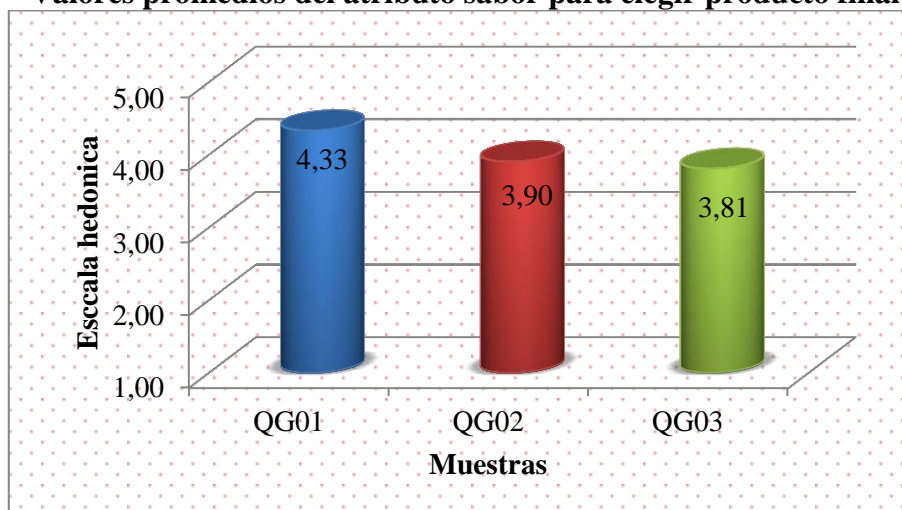
**Tabla 4.45**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	4	2	3
2	5	4	4
3	5	4	5
4	3	5	5
5	5	4	4
6	4	5	4
7	4	3	2
8	4	5	5
9	4	5	4
10	5	3	3
11	5	4	3
12	4	5	4
13	5	4	4
14	5	4	2
15	4	2	3
16	5	4	5
17	4	3	3
18	4	5	4
19	4	5	4
20	4	4	5
21	4	2	4
$\bar{X}$	4,33	3,90	3,81

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.25, se muestran los valores promedios del atributo sabor extraídos de la tabla 4.45, de la evaluación sensorial realizada para determinar producto final de queso Gouda.

**Figura 4.25**  
**Valores promedios del atributo sabor para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.25, se puede observar que la muestra QG01 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo sabor, seguida de la muestra QG02 y finalmente la muestra QG03, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.46, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.4-78 (Anexo C).

**Tabla 4.46**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo sabor para elegir producto final**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	48,98	62,00			
Muestras (A)	3,27	2,00	1,63	2,51	5,18
Jueces (B)	19,65	20,00	0,98	1,51	2,37
Error	26,06	40,00	0,65		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.46, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2,51 < 5,18$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa; por lo tanto cualquiera de las muestras pueden ser

tomada en cuenta, sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo sabor.

#### 4.4.2.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.47, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-9 (Anexo E).

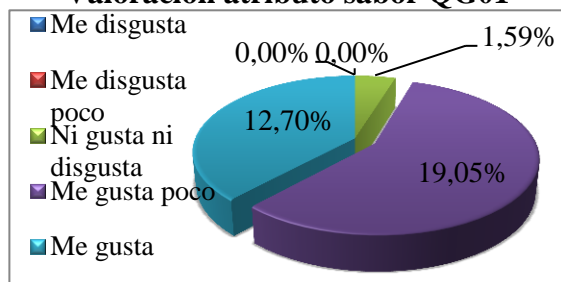
**Tabla 4.47**  
**Valoración atributo sabor en la elección de producto final de queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Me disgusta	Me disgusta poco	Ni gusta ni disgusta	Me gusta poco	Me gusta	
QG01	0,00	0,00	1,59	19,05	12,70	33,33
QG02	0,00	4,76	4,76	12,70	11,11	33,33
QG03	0,00	3,17	7,94	14,29	7,94	33,33
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 26a, figura 26b, figura 26c, se muestran los valores porcentuales del atributo sabor percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

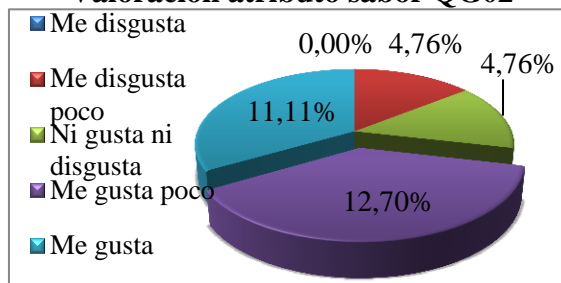
**Figura 4.26a**  
**Valoración atributo sabor QG01**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.26a, se puede observar que 19,05% de los jueces le gusta poco, 12,70% le gusta y 1,59% ni le gusta ni le disgusta el sabor de la muestra QG01.

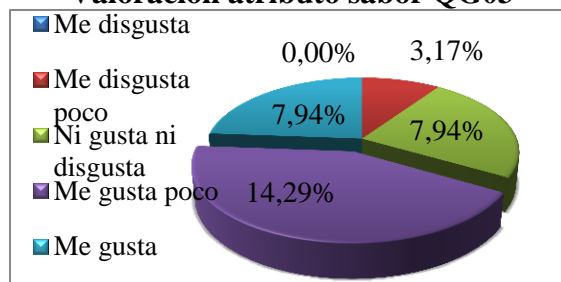
**Figura 4.26b**  
**Valoración atributo sabor QG02**



En la figura 4.26b, se puede observar que 12,70% de los jueces le gusta poco, 11,11% le gusta y 4,16% ni le gusta ni le disgusta y le disgusta el sabor de la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.26c**  
**Valoración atributo sabor QG03**



En la figura 4.26c, se puede observar que 14,29% de los jueces le gusta poco, 7,94% le gusta / ni le gusta ni le disgusta y 3,17% le disgusta el sabor de la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.48, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-79 (Anexo C).

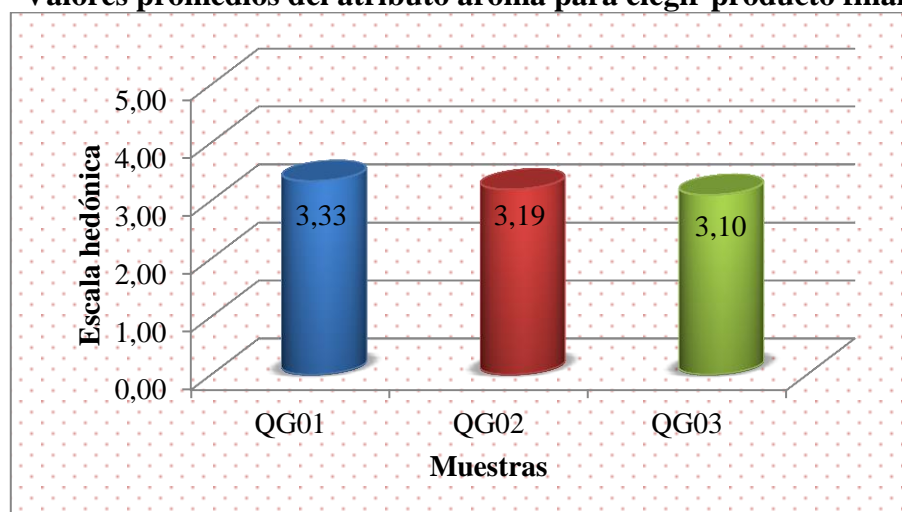
**Tabla 4.48**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	4	3	4
2	4	2	3
3	4	3	2
4	2	3	3
5	1	2	3
6	3	2	2
7	4	4	4
8	3	4	3
9	2	3	3
10	5	4	3
11	3	4	3
12	4	4	3
13	2	3	4
14	4	3	4
15	3	4	4
16	3	2	3
17	3	4	2
18	3	4	3
19	4	3	4
20	5	2	3
21	4	4	2
$\bar{X}$	3,33	3,19	3,10

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.27, se muestran los valores promedios del atributo aroma extraídos de la tabla 4.39, de la evaluación sensorial realizada para elegir producto final de queso Gouda

**Figura 4.27**  
**Valores promedios del atributo aroma para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.27, se puede observar que la muestra QG01 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo aroma, seguida de la muestra QG02 y finalmente la muestra QG03, en escala hedónica de 5 puntos

#### 4.4.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.49, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.4-81 (Anexo C).

**Tabla 4.49**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo aroma para elegir producto final**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	44,32	62,00			
Muestras (A)	0,60	2,00	0,30	0,45	5,18
Jueces (B)	16,98	20,00	0,85	1,27	2,37
Error	26,73	40,00	0,67		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.49, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,45 < 5,18$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 (3,33), como la mejor opción para el atributo aroma.

#### 4.4.3.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.50, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-10 (Anexo E).

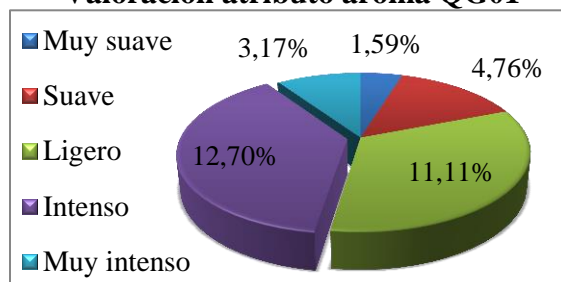
**Tabla 4.50**  
**Valoración del atributo aroma para elegir producto final de queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy suave	Suave	Ligero	Intenso	Muy intenso	
QG01	1,59	4,76	11,11	12,70	3,17	33,33
QG02	0,00	7,94	11,11	14,29	0,00	33,33
QG03	0,00	6,35	17,46	9,52	0,00	33,33
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 28a, figura 28b, figura 28c, se muestran los valores porcentuales del atributo aroma percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

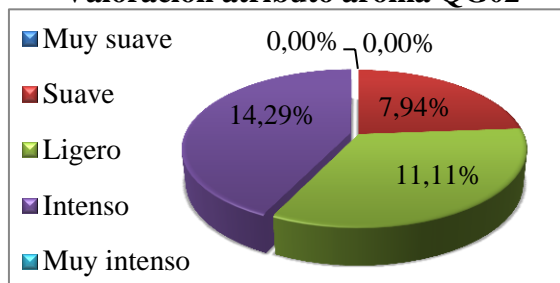
**Figura 4.28a**  
**Valoración atributo aroma QG01**



En la figura 4.28a, se puede observar que 12,70% de los jueces percibe un aroma intenso, 11,11% ligero, 4,76% suave, 3,17% muy intenso y 1,59% muy suave para la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

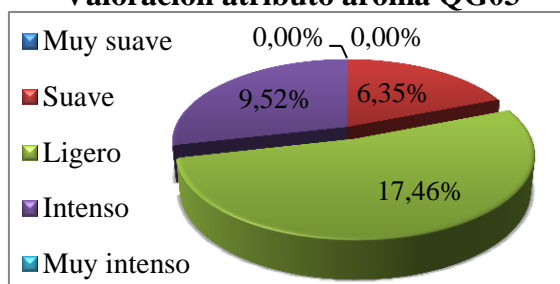
**Figura 4.28b**  
**Valoración atributo aroma QG02**



En la figura 4.28b, se puede observar que 14,29% de los jueces percibe un aroma intenso, 11,11% ligero, y 7,94% suave para la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.28c**  
**Valoración atributo aroma QG03**



En la figura 4.28c, se puede observar que 17,46% de los jueces percibe un aroma ligero, 9,52% intenso, y 6,35% suave para la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO FIRMEZA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

En la tabla 4.51, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo firmeza para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-82 (Anexo C).



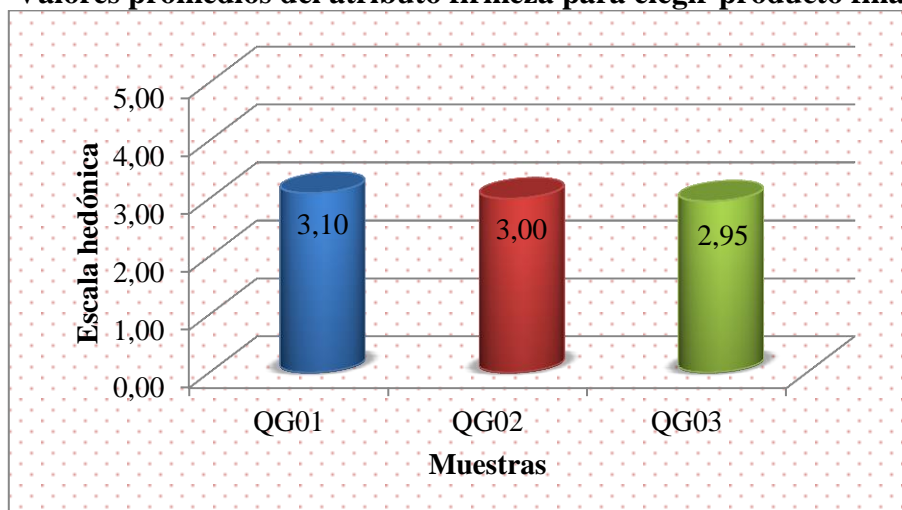
**Tabla 4.51**  
**Evaluación sensorial del atributo firmeza para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	3	4	3
2	3	2	1
3	4	3	3
4	3	3	2
5	4	4	4
6	4	3	2
7	3	2	2
8	4	3	3
9	3	4	4
10	2	3	3
11	3	3	5
12	3	3	3
13	3	2	3
14	2	3	2
15	4	3	3
16	2	3	5
17	4	4	4
18	2	3	2
19	2	2	2
20	4	4	3
21	3	2	3
$\bar{X}$	3,10	3,00	2,95

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.29, se muestran los valores promedios del atributo firmeza extraídos de la tabla 4.51, de la evaluación sensorial realizada para determinar producto final de queso Gouda.

**Figura 4.29**  
**Valores promedios del atributo firmeza para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.29, se puede observar que la muestra QG01 tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo firmeza, seguida de la muestra QG02 y finalmente la muestra QG03, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO FIRMEZA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.52, se muestran los resultados del análisis de la prueba de Duncan, extraído de la tabla C.4-84 (Anexo C).

**Tabla 4.52**  
**Análisis estadístico Duncan del atributo firmeza para elegir producto final**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	42,98	62,00			
Muestras (A)	0,22	2,00	0,11	0,22	5,18
Jueces (B)	22,98	20,00	1,15	2,32	2,37
Error	19,78	40,00	0,49		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.52, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,22 < 5,18$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta. Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo firmeza.

#### 4.4.4.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO FIRMEZA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.53, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-11 (Anexo E).

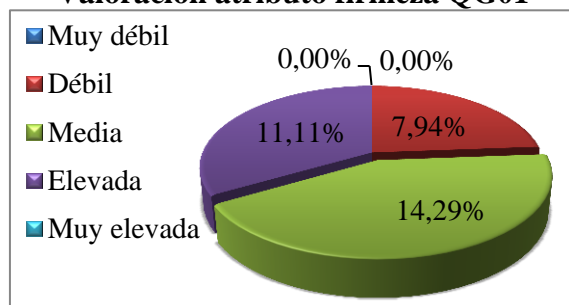
**Tabla 4.53**  
**Valoración del atributo firmeza para elegir producto final de queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy débil	Débil	Media	Elevada	Muy elevada	
QG01	0,00	7,94	14,29	11,11	0,00	33,33
QG02	0,00	7,94	17,46	7,94	0,00	33,33
QG03	1,59	9,52	14,29	4,76	3,17	33,33
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 30a, figura 30b, figura 30c, se muestran los valores porcentuales del atributo firmeza percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

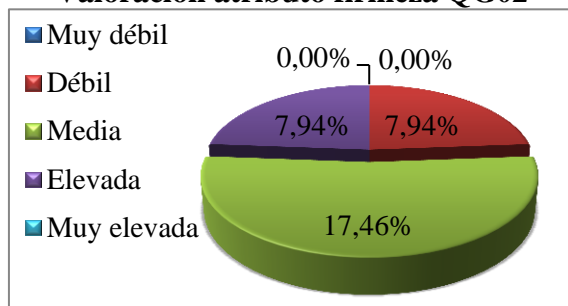
**Figura 4.30a**  
**Valoración atributo firmeza QG01**



En la figura 4.30a, se puede observar que 14,29% de los jueces percibe una firmeza media, 11,11% elevada y 7,94% débil para la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

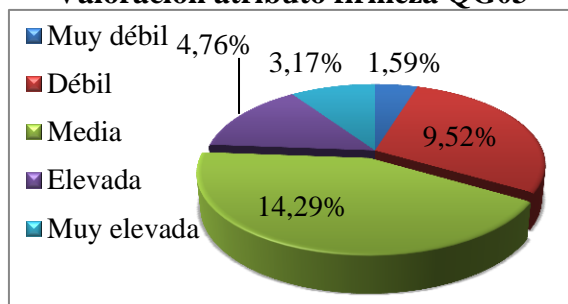
**Figura 4.30b**  
**Valoración atributo firmeza QG02**



En la figura 4.30b, se puede observar que 17,46% de los jueces percibe una firmeza media, 7,94% elevada y débil para la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.30c**  
**Valoración atributo firmeza QG03**



En la figura 4.30c, se puede observar que 14,29% de los jueces percibe una firmeza media, 9,52% débil para la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

En la tabla 4.54, se muestran los resultados de la evaluación sensorial del atributo granulosidad para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-85 (Anexo C).

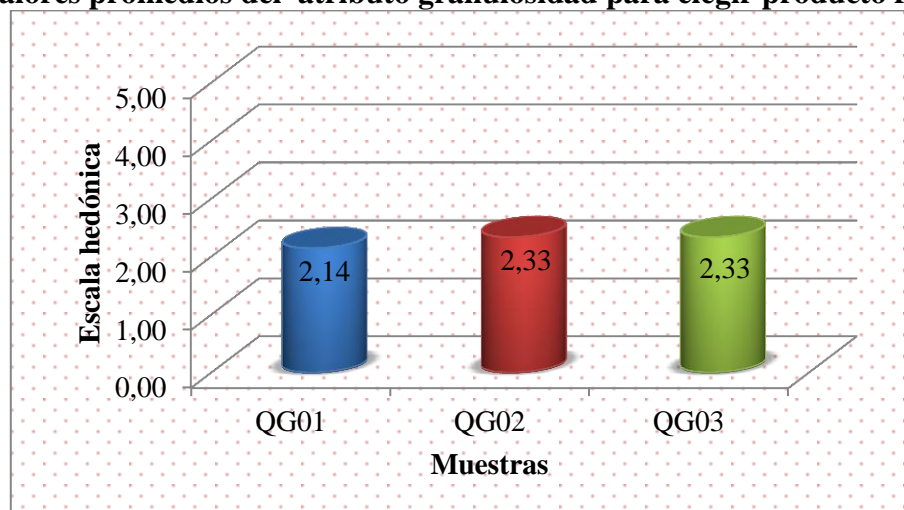
**Tabla 4.54**  
**Evaluación sensorial del atributo granulosidad para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	1	3	4
2	2	1	3
3	2	2	2
4	1	1	1
5	2	2	2
6	3	2	1
7	2	2	1
8	1	2	3
9	1	3	2
10	1	2	1
11	2	3	4
12	3	4	4
13	3	4	4
14	3	3	2
15	1	3	4
16	3	2	3
17	1	1	1
18	3	3	2
19	3	2	3
20	3	2	1
21	4	2	1
$\bar{X}$	2,14	2,33	2,33

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.31, se muestran los valores promedios del atributo granulosidad extraídos de la tabla 4.54, de la evaluación sensorial realizada para determinar producto final de queso Gouda.

**Figura 4.31**  
**Valores promedios del atributo granulosidad para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.20, se puede observar que la muestra QG01 tiene menor granulosidad por lo que tiene mayor aceptación por los jueces para el atributo granulosidad, seguida de la muestra QG02 y QG03, en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.55, se muestran los resultados del análisis de varianza, extraídos de la tabla C.4-86 (Anexo C).

**Tabla 4.55**  
**Cuadro análisis de varianza del atributo granulosidad para elegir producto final**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total (T)	62,41	62,00			
Muestras (A)	0,51	2,00	0,25	0,33	5,18
Jueces (B)	31,08	20,00	1,55	2,02	2,37
Error	30,83	40,00	0,77		

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.55, se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,33 < 5,18$ ) para los tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada para  $p < 0,01$  y se puede decir que no hay evidencia estadística significativa. Por lo tanto cualquiera de las muestras puede ser

tomada en cuenta, sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 como la mejor opción para el atributo granulosidad.

#### 4.4.5.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO GRANULOSIDAD PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.56, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-12 (Anexo E).

**Tabla 4.56**

**Valoración del atributo granulosidad para elegir producto final de queso Gouda**

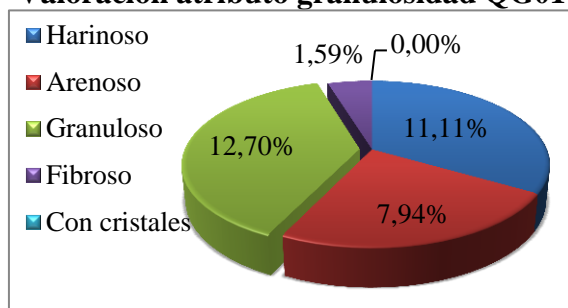
Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Harinoso	Arenoso	Granuloso	Fibroso	Con cristales	
QG01	11,11	7,94	12,70	1,59	0,00	12,50
QG02	4,76	15,87	9,52	3,17	0,00	12,50
QG03	11,11	7,94	6,35	7,94	0,0	12,50
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 32a, figura 32b, figura 32c, se muestran los valores porcentuales del atributo aroma percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

**Figura 4.32a**

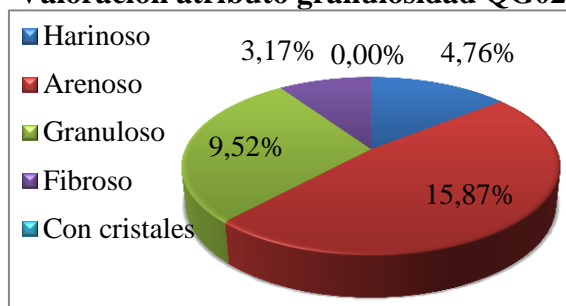
**Valoración atributo granulosidad QG01**



En la figura 4.32a, se puede observar que 12,70% de los jueces percibe granuloso, 11,11% harinoso, 7,94% arenoso para la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

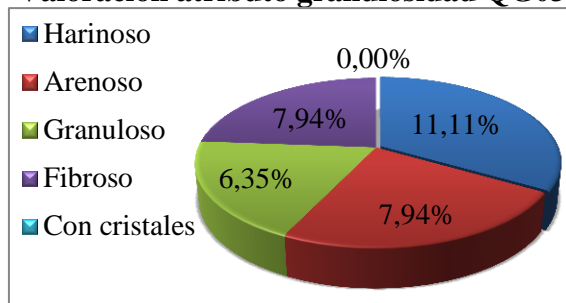
**Figura 4.32b**  
**Valoración atributo granulosis QG02**



En la figura 4.32b, se puede observar que 15,87% de los jueces percibe arenosidad, 9,52% granuloso, 4,76% harinoso, 3,17% fibroso para la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.32c**  
**Valoración atributo granulosis QG03**



En la figura 4.32c, se puede observar que 11,11% de los jueces percibe harinoso, 7,94% fibroso y arenoso, 6,35% granuloso para la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO ADHERENCIA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

En la tabla 4.57, se muestran los resultados de la evaluación sensorial Del atributo adherencia para elegir producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-88 (Anexo C.4)



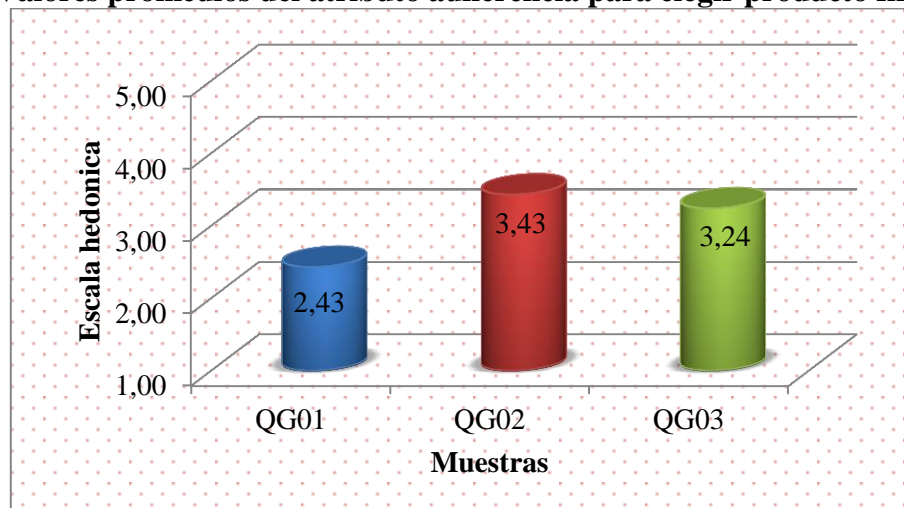
**Tabla 4.57**  
**Evaluación sensorial del atributo adherencia para elegir producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica)		
	QG01	QG02	QG03
1	2	3	3
2	1	2	3
3	3	4	3
4	2	3	3
5	3	4	4
6	2	2	5
7	3	2	2
8	1	2	2
9	2	5	4
10	3	2	2
11	2	4	3
12	4	5	4
13	3	4	4
14	3	5	4
15	2	2	3
16	2	4	3
17	2	4	4
18	2	3	4
19	2	4	2
20	3	4	3
21	4	4	3
$\bar{X}$	2,43	3,43	3,24

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.33, se muestran los valores promedios del atributo adherencia extraídos de la tabla 4.57, de la evaluación sensorial realizada para determinar producto final de queso Gouda.

**Figura 4.33**  
**Valores promedios del atributo adherencia para elegir producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.33, se puede observar que la muestra QG01 (2,43) es la que tiene menor adherencia por lo tanto mayor aceptación por los jueces seguido de la muestra QG03 (3,24) y finalmente la muestras QGO2 (3,43) en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.4.6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO ADHERENCIA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.58, se muestran los resultados del análisis de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.4-98 (Anexo C.4).

**Tabla 4.58**  
**Análisis estadístico Duncan del atributo Adherencia para elegir producto final**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG02-QG03	0,19	<	0,45	No existe diferencia significativa
QG02-QG01	1	>	0,48	Si existe diferencia significativa
QG03-QG01	0,81	>	0,45	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.58, se puede observar que para los tratamientos: (QG02-QG03) no existe evidencia estadística significativa mientras que para los tratamientos (QG02-QG01) y (QG03-QG01) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG01 (2,43), como la mejor opción para el atributo adherencia.

#### 4.4.6.1.1 VALORACIÓN DEL ATRIBUTO ADHERENCIA PARA ELEGIR PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.59, Se muestran los porcentajes de valoración del nivel de percepción de acuerdo a los datos extraídos de la tabla E.2-13 (Anexo E).

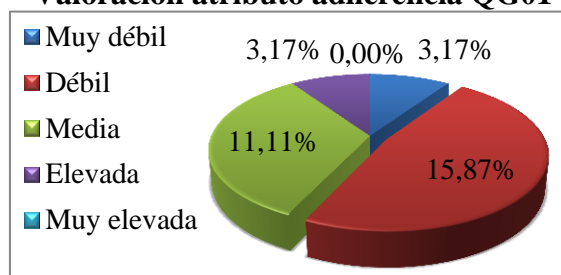
**Tabla 4.59**  
**Valoración del atributo adherencia para elegir producto final de queso Gouda**

Muestras	Nivel de percepción (porcentaje)					Total (%)
	Muy débil	Débil	Media	Elevada	Muy elevada	
QG01	3,17	15,87	11,11	3,17	0,00	33,33
QG02	0,00	9,52	4,76	14,29	4,76	33,33
QG03	0,00	6,35	14,29	11,11	1,59	33,33
TOTAL						100%

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 34a, figura 34b, figura 34c, se muestran los valores porcentuales del atributo adherencia percibido por los jueces para cada muestra en la elección de producto final.

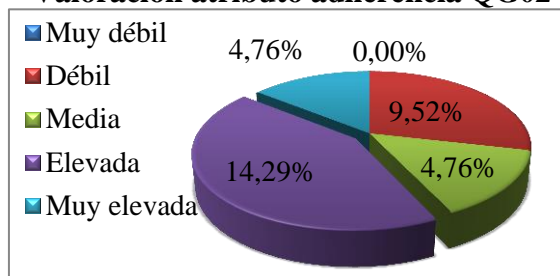
**Figura 4.34a**  
**Valoración atributo adherencia QG01**



En la figura 4.34a, se puede observar que 15,87% de los jueces percibe una adherencia débil, 11,11% media, 3,17% muy débil y elevada para la muestra QG01.

**Fuente:** Elaboración propia

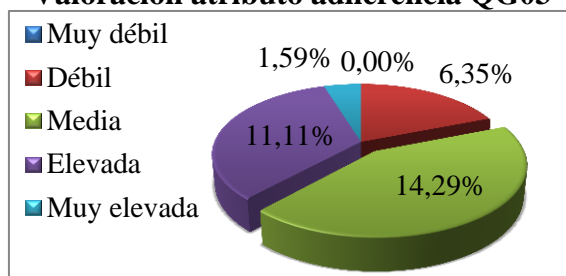
**Figura 4.34b**  
**Valoración atributo adherencia QG02**



En la figura 4.34b, se puede observar que 14,29% de los jueces percibe adherencia elevada, 9,52% débil, 4,76% muy elevada y media para la muestra QG02.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.34c**  
**Valoración atributo adherencia QG03**



En la figura 4.34c, se puede observar que 14,29% de los jueces perciben adherencia media, 11,11% elevada 6,35% débil y 1,59% muy elevada para la muestra QG03.

**Fuente:** Elaboración propia

La muestra QG01 fue elegida como producto final del presente trabajo de investigación por obtener los valores promedio para los atributos: sabor (4,33); textura (3,95); aroma (3,33); firmeza (3,1); granulosidad (2,14) y adherencia (2,43). Así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: textura ( $1,08 < 5,18$ ); sabor ( $2,51 < 5,18$ ); aroma ( $0,45 < 5,18$ ); firmeza ( $0,22 < 5,18$ ) y granulosidad ( $0,33 < 5,18$ ) no existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el atributo adherencia ( $10,69 > 5,18$ ) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

#### **4.5 AJUSTE DEL ATRIBUTO COLOR EN PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA**

Para ajustar el atributo color del producto final se realizó evaluación sensorial con la muestra (QG01) elegida por los jueces en la caracterización de atributos sensoriales para elegir producto final de queso Gouda. Para realizar dicha evaluación sensorial se utilizó 20 jueces no entrenados con el fin de establecer el color de mayor aceptación, en el cuadro 4.4, se muestra la variación porcentual realizada.

**Cuadro 4.4**  
**Variación del porcentaje de colorante**

Muestras	Variación (porcentaje)
QG101	0,02
QG102	0,03

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR EL PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

En la tabla 4.60, se muestran los resultados de la evaluación sensorial para determinar color, en queso gouda, extraído de la tabla C.4-94 (Anexo C)

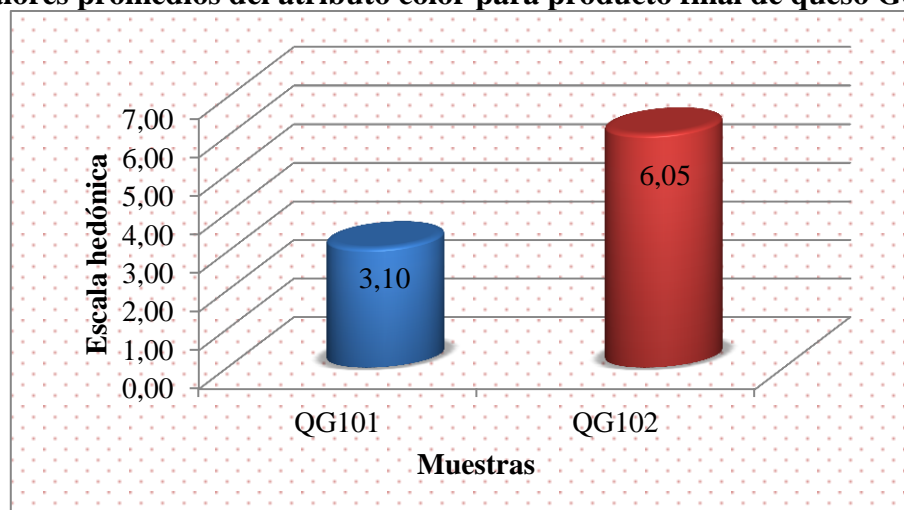
**Tabla 4.60**  
**Evaluación sensorial del atributo color para producto final**

Jueces	Muestras (Escala hedónica )	
	QG101	QG102
1	3	7
2	2	5
3	3	6
4	4	7
5	3	5
6	4	7
7	3	7
8	3	5
9	4	6
10	2	7
11	4	6
12	3	5
13	4	6
14	3	7
15	2	4
16	3	6
17	3	6
18	2	7
19	2	5
20	5	7
$\bar{X}$	3,10	6,05

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.35, se muestran los valores promedios del atributo color extraídos de la tabla 4.60, de la evaluación sensorial realizada para determinar el color del producto final de queso Gouda.

**Figura 4.35**  
**Valores promedios del atributo color para producto final de queso Gouda**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.35, se puede observar que la muestra QG01 (3,10), es la que tiene color más próximo a la muestra patrón por tanto mayor aceptación por los jueces en escala hedónica de 7 puntos.

#### 4.5.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ATRIBUTO COLOR EN EL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.61, se muestran los resultados del análisis de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.4-99 (Anexo C).

**Tabla 4.61**  
**Análisis estadístico Duncan del atributo color para elegir producto final**

Tratamientos	Análisis de valores		Efectos	
QG0102-QG101	2,95	<	0,61	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.61, se puede observar que para los tratamientos: (QG102-QG101) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Sin embargo se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG101 con un promedio (3,10), como la mejor opción para el atributo color.

#### 4.6 AJUSTE DEL PORCENTAJE DE SAL EN PRODUCTO FINAL DE QUESO GOUDA

Para ajustar el porcentaje de sal del producto final se realizó variación en el tiempo de inmersión de los quesos para una solución de salmuera al 16%. Con la muestra (QG01) elegida por los jueces en la caracterización de atributos sensoriales para elegir producto final de queso Gouda. Para realizar la evaluación sensorial se utilizó 20 jueces no entrenados con el fin de establecer el porcentaje de sal óptimo, en el cuadro 4.5, se muestra la variación en tiempo de inmersión.

**Cuadro 4.5**  
**Variación de tiempo de inmersión de queso Gouda**

Muestras	Tiempo (h)
QG301	10
QG302	12

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.6.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE SAL DEL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.62, se muestran los resultados de la evaluación sensorial para determinar el porcentaje de sal en el producto final de queso Gouda, extraído de la tabla C.4-100 (Anexo C)

**Tabla 4.62**  
**Evaluación sensorial para porcentaje de sal en producto final**

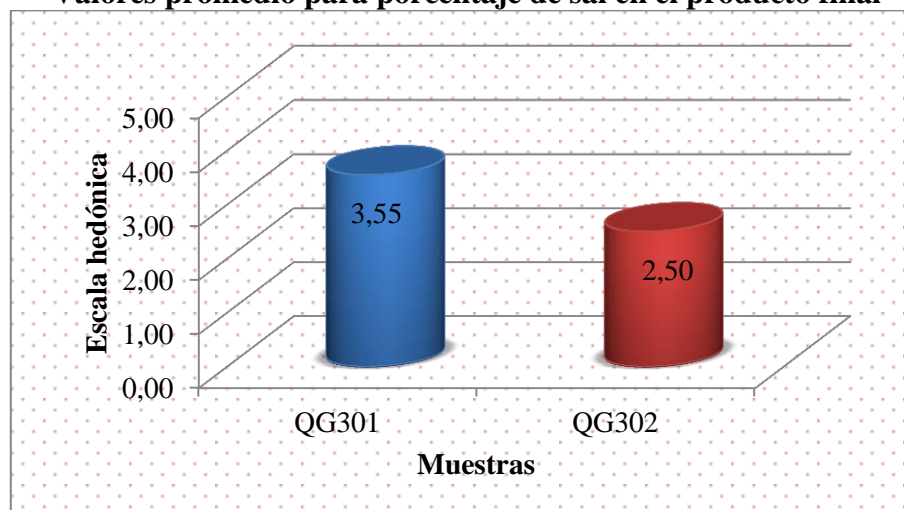
Jueces	Muestras (Escala hedónica)	
	QG301	QG302
1	5	2
2	4	3
3	3	2
4	2	3
5	4	1
6	3	4
7	3	1
8	4	4
9	4	2
10	2	2
11	3	1
12	5	3
13	4	2
14	2	4
15	4	3
16	4	3
17	3	2
18	4	4
19	4	3
20	4	1
$\bar{X}$	3,55	2,50

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.36, se muestran los valores promedios de porcentaje en sal extraídos de la tabla 4.62, de la evaluación sensorial realizada para determinar porcentaje de sal en el producto final de queso Gouda.



**Figura 4.36**  
**Valores promedio para porcentaje de sal en el producto final**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.36, se puede observar que la muestra QG301 (3,55), es la que tiene mayor aceptación por los jueces seguido de la muestra QG302 (2,50), en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.6.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE DE SAL EN EL PRODUCTO FINAL

En la tabla 4.63, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba Duncan, extraído de la tabla C.4-105 (Anexo C).

**Tabla 4.63**

**Análisis estadístico Duncan para el porcentaje de sal en el producto final**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
QG301-QG302	1,05	>	0,63	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.63, se puede observar que para los tratamientos: (QG301-QG302) existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ . Por tanto se consideró la preferencia de los jueces por la muestra QG301 con un promedio (3,55), como la mejor opción para porcentaje de sal en el producto final.

Así mismo en la determinación de color la muestra QG101 (3.10) fue elegida por tener el color más próximo a la muestra patrón, en la determinación de porcentaje de

sal la muestra QG301 por tener valor promedio (3,55), realizando análisis estadístico  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

#### **4.7 CONTROL DE ACIDEZ, pH Y SÓLIDOS SOLUBLES EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN DE LA LECHE PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA**

Una vez definida las variables en la etapa de coagulación (cantidad de cultivo láctico, cantidad de cuajo y temperatura de coagulación), se procedió a controlar la variable acidez, pH y sólidos solubles en la etapa de coagulación, tratamiento de la cuajada y desuerado en el proceso de elaboración de queso Gouda.

##### **4.7.1 CONTROL DE ACIDEZ y pH EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN DE LA LECHE DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA**

En la cuadro 4.6, se muestran los resultados obtenidos de los valores de acidez, expresados en ácido láctico y pH tomados en un intervalo de tiempo de 7 minutos.

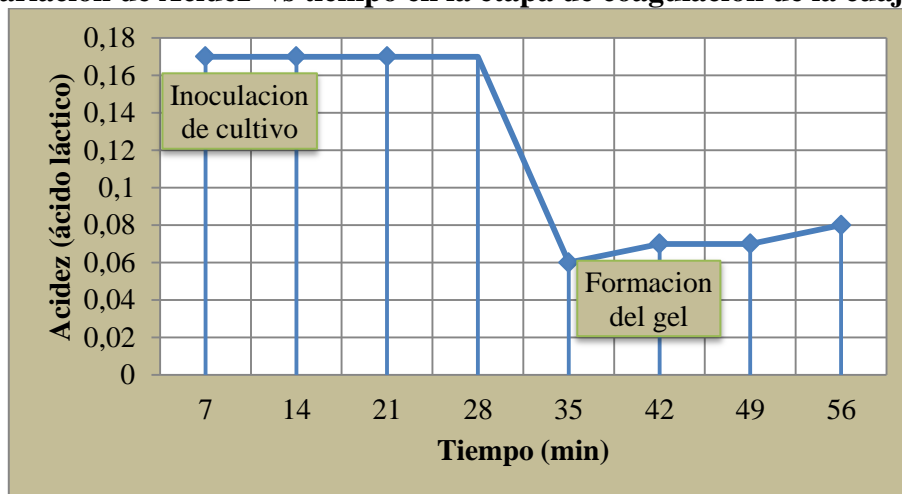
**Cuadro 4.6**  
**Valores de acidez y pH en la etapa de coagulación de la cuajada**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Acidez (ácido láctico)</b>	<b>pH</b>
7	0,17	6,66
14	0,17	6,64
21	0,17	6,62
28	0,17	6,60
35	0,06	6,62
42	0,07	6,57
49	0,07	6,52
56	0,08	6,52

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.37, se muestran los valores obtenidos del factor acidez extraído de cuadro 4.6, En la etapa de coagulación.

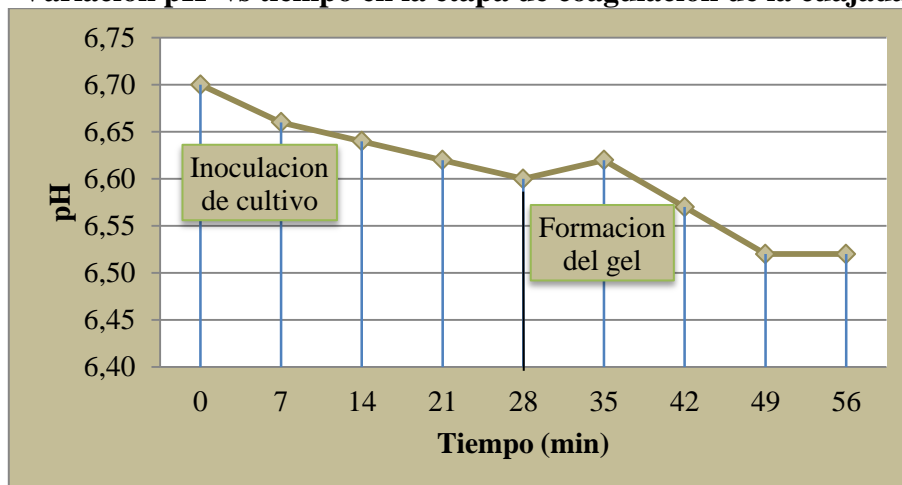
**Figura 4.37**  
**Variación de Acidez vs tiempo en la etapa de coagulación de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.37, se muestra la variación de acidez en relación al tiempo en la etapa de coagulación de la cuajada, se puede observar que la acidez se mantiene constante desde los 0 minutos con un valor de 0,17(ácido láctico), hasta los 28 minutos la cual desciende a 0,06(ácido láctico), en el minuto 35 donde inicia la formación del gel y la acidez va aumentando gradualmente hasta el minuto 56 de proceso. Así mismo en la figura 4.38, se muestran los valores obtenidos del factor pH extraído de cuadro 4.6, en la etapa de coagulación de la cuajada.

**Figura 4.38**  
**Variación pH vs tiempo en la etapa de coagulación de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.38, se muestra la variación de pH en relación al tiempo, se puede observar que el pH va descendiendo gradualmente desde el minuto cero de inoculación de cultivo hasta el minuto 28, donde se realiza la adición de calcio, cuajo y colorante se presenta un aumento de pH 6,60 a 6,63 en el minuto 35, al iniciar la formación de gel el pH va disminuyendo hasta pH 6,52 donde se procede al lirado.

#### 4.7.2 CONTROL DE ACIDEZ Y pH EN LA ETAPA DE DESUERADO Y TRATAMIENTO DE LA CUAJADA DURANTE LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

En el cuadro 4.7, se muestran los resultados obtenidos de los valores de acidez expresados en ácido láctico y pH tomados en la etapa de desuerado y tratamiento de la cuaja.

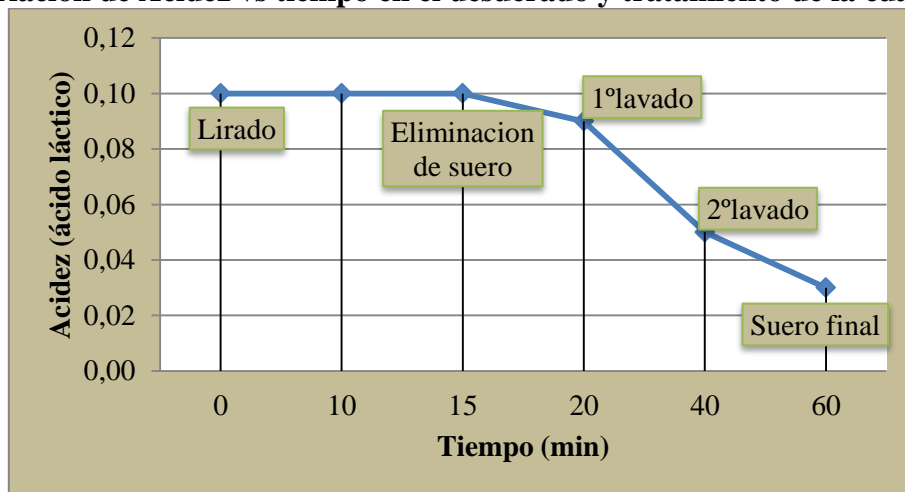
**Cuadro 4.7**  
**Valores de acidez y pH en el proceso de desuerado y tratamiento de la cuajada**

Tiempo (min)	Acidez (ácido láctico)	pH
0	0,10	6,54
10	0,10	6,57
15	0,10	6,59
20	0,09	6,60
40	0,05	6,61
60	0,03	6,62

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.39, se muestran los valores obtenidos del factor acidez extraído de cuadro 4.7 En la etapa de desuerado y tratamiento a la cuajada.

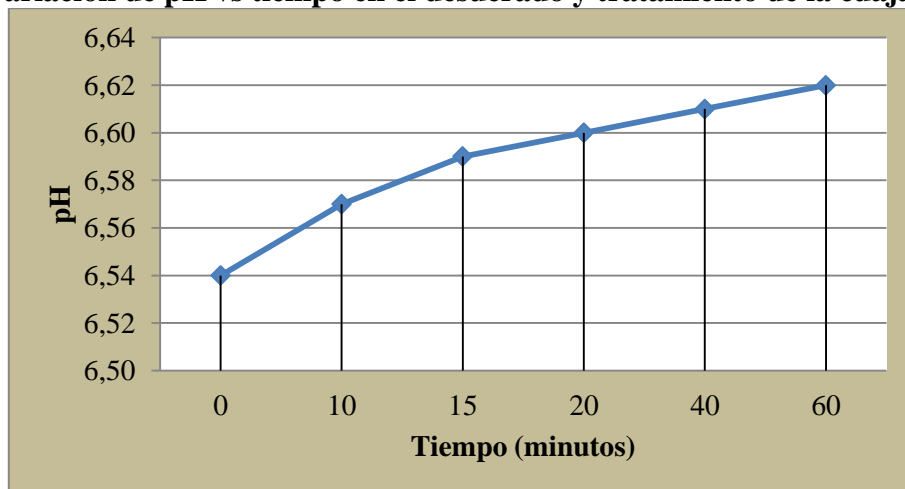
**Figura 4.39**  
**Variación de Acidez vs tiempo en el desuerado y tratamiento de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.39, se muestra la variación de acidez en relación al tiempo, se puede observar que la acidez se mantiene constante desde los 0 minutos con un valor de 0,10 (ácido láctico) hasta los 15 minutos donde comienza la etapa de tratamiento de la cuaja la misma que va disminuyendo gradualmente hasta el minuto 60 de proceso finalizando con un valor de 0,03 (ácido láctico). Así mismo en la figura 4.40, se muestran los valores obtenidos del factor pH extraído de cuadro 4.7 En la etapa de desuerado y tratamiento a la cuajada.

**Figura 4.40**  
**Variación de pH vs tiempo en el desuerado y tratamiento de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.40, se muestra la variación de pH en relación al tiempo, se puede observar que el pH aumenta gradualmente de 6,54 o 6,62 en el proceso de tratamiento y desuerado de la cuajada.

#### 4.7.3 CONTROL DE SÓLIDOS SOLUBLES EN LA ETAPA DE COAGULACIÓN Y DESUERADO DE LA CUAJADA DURANTE LA ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

En el cuadro 4.8, se muestran los resultados obtenidos de los valores de sólidos solubles en °Brix presentes en la leche y en suero tomados en el proceso de elaboración de queso Gouda.

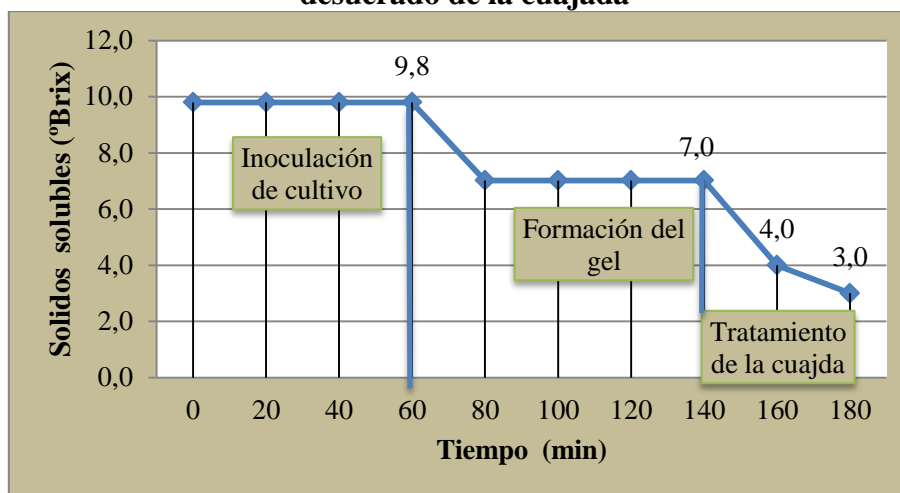
**Cuadro 4.8**  
**Valores de sólidos solubles en el proceso de coagulación y desuerado de la cuajada**

Etapa	Tiempo (Min)	Sólidos solubles (°Brix)
Leche cruda	0	9,8
Leche pasteurizada	20	9,8
Leche inoculada (14min)	40	9,8
Leche inoculada (28min)	60	9,8
Formación del gel (14min)	80	7,0
Formación del gel (28min)	100	7,0
Lirado	120	7,0
1° lavado	140	7,0
2° lavado	160	4,0
Suero final	180	3,0

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.41, se muestran de forma gráfica los valores obtenidos de sólidos solubles en °Brix presentes en la leche y en el suero extraído del cuadro 4,6; Durante la etapa de formación del gel, tratamiento de la cuajada y desuerado.

**Figura 4.41**  
**Variación de sólidos solubles (°Brix) vs tiempo el proceso de coagulación y**  
**desuerado de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.41; se muestra la variación de sólidos solubles en °Brix con relación al tiempo, se puede observar que desde los 0 minutos estos se mantienen constantes con 9,8 °Brix medidos en la leche cruda y leche con cultivo; hasta los 60 min donde desciende hasta los 7,0 °Brix mismos que fueron medidos en el suero durante la formación del gel; durante el tratamiento de la cuajada estos descienden hasta los 3,0 °Brix, medidos en el suero eliminado del tratamiento.

## 4.8 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL QUESO GOUDA

Para la caracterización del producto final se consideraron dos parámetros importantes:

### 4.8.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL QUESO GOUDA

En la tabla 4.64, se muestran los resultados de los análisis físicoquímicos de queso Gouda, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad “Autónoma Juan Misael Saracho” (Anexo A).

**Tabla 4.64**  
**Análisis fisicoquímico del producto final queso Gouda**

Parámetros	Resultados	Unidad
Acidez (Ac. láctico )	1,74	%
Calcio total	563	mg/100g
Fibra	n.d	%
Cenizas	2,37	%
Fósforo	303,50	mg/100g
Materia grasa	24,66	%
Hiero total	1,08	mg/100g
pH	4,68	
Proteína total (Nx6,38)	22,27	%
Hidratos de carbono	3,57	%
Humedad	47,13	%
Valor energético	325,3	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID, 2018

En la tabla 4.64, se puede observar que el producto final queso Gouda tiene: acidez de 1,74%; calcio total 563 mg/100g; fibra n.d.; cenizas 2,37%; fósforo 303,5 mg/100g; materia grasa 24,66%; hierro total 1,08 mg/100g; proteína 22,27%; hidratos de carbono 3,57%; humedad 47,13%; y valor energético 325,3 kcal/100g.

#### **4.8.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL QUESO GOUDA**

En la tabla 4.65, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos del queso Gouda, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad “Autónoma Juan Misael Saracho” (Anexo A).

**Tabla 4.65**  
**Análisis microbiológico del producto final queso Gouda**

Parámetros	Resultados	Unidad
Bacterias aerobias mesófilas	$1,3 \times 10^4$	UFC/g
Coliformes totales	$<1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g
Coliformes fecales	$<1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25g

**Fuente:** CEANID, 2018

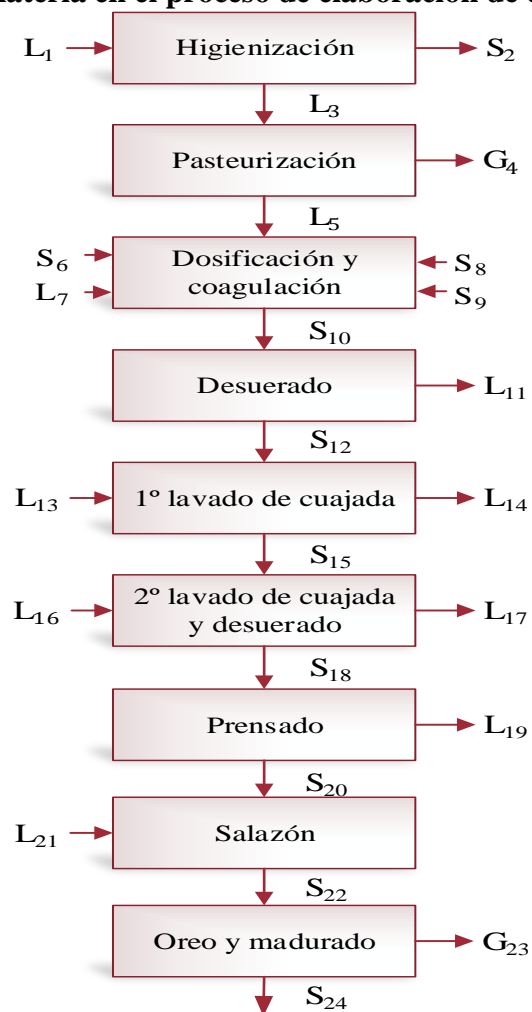


En la tabla 4.65, se puede observar que el queso Gouda tiene:  $1,3 \times 10^4$  UFC/g de bacterias aerobias mesófilas;  $<1,0 \times 10^1$ (\*) UFC/g coliformes totales;  $<1,0 \times 10^1$ (\*) UFC/g coliformes fecales y Ausencia de salmonella P/A/25g.

#### 4.9 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO GOUDA

El balance de materia se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques para el proceso de elaboración queso Gouda, figura 4.42, para una base de cálculo de 5 litros de leche.

**Figura 4.42**  
**Balance de materia en el proceso de elaboración de queso Gouda**



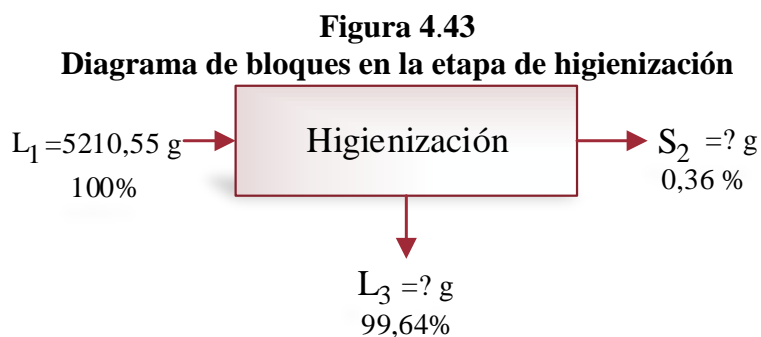
**Fuente:** Elaboración propia

Dónde:

$L_1$ = Leche fresca	$S_2$ = Impurezas
$L_3$ = Leche higienizada	$G_4$ = Vapor de agua
$L_5$ = Leche pasteurizada	$S_6$ = Cultivo láctico
$L_7$ = Colorante achiote	$S_8$ = Cloruro de calcio
$S_9$ = Cuajo	$S_{10}$ = Cuajada
$L_{11}$ = Suero 30%	$S_{12}$ = Cuajada
$L_{13}$ = Agua a 60°C	$L_{14}$ = Suero 50%
$S_{15}$ = Cuajada	$L_{16}$ = Agua a 60°C
$L_{17}$ = Suero 82%	$S_{18}$ = Cuajada
$L_{19}$ = Suero	$S_{20}$ = Queso prensado
$L_{21}$ = Salmuera	$S_{22}$ = Cuajada
$G_{23}$ = Vapor de agua	$S_{24}$ = Queso madurado

#### 4.9.1 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE HIGIENIZACIÓN DE LA LECHE

En la figura 4.43, se muestra en diagrama de bloques en la etapa de higienización de la leche para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

$$L_1 = S_2 + L_3$$

$$S_2 = \frac{L_1 \cdot (0,36)}{100} \rightarrow S_2 = \frac{5210,55 \cdot (0,36)}{100}$$

$$S_2 = 18,75 \text{ g de impurezas}$$

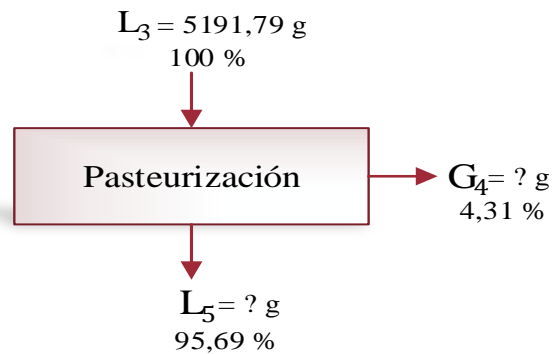
$$L_3 = \frac{L_1 * (99,64)}{100} \rightarrow L_3 = \frac{5210,55 * (99,64)}{100}$$

$L_3 = 5191,79$  g de leche higienizada

#### 4.9.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE

En la figura 4.44, se muestra el diagrama de bloques de la etapa de pasteurización de la leche para realizar el balance de materia.

**Figura 4.44**  
**Diagrama de bloques en la etapa de pasteurización**



**Fuente:** Elaboración propia

$$L_3 = G_4 + L_5$$

$$G_4 = \frac{L_3 * (4,31)}{100}$$

$$G_4 = \frac{5191,79 * (4,31)}{100}$$

$G_4 = 223,77$  g de agua evaporada

$$L_5 = \frac{L_3 * (95,69)}{100}$$

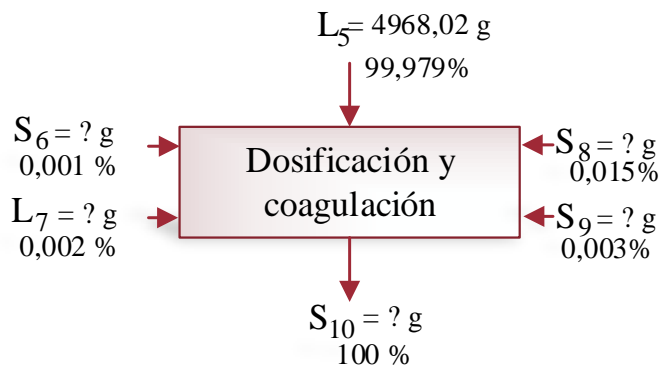
$$L_5 = \frac{5191,79 * (95,69)}{100}$$

$L_5 = 4968,02$  g de leche pasteurizada

### 4.9.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN Y COAGULACIÓN DE LA LECHE

En la figura 4.45, se muestra el diagrama de bloques de la etapa de dosificación y coagulación de la leche para realizar el balance de materia.

**Figura 4.45**  
**Diagrama de bloques en la etapa de dosificación y coagulación**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{10} = L_5 + S_6 + L_7 + S_8 + S_9$$

$$L_5(100) = S_{10}(99,979)$$

$$L_5 = \frac{S_{10} * (99,979)}{100}$$

$$L_5 = S_{10} * (0,99979)$$

$$S_{10} = \frac{L_5}{(0,99979)} \rightarrow S_{10} = \frac{4968,02}{(0,99979)}$$

$$S_{10} = 4969,06 \text{ g de cuajada}$$

$$S_6 = \frac{S_{10} * (0,001)}{100} \rightarrow S_6 = \frac{4969,06 * (0,001)}{100}$$

$$S_6 = 0,05 \text{ g de cultivo}$$

$$L_7 = \frac{S_{10} * (0,002)}{100} \rightarrow L_7 = \frac{4969,06 * (0,002)}{100}$$

$$L_7 = 0,1 \text{ g de colorante}$$

$$S_8 = \frac{S_{10} * (0,015)}{100} \rightarrow S_8 = \frac{4969,06 * (0,015)}{100}$$

$S_8=0,75$  g de cloruro de calcio

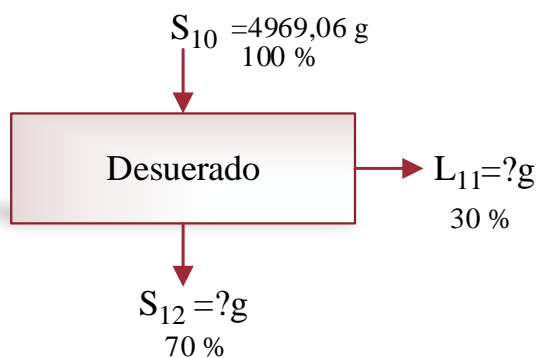
$$S_9 = \frac{S_{10} * (0,003)}{100} \rightarrow S_9 = \frac{4969,06 * (0,003)}{100}$$

$S_9=0,15$  g de cuajo

#### 4.9.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE DESUERADO DE LA CUAJADA

En la figura 4.46, se muestra el diagrama de bloques de la etapa de desuerado de la cuajada para realizar el balance de materia.

**Figura 4.46**  
**Diagrama de bloques en la etapa de desuerado de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{10} = L_{11} + S_{12}$$

$$L_{11} = \frac{S_{10} * (30)}{100} \rightarrow L_{11} = \frac{4969,06 * (30)}{100}$$

$L_{11} = 1490$  g de suero eliminado

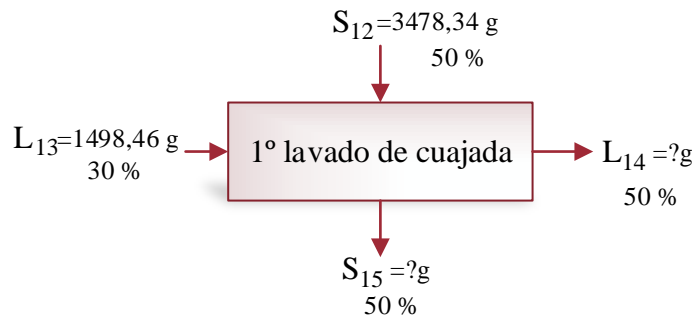
$$S_{12} = \frac{S_{10} * (70)}{100} \rightarrow L_{11} = \frac{4969,06 * (70)}{100}$$

$S_{12} = 3478,34$  g de cuajada

#### 4.9.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL PRIMER LAVADO DE LA CUAJADA

En la figura 4.47, se muestra el diagrama de bloques de la etapa del primer lavado de la cuajada para realizar el balance de materia.

**Figura 4.47**  
**Diagrama de bloques en la etapa de etapa del primer lavado de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{12} + L_{13} = L_{14} + S_{15}$$

$$L_{14} = \frac{(S_{12} + L_{13}) * (50)}{100} \rightarrow L_{14} = \frac{(3478,34 + 1498,46) * (50)}{100}$$

$$L_{14} = 2488,4 \text{ g de suero eliminado}$$

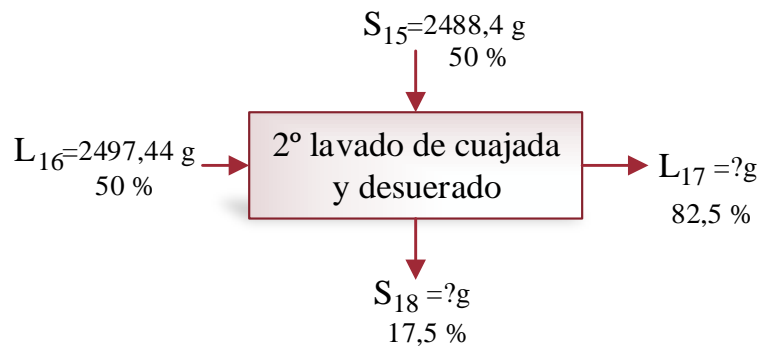
$$S_{15} = \frac{(S_{12} + L_{13}) * (50)}{100} \rightarrow S_{15} = \frac{(3478,34 + 1498,46) * (50)}{100}$$

$$S_{15} = 2488,4 \text{ g de cuajada}$$

#### 4.9.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL SEGUNDO LAVADO DE LA CUAJADA

En la figura 4.48, se muestra el diagrama de bloques de la etapa del segundo lavado de la cuajada para realizar el balance de materia.

**Figura 4.48**  
**Diagrama de bloques en la etapa de etapa del segundo lavado de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{15}+L_{16} = L_{17}+S_{18}$$

$$L_{17} = \frac{(S_{15}+L_{16}) \cdot (82,5)}{100} \rightarrow L_{17} = \frac{(2488,40 + 2497,44) \cdot (82,5)}{100}$$

$$L_{17} = 4113,32 \text{ g de suero eliminado}$$

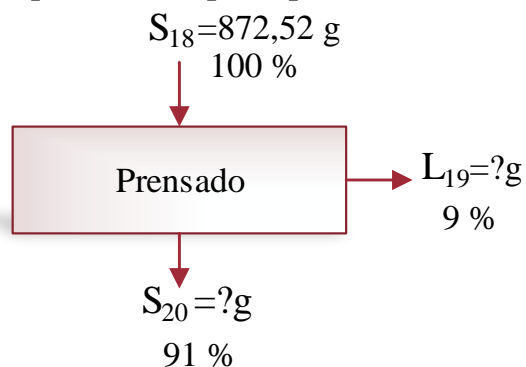
$$S_{18} = \frac{(S_{15}+L_{16}) \cdot (17,5)}{100} \rightarrow S_{18} = \frac{(2488,40 + 2497,44) \cdot (17,5)}{100}$$

$$S_{18} = 872,52 \text{ g de cuajada}$$

#### 4.9.7 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PENSADO DE LA CUAJADA

En la figura 4.49, se muestra el diagrama de bloques de la etapa de prensado de la cuajada para realizar el balance de materia.

**Figura 4.49**  
**Diagrama de bloques en la etapa de prensado de la cuajada**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{18} = L_{19} + S_{20}$$

$$L_{19} = \frac{S_{18} \cdot (9)}{100} \rightarrow L_{19} = \frac{(872,52) \cdot (9)}{100}$$

$$L_{19} = 78,53 \text{ g de suero eliminado}$$

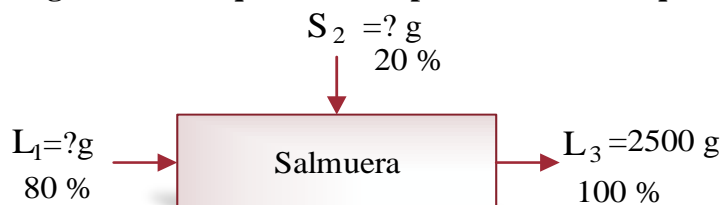
$$S_{20} = \frac{S_{18} \cdot (91)}{100} \rightarrow S_{20} = \frac{(872,52) \cdot (91)}{100}$$

$$S_{20} = 793,99 \text{ g de cuajada}$$

#### 4.9.8 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE SALAZÓN DEL QUESO

En la figura 4.50, se muestra el diagrama de bloques para la solución de salmuera para realizar el balance de materia.

**Figura 4.50**  
**Diagrama de bloques en la etapa de salazón del queso**



**Fuente:** Elaboración propia

$$L_3 = L_1 + S_2$$

$$L_1 = \frac{L_3 \cdot (84)}{100} \rightarrow L_1 = \frac{2500 \cdot (84)}{100}$$

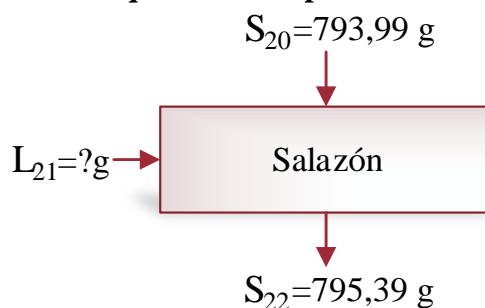
$$L_1 = 2100 \text{ g de agua}$$

$$S_2 = \frac{L_3 \cdot (16)}{100} \rightarrow S_2 = \frac{2500 \cdot (16)}{100}$$

$$L_1 = 400 \text{ g de sal}$$

En la figura 4.51, se muestra el diagrama de bloques en la etapa de salazón del queso para realizar el balance de materia.

**Figura 4.51**  
**Diagrama de bloques en la etapa de salazón del queso**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{22} = S_{20} + L_{21}$$

$$L_{21} = S_{22} - S_{20}$$



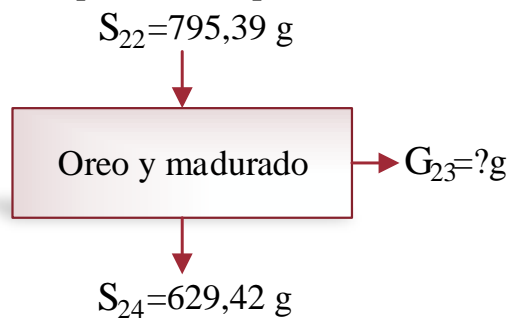
$$L_{21} = 793,99 - 795,39$$

$L_{21} = 1,4 \text{ g de sal que absorbe el queso}$

#### 4.9.9 BALANCE ME MATERIA EN LA ETAPA DE MADURACIÓN DEL QUESO

En la figura 4.51, se muestra el diagrama de bloques de la etapa de maduración del queso para realizar el balance de materia.

**Figura 4.52**  
**Diagrama de bloques en la etapa de maduración del queso**



**Fuente:** Elaboración propia

$$S_{22} = S_{24} + G_{23}$$

$$G_{23} = S_{22} - S_{24}$$

$$G_{23} = 795,39 - 629,42$$

$G_{23} = 165,97 \text{ g de agua que se evapora}$

#### 4.10 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE

Las ecuaciones utilizadas para el desarrollo del balance de energía según (Barderas 1994), son:

$$Q_T = Q_G + Q_C \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

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

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

Donde:

$Q_T$  =Calor total

$Q_G$  =Calor ganado

$Q_C$  =Calor cedido

$m$  =Masa

$Cp$  =Calor especifico

$\Delta T$  =Diferencia de temperatura

$\lambda$  =Calor latente de vaporización

#### 4.10.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE

Usando la ecuación 4.2, para calcular el calor del recipiente se tiene:

$$Q_r = m_r * Cp_r * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuacion 4.1.1}$$

Datos:

$m_r = 3,7$  kg (masa del recipiente de acero inoxidable)

$Cp_r = 0,122 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$  (Valvias, 2013) para recipiente de acero inoxidable

$T_f = 65^{\circ}C$  (temperatura final del recipiente de acero inoxidable en la pasteurización)

$T_i = 24^{\circ}C$  (temperatura inicial del recipiente de acero inoxidable en la pasteurización)

Remplazando datos en la ecuación 4.1.1 se tiene:

$$Q_r = 3,7 \text{ kg} * 0,122 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}C * (65 - 24)^{\circ}C$$

$Q_r = 18,51 \text{ kcal}$  Calor del recipiente en la etapa de pasteurización

De acuerdo a la ecuación 4.2, para calcular el calor de la leche se tiene:

$$Q_l = m_l * Cp_l * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuacion 4.1.2}$$

$m_l = 2574,84$  g (masa dela leche)

$Cp_l = 0,92 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$

$T_f = 65^{\circ}C$  (temperatura final de la leche en la pasteurización)

$T_i = 24^\circ\text{C}$  (temperatura inicial de la leche en la pasteurización)

Remplazando datos en la ecuación 4.1.1 se tiene:

$$Q_r = 2,575 \text{ kg} * 0,92 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} * (65 - 24)^\circ\text{C}$$

$$Q_r = 97,12 \text{ kcal} \text{ Calor de la leche en la etapa de pasteurización}$$

Desarrollo de la ecuación 4.3 para calcular el calor de evaporación se tiene:

$$Q_{\text{evaporacion}} = m_{\text{agua evap}} * \lambda_v \quad \text{Ecuacion 4.3.1}$$

Datos:

$$m_{\text{agua evap}} = 0,134 \text{ kg de agua evaporada en la etapa de pasteurizacion}$$

$$\lambda_v = 551,29 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \text{ (calor latente de vaporizacion)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación 4.3.1 se tiene:

$$Q_{\text{evaporacion}} = 0,134 \text{ kg} * 551,29 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_{\text{evaporacion}} = 73,87 \text{ kcal} \text{ (Calor de evaporación en la pasteurización)}$$

Calor total en la etapa de pasteurización

$$Q_T = Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{leche}} + Q_{\text{evaporacion}}$$

$$Q_T = (18,51 + 97,12 + 73,87) \text{ kcal}$$

$$Q_T = 189,5 \text{ kcal} \text{ (Calor total en la etapa de pasteurización)}$$

#### **4.10.2 BALANCE DE MATERIA EN EL ENVASADO DEL PRODUCTO FINAL**

Para resolver el balance de energía en la etapa de envasado del producto final según (Barderas, 1994) se tiene la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{Q}{P} \quad \rightarrow \quad Q = \theta * P \quad \text{Ecuacion 4.4}$$

Datos:

$\theta = 0,42$  Seg (tiempo de uso de la envasadora al vacio)

$P = 0,75$  kj/seg (potencia de la envasadora al vacio)

Remplazando datos en ecuación 4.4

$$Q = 0,42 \text{ seg} * 0,75 \text{ kj/seg}$$

$$Q = 1,17 \text{ kj} \approx 27,96 \text{ kcal}$$

#### 4.11 PRESIÓN EJERCIDA EN LA ETAPA DE PRENSADO

Para determinar la presión ejercida en la etapa de prensado de queso Gouda, según (Gomez, 2007) se tiene la siguiente ecuación:

$$P = \frac{F_N}{A_{m^2}} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Dónde:

$F_N =$  Fuerza en newtons

$A_{m^2} =$  area del recipiente

$F_N = m * g$

$F_N = 10,20 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$

$F_N = 99,96 \text{ kg} * \text{m/s}^2$

$A_{m^2} = 2\pi r(h + r)$

$A_{m^2} = 2\pi 12,5 \text{ cm}(16 \text{ cm} + 12,5 \text{ cm})$

$A_{m^2} = 2238,4 \text{ cm}^2 \approx 0,22384 \text{ m}^2$

Remplazando en la ecuación 4.5, se tiene:

$$P = \frac{99,96 \text{ N}}{0,22384 \text{ m}^2} = 446,56 \text{ Pasc}$$

## 5.1 CONCLUSIONES

- ✎ Realizado los análisis fisicoquímicos en la materia prima muestra que la leche de vaca tiene: calcio total 111 mg/100g; cenizas 0,70%; materia grasa 3,6%; proteína 3,02%; sólidos totales 12,14%; humedad 87,86%; y valor energético 63,76 kcal/100g.
- ✎ Los análisis microbiológicos de la leche de vaca presenta  $2,5 \times 10^5$  UFC/g de bacterias aerobias mesófilas;  $1,3 \times 10^3$  UFC/g coliformes totales;  $2,6 \times 10^2$  UFC/g coliformes fecales y ausencia de salmonella P/A/25g.
- ✎ Realizada la evaluación sensorial para elegir muestra patrón se eligió la muestra GPA (Gouda Pil Andina) por obtener los valores en los atributos: aroma (4,25); sabor (4,35); textura (4,50); color (4,75) y consistencia (4,35); así mismo realizando el análisis estadístico para el atributo: aroma  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa; sin embargo para: sabor, textura, color y consistencia tiene  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .
- ✎ La muestra prototipo para el desarrollo del presente trabajo de investigación es la muestra QG-1 por obtener los valores promedio en los atributos: sabor (4,60); textura (4,55); aroma (4,20); así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: sabor y textura;  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el atributo aroma  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .
- ✎ Realizada la evaluación sensorial en la dosificación de insumos las muestras QG05, Q06 Y Q08 fueron elegidas para la dosificación en la caracterización de atributos del producto final donde se consideró atributo sabor, textura y acidez.

- ✎ Según el diseño experimental realizado en la etapa de coagulación del proceso de elaboración de queso Gouda, se puede establecer que para las variables cultivo láctico (Ci); cuajo (Cu); temperatura de inoculación (T); no existe evidencia significativa sobre la variable respuesta acidez (ácido láctico) para  $p < 0,01$ .
- ✎ La muestra QG01 fue elegida como producto final en la caracterización de los atributos sensoriales por obtener los valores promedio en los atributos: textura (3,95); sabor (4,30); aroma (3,33); firmeza (3,67); granulosidad (3,33); adherencia (2,43). Así mismo realizando el análisis estadístico para los atributos: textura, sabor, aroma, firmeza y granulosidad  $F_{cal} < F_{tab}$  no existe evidencia estadística significativa, sin embargo para el tributo adherencia  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa para  $p < 0,01$ .

En la determinación de color la muestra QG101 fue elegida por tener el color más próximo a la muestra patrón, así en la determinación de porcentaje de sal la muestra QG301 es la elegida por tener valor promedio (3,55), realizando análisis estadístico  $F_{cal} > F_{tab}$  existe evidencia estadística significativa.

- ✎ Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto final muestra que el producto presenta Cenizas 3,3 %; Materia grasa 24,66%; Calcio 563 mg/100g; Fosforo 303,50 mg/100g; Hierro 1,08 mg/100g; Humedad 47,13% y Acidez 1,74%.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✎ Se recomienda la implementación de una planta procesadora de quesos madurados como el queso Gouda, con la finalidad de diversificar la producción de quesos en el departamento.

- ✎ Se recomienda realizar un estudio experimental realizando quesos Gouda aromatizado con especias naturales, ahumado o en inmersión de vino.
  
- ✎ Se recomienda utilizar cantidades correctas cloruro de calcio ya que si se excede del 0,02% este provoca sabor amargo en el queso, también es importante utilizar correctamente la cantidad de colorante una cantidad excesiva hace que el queso tenga una tonalidad muy oscura y no sea agradable para la población consumidora