



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACION,**  
**RELACIONES Y COOPERACION INTERNACIONAL**



**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS**  
**ALIMENTOS**



**usach**



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE**  
**ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



**TEMA.**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACEPTABILIDAD DE QUESO FRESCO DE**  
**LECHE DE VACA DEL CANTÓN CHONE ELABORADO Y COMPARADO CON**  
**PRODUCTOS QUE ESTÁN EN EL MERCADO NACIONAL**

**ELABORADO POR:**

**HUGO ENRIQUE HIDROBO SABANDO**

TESIS DE GRADO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA  
OBTENER EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**MANTA**

**MANABI**

**ECUADOR**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,**  
**RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE**  
**LOS ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE**  
**ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



**TRIBUNAL EXAMINADOR**

LOS HONORABLES MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR APRUEBAN EL INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL TEMA: “**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACEPTABILIDAD DE QUESO FRESCO DE LECHE DE VACA DEL CANTÓN CHONE ELABORADO Y COMPARADO CON PRODUCTOS QUE ESTÁN EN EL MERCADO NACIONAL**”.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL** .....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** .....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** .....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** .....

Santiago, 12 de noviembre de 2008



## AUTORIZACIÓN

Señor Hugo Hidrobo Sabando  
Manta, Ecuador

De mi consideración:

Me permito comunicar a usted que el trabajo de tesis titulado **“Determinación del índice de aceptabilidad de queso fresco de leche de vaca del cantón Chone elaborado y comparado con productos que están en el mercado nacional”** ha sido revisado y previa corrección de algunos errores menores de tipado queda autorizado para ser empastado y presentado a la sustentación de tesis correspondiente.

Sin otro particular, me despido muy cordialmente,

Dr. Osvaldo Rubilar Jiménez  
Profesor Tutor  
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CENTRO DE ESTUDIOS EN  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DE LOS ALIMENTOS

Av. L.B.O'Higgins 3677  
Tel.: (562) 7184501  
Fax: (562) 779838  
Casilla 33074  
Correo 33 Santiago  
orubilar@usach.cl



## **DEDICATORIA**

A mis padres, que con su apoyo incondicional me hace salir adelante en mis proyectos.

A mi esposa e hija que con su paciencia por más de 2 años supieron entender el poco tiempo que tenía para ellas en el transcurso de la maestría.

A mi ángel Isabella y mi abuelo Marcos que me guían en mi vida en cada paso que doy.

## RESUMEN

El cantón Chone de la provincia de Manabí es reconocido en el Ecuador por la exquisitez de su queso fresco el cual es elaborado en forma artesanal. El presente proyecto tiene por objetivo de determinar el nivel de aceptación de este queso respecto a otras marcas que existen en el país. Esta aceptación se realizó por medio de un panel sensorial, además, se caracterizó el producto tanto química como microbiológicamente para comprobar si estaba enmarcado dentro de las normas INEN 1528 para la elaboración de queso fresco.

Se determinó la metodología para la elaboración de este producto teniendo como principal novedad la no utilización de tratamientos térmicos. Para determinar su aceptación se hizo un análisis sensorial de aceptación con una escala hedónica de 5 valores. El panel se realizó en el laboratorio de lácteos perteneciente a la Universidad Católica con sede en Chone, el cual estuvo conformado por 42 jueces, los que son estudiantes, profesores y funcionarios de dicha institución. La caracterización del producto en su parte química y microbiológica se lo realizó en los laboratorios pertenecientes a la Escuela Politécnica ESPAM, la cual es un ente autorizado para la elaboración de dichos análisis.

La elaboración del queso fresco criollo produjo un rendimiento 0,5 kg de queso por cada 2,8 L de leche utilizado, lo cual es un factor importante por el beneficio económico de este producto. En los quesos industriales el rendimiento es de 0,5 kg de queso por cada 2,6 L de leche utilizada, con el agravante del costo en que se incurre a causa de los procesos térmicos que experimenta el producto en su elaboración.

En el análisis sensorial, el queso criollo tuvo una muy buena aceptación, pues obtuvo la mejor puntuación en las características de sabor y textura mientras que en las otras características como olor color y apariencia general obtuvo el segundo lugar siendo superado sólo por el queso elaborado en la Universidad Católica a la que pertenecían los jueces participantes en el panel, pues, tenían una mayor afinidad por su consumo habitual. Los análisis químicos y microbiológicos estuvieron dentro de los establecidos por las normas INEN 1528, lo cual certifica que el producto elaborado es de buena calidad.

## **ABSTRACT**

The canton Chone in the county of Manabí is recognized in Ecuador because of the delight of its fresh cheeses, which is elaborated in handmade form. The objective of this project is to determine the acceptance level of this cheese with regard to other marks that exist in the country. This acceptance was carried out by means of a sensorial panel. The product was also characterized both chemically and microbiologically to check if it is framed inside the standard INEN 1528 for the elaboration of fresh cheese.

The methodology for the elaboration of this product was determined having as main novelty the no use of thermal treatments. To determine its acceptance an acceptance sensorial analysis with a hedonic scale of 5 scores was made. The panel was carried out in the dairy laboratory of the Catholic University with venue in Chone, which was made up by 42 judges, whom are student, lectures and administrative staff of this institution. The chemical and microbiological characterization was carried out in the laboratories of the Polytechnic School ESPAM, which is an authorized entity for the elaboration of these analyses.

The elaboration of the Creole fresh cheese produced a yield of 0.5 kg of cheese from 2.8 L of milk. Therefore, this is an important factor for the economic benefit of this product. The yields of the industrial cheeses were of 0.5 kg of cheese from 2.6 L of milk with the aggravate in the further cost for the thermal processes that this product undergoes in its elaboration.

The Creole cheese had a very good acceptance in the sensorial analysis by obtaining the best punctuation in the flavor and texture characteristics, while in the scent, color and general

appearance characteristics obtained the second place, being overcome only by the cheese elaborated in the Catholic University, in which the participant judges were members, but they had a bigger likeness for them habitual consumption. The chemical and microbiological analyses were inside the established standards INEN 1528, which certifies that this product has a good quality.



<b>INDICE GENERAL</b>	<b>Pag.</b>
Certificación	ii
Tribunal Examinador	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	v
Abstract	vii
Índice General	ix
<b>CAPITULO I INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Planteamiento del Problema	4
<b>CAPITULO II DISCUSIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	
2.1. Leche	6
2.1.1. Composición de la leche	7
2.1.1.1. Agua	8
2.1.1.2. Proteínas	8
2.1.1.3. Hidratos de Carbono	9
2.1.1.4. Grasa	10
2.1.1.5. Ceniza	13
2.1.1.6. Vitaminas	14
2.2. Queso	14
2.2.1. Leche para elaboración de quesos	15
2.2.2. Papel de los diferentes componentes de la leche en el queso	17
2.2.3. Factores interdependientes que participan en el resultado y la caracterización del queso	17
2.2.4. Hechos que explican la variedad del queso, procesos y tipos de fabricación	18
2.2.4.1. Hechos que explican la variedad del queso	18
2.2.4.2. Procesos en la transformación de la leche en queso	18
2.2.4.3. Tipos de fabricación	19
2.2.4.4. Etapas en la fabricación del queso	19
2.2.4.4.1. Preparación de la leche	20
2.2.4.4.2. Fermentos de la leche	20
2.2.4.4.3. Coagulación	22

2.2.4.4.4. Desuerado	23
2.2.4.4.5. Moldeado y prensado	26
2.2.4.4.6. Salado	26
2.2.4.4.7. Maduración	27
2.3. Queso fresco	27
2.4. Analisis Sensorial	28
2.4.1. Definiciones	29
2.4.2. Técnicas	30
2.4.3. Pruebas afectivas o hedónicas	34
2.4.3.1. Definición	34
2.4.3.2. Conceptos básicos	34
2.4.3.3. Objetivos de una prueba hedónica	38
2.4.3.4. Factores que influyen en la aceptabilidad y/o preferencia por un alimento	41
2.4.3.4.1. Características del alimento disponibilidad	42
2.4.3.4.2. Características del consumidor	44
2.4.4. Análisis estadísticos	45
2.4.4.1. Análisis de varianza	45
2.4.4.2. Grados de libertad	46
2.4.4.3. Varianza	47
2.4.4.4. Distribución F	47
2.4.4.5. Diferencia mínima significativa	47
2.4.4.6. Método de tukey	48
2.4.4.7. Distribución “T” de student	49
<b>CAPITULO III METODOLOGÍA</b>	
3.1.- Elaboración del queso criollo	50
3.1.1. Ubicación	50
3.1.2. Materia prima	50
3.1.3.- Materiales	51
3.1.4. Procedimiento de elaboración del queso criollo	52
3.2. Caracterización de queso criollo	53
3.2.1. Ubicación	53
3.2.2. Análisis químico	53
3.2.3. Análisis microbiológico	54
3.3. Análisis sensorial	55
3.3.1. Ubicación	55
3.3.2. Materiales	55
3.3.3. Características del análisis sensorial	56
3.3.4. Interpretacion de datos	56

## **CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Elaboración de queso criollo	57
4.2. Caracterización del queso criollo	58
4.2.1. Análisis químico	58
4.2.2. Análisis microbiológico	59
4.3. Análisis sensorial	60
4.3.1. Análisis sensorial en el parámetro del sabor	61
4.3.2. Análisis sensorial en el parámetro del olor	63
4.3.3. Análisis sensorial en el parámetro del color	64
4.3.4. Análisis sensorial en el parámetro de textura	65
4.3.5. Análisis sensorial en el parámetro de apariencia general	66

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones	68

## **CAPITULO VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA**

69

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 2.1. Composición general de la leche de vaca	7
Cuadro 2.2. Composición promedio de la leche de diversos mamíferos	7
Cuadro 2.3. Clasificación y criterios de clasificación de los quesos	15
Cuadro 3.1. Materia prima utilizado para la elaboración del queso criollo	50
Cuadro 3.2. Materiales usados para la elaboración de queso	51
Cuadro 3.3. Parámetros, métodos y normas químicos para quesos frescos	54
Cuadro 3.4. Parámetros, métodos y normas del análisis microbiológico para quesos frescos	54
Cuadro 3.5. Materiales utilizados en el análisis sensorial	55
Cuadro 4.1. Resultados comparativos del análisis químico de queso criollo	58
Cuadro 4.2. Resultados del análisis microbiológico del queso criollo	59
Cuadro 4.3. Diferencias significativas de los diferentes tipos de queso fresco	61
Cuadro 4.4. Diferencia Significativa del Sabor	62
Cuadro 4.5. Diferencia Significativa del Olor	63
Cuadro 4.6. Diferencia Significativa del Color	64
Cuadro 4.7. Diferencia Significativa del Textura	65
Cuadro 4.8. Diferencia Significativa de Apariencia General	66

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1. Solubilidad de las proteínas de la leche	9
Figura 2.2. Reacción química de condensación para obtención de triglicéridos	11
Figura 3.1. Diagrama de flujo de la elaboración del queso criollo	52
Figura 4.1. Análisis sensorial del queso criollo	60
Figura 4.2. Análisis sensorial del sabor	62
Figura 4.3. Análisis sensorial del olor	63
Figura 4.4. Análisis sensorial del color	64
Figura 4.5. Análisis sensorial del textura	65
Figura 4.6. Análisis sensorial de apariencia general	66

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Normas INEN 1 528 para queso fresco	72
Anexo 2 Escala hedónica	78
Anexo 3 Análisis químico del queso fresco	79
Anexo 4 Análisis Microbiológico del queso fresco	80
Anexo 5 Análisis de varianza (sabor, olor, color, textura y apariencia general)	81
Anexo 6 Tabla de Distribución F	96
Anexo 7 Cuadro estandarizado	97

## **CAPITULO I.- INTRODUCCION**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

La producción lechera en la provincia de Manabí y principalmente en el cantón Chone, se remonta desde hace muchas décadas atrás, y desde la introducción de animales bovinos al país se caracterizó por tener animales altamente productores de leche adaptados a las condiciones climáticas y topográficas de las campiñas manabitas.

Según los datos obtenidos en el último Censo Nacional Agropecuario realizado en el país en el año 2002, se reveló que la producción nacional de leche se estima en 3.525.027 litros diarios, distribuida la producción de la siguiente manera: la región de la sierra, en donde se encuentra la mayor producción, es de 2.565.572 litros diarios, la región de la costa con una producción de 649.625 litros diarios; y el resto de las regiones con una producción de 309.830 litros diarios de leche.

En la región de la costa, la provincia de Manabí tiene la mayor parte de la producción de leche que equivale a 331.586 litros diarios, que corresponde el 51% de la región. En la provincia la mayor producción se encuentra distribuida en la zona norte, principalmente en el cantón Chone que se estima una producción de 40.470,07 litros diarios de leche aproximadamente, en la temporada de baja producción; y cabe indicar que esta producción tiende a incrementarse en épocas de lluvia en un 60 - 90 % aproximadamente. Esta producción tanto en temporadas altas y bajas es distribuida de la siguiente manera: 16.000 litros diarios de leche que son consumidos en el cantón, unos 10.000 litros diarios que son

comercializados en leche entera a otras provincias, y el resto de la producción es utilizada en elaboración diferentes productos lácticos, que son elaborados de manera casera, tales como: queso criollo, manjar, licor de leche, dulces de leche, yogurt, mantequilla, requesón, etc. que son comercializado en las principales ciudades de la provincia y del país tales como: Portoviejo, Manta, Jipijapa, Guayaquil y Quito.

La elaboración de quesos es una de las principales formas de conservar la leche, se tienen conocimiento de su elaboración desde el Neolítico (12.000 a.C.), cuando el hombre domesticó a las ovejas y las cabras y aprendió las técnicas de elaboración del queso.

En cada zona del mundo se pastorea con diferentes especies animales (búfalo, vaca, cabra, etc.) y razas (vaca pirenaica, alpina etc.) que aportan diferentes sabores y texturas a cada queso; y las técnicas de elaboración del queso han sido las que buenamente los pastores de cada lugar aprendían. Por ello, podemos contar tantos quesos como regiones o animales hay.

Con lo expuesto anteriormente, en el Ecuador se tiene un gran reconocimiento sobre el sabor y las características propias del queso denominado criollo que se lo elabora de forma artesanal en el cantón Chone.

Al usar las técnicas indicada para la elaboración de queso siendo lo más importante el proceso de pasteurización para eliminar todas las bacterias patógenas presentes en la leche, cambiando totalmente las propiedades organolépticas del queso criollo y perdiendo así aquella característica que lo diferencia de los otros quesos.

En las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), que rigen en el país para cuidar al consumidor, no se expresa que la leche para la elaboración de quesos debe ser previamente pasteurizada, sólo expresan que deben tener un registro sanitario que las avale.

## **1.2.- OBJETIVOS:**

### **1.2.1 Objetivo Principal:**

Comprobar la aceptación sensorial que posee este queso con respecto a los quesos elaborados industrialmente en el país.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Describir el producto tanto en su contenido nutricional como microbiológico.
- Comprobar que mediante una buena higiene en la obtención de la leche podemos presentar un producto de alta calidad sanitaria y nutricional.
- Aplicar métodos estadísticos para obtener resultados de preferencia de parte de los panelistas.

Todos estos objetivos se respaldarán con el método de la evaluación sensorial con 42 panelistas de diferentes sexos mayores de edad y sin ninguna experiencia en determinaciones sensoriales. Aplicando un diseño estadístico de análisis de Varianza de dos factores con una muestra por grupo. El cual se realizará en la ciudad de Chone a los

estudiantes, profesores y funcionarios de la Universidad Católica. Para poder expresar sus cualidades nutritivas y microbiológicas se realizarán la pruebas en los laboratorios de la ESPAM (Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí) ubicado en la ciudad de Calceta.

Se tomará en cuenta dos fases del proyecto de tesis una que es la elaboración del queso criollo en la cual se detallarán todos los procesos usados además de identificar el producto en sus componentes físicos químicos y microbiológicos, la segunda fase se constituye en hacer el análisis de sensorial, el cual se lo realizará en la Universidad Católica de la ciudad de Chone con 40 panelistas inexpertos estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, el número de muestras utilizadas será de cuatro diferentes marcas de queso como son Rey Queso, Floralp, queso elaborado en la Universidad Católica y el queso que vamos a comparar. Cabe indicar que todos los quesos son del tipo fresco. Además, se utilizará una escala hedónica para establecer el grado de preferencia de los panelistas y el posterior estudio estadístico de los resultados.

### **1.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el cantón Chone perteneciente a la provincia de Manabí se ha desarrollado una cultura de producción quesera única en el país, la elaboración de queso se ha realizado y se realiza en forma artesanal.

Con el desarrollo tecnológico que se ha dado a la industria quesera se ha podido dar una mejor calidad, sobretodo en el aspecto sanitario, teniendo un gran inconveniente en la



introducción de la pasteurización de la leche para la elaboración de este tipo de queso artesanal, ya que pierden todas sus características propias de este queso que lo han hecho famoso en el país.

El objetivo de esta tesis es comprobar el desarrollo de este queso artesanal sin leche pasteurizada que tiene las mismas características de calidad que rigen en el país según la norma de elaboración de quesos frescos INEN 1 528, la cual es la que se da para que un queso fresco pueda ser comercializado en el país.

Además de su respectivo análisis sensorial realizado con 3 diferentes marcas de quesos, los cuales ya tienen un mercado posicionado dentro del país, las marcas con las cuales se va hacer el análisis son con el queso AKÍ elaborado por la industria láctea Floralp, Rey Queso elaborado por Agrícola Rey Sahiwal y la tercera es la elaborado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Con estos dos parámetros como es la caracterización del queso que cumpla con las normas sanitarias y el análisis sensorial comprobaremos que el queso artesanal elaborado en Chone posee todas las características para poder competir en el mercado local y hasta llegar a la exportación de dicho producto

## CPITULO II.- DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.- LECHE

Según Revilla (1985) ,la leche es una secreción láctea, libre de calostro, obtenida de una o más vacas en buen estado de salud, la cual debe de poseer no menos de 3,25 % de grasa y no menos de 8,25 % de sólidos no grasos. Otra característica de la leche fresca, es que debe de estar libre de antibióticos, olores, materias o sabores extraños. Además, debe ser de color blanco opaco, tener un pH entre 6,4 y 6,7, y estar libre de enfermedades infecto contagiosas.

Debido a sus características, la leche se puede procesar de diferentes maneras tales como: leche descremada, leche baja en grasa, leche re combinada, leche compuesta, leche pasteurizada, leche condensada, leche en polvo, crema, helados y queso.

Los nutrientes de la leche generalmente se encuentran dentro de intervalos, según se muestra en el Cuadro 2.1 tomado de Revilla, debido a las diferentes razas de mamíferos que la producen y a las diferentes etapas de producción de los mismos. No obstante, también se observa que los componentes de la leche se pueden dividir en tres grandes grupos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos (Escobar, 1980).

**Cuadro 2.1. Composición general de la leche de vaca**

Constituyente	Menor %	Mayor %
Agua	70,00	90,50
Grasa	2,20	8,00
Proteínas	2,70	4,80
Carbohidratos (lactosa)	3,50	6,00
Cenizas	0,65	0,90
Sólidos totales	9,05	19,70

FUENTE Revilla, 1983.

**2.1.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

La composición de la leche varía de una especie a otra. En la mayoría de países, la principal fuente de leche proviene de la vaca. No obstante, otros animales tales como las cabras, ovejas, búfalos y camellos también son criados para aprovechar su leche, particularmente en las zonas tropicales. El cuadro 2.2 muestra la composición de la leche de diversos mamíferos.

**Cuadro 2.2. Composición promedio de la leche de diversos mamíferos**

Componentes	Humana	Vaca	Cabra	Oveja	Búfala
Agua (%)	87,43	87,20	87,0	80,7	82,0
Grasa (%)	3,75	3,70	4,25	7,00	7,98
Proteína (%)	1,63	3,50	3,52	5,23	4,0
Lactosa (%)	6,98	4,90	4,27	4,81	5,18
Minerales (%)	0,21	0,70	0,86	0,90	0,78

Fuente: FAO (1990).

Como alimento, la leche proporciona no sólo calorías, sino también sales minerales, proteínas, carbohidratos y vitaminas. Las sales minerales, principalmente el calcio y el fósforo, juegan un papel importante en la vida de los niños, pues los huesos se forman a partir de estos nutrimentos (Revilla, 1983).

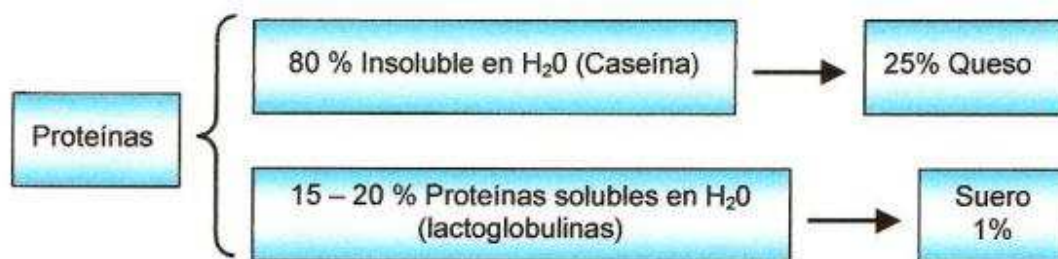
#### **2.1.1.1.- AGUA**

La leche registra un contenido promedio de agua del 87%. A este nivel se disuelven los componentes de la leche solubles en agua, entre los que se incluyen vitaminas tales como el complejo B y la vitamina C. En la medida que la mayor parte de la leche está conformada por agua, la separación de ésta reduce su volumen de manera significativa, contribuyendo a superar los problemas de transporte y de almacenado, al existir menos cantidad de agua y más sólidos lácteos totales.

#### **2.1.1.2.- PROTEÍNAS**

Desde el punto de vista nutricional, la leche representa una fuente de proteínas de alta calidad. Están constituidas principalmente por la caseína, además de cantidades menores de otras proteínas como la albúmina y la globulina, que resultan esenciales para prevenir enfermedades en los jóvenes. Éstas dos últimas se pierden en el suero en el proceso de elaboración del queso, mientras que la caseína se coagula y permanece en los sólidos de la leche (Revilla, 1983).

Formadas por polímeros de L-aminoácidos, además pueden contener otros compuestos. Su estructura básica son aminoácidos unidos por enlaces peptídicos entre cada grupo amino y carboxilo. Las proteínas participan en un gran grupo de reacciones químicas tales como oxidación, reducción, hidrólisis y desaminación entre otras (Revilla, 1985).



**Figura 2.1. Solubilidad de las proteínas de la leche.**

Según la Figura 2.1, si se toma en cuenta las cantidades de diferentes proteínas en la leche, indiscutiblemente la caseína se encuentra en primer lugar, ya que constituye el 80 % de las proteínas lácticas. Además, la caseína es la que le da el color a la leche y juega un papel muy importante en la elaboración de quesos gracias a su coagulación (se precipita fácilmente en medios ácidos), para constituir al final del proceso cerca del 25 % del terminado. Además se observa que el suero posee 1 % de proteína, lo que se puede comparar con el 3,8 % de proteína de la leche (Revilla, 1985).

### **2.1.1.3.- HIDRATOS DE CARBONO**

El hidrato de carbono más importante de la leche es la lactosa, un disacárido formado por los monosacáridos glucosa y galactosa. Su fórmula representativa es  $C_{12}H_{22}O_{12}$ . La lactosa constituye la mitad de los sólidos no grasos y cerca de un 4,8 % del total de la leche.

Además, este hidrato de carbono es el principal factor de maduración y fermentación de los productos lácteos (Revilla, 1985).

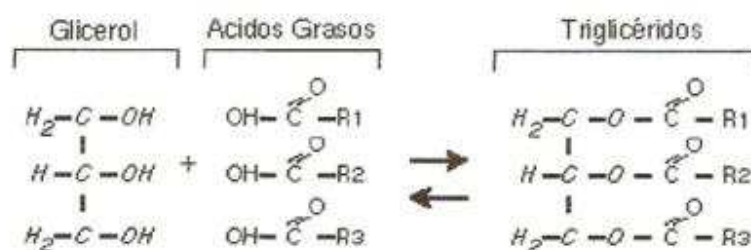
#### **2.1.1.4.- GRASA**

El valor económico de la leche se ve afectado por su contenido de grasa. Por lo general, los esquemas de comercialización de este producto se basan en el nivel de grasa que ésta registra. La leche con un alto contenido de grasa es cremosa, suave y produce una mayor cantidad de mantequilla y queso. Contiene más vitaminas liposolubles tales como las A, D y E, además de constituir una buena fuente de energía (Madrid, 1996).

La grasa de la leche constituye la fuente a partir de la cual se forman algunos componentes que son los responsables en parte del *aroma*, el bouquet y la textura de los quesos, sobre todo en aquellos que tienen que someterse a un proceso de maduración. La influencia de la misma en las características depende no solamente de la variedad del queso elaborado, sino también de las propiedades y composición de la misma. El efecto en los quesos con bajos contenidos de grasa se ve reflejado en el sabor y el aroma; además, tienden a secarse y endurecer rápidamente (Scott, 1991).

La grasa se encuentra en la leche en forma de suspensión de pequeños glóbulos de dimensiones variables de acuerdo con la raza de la vaca. Se cree que es favorable la presencia de glóbulos de diámetro pequeño en la leche cuando se utiliza con el fin de fabricar queso. Por otra parte, los glóbulos grandes se rompen con facilidad y van a parar en el suero y la cuajada dando a la misma un aspecto aceitoso (Madrid, 1996).

Como se mencionó, la grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos, como se observa en la siguiente figura 2.2.



**Figura 2.2 Reacción química de condensación para la obtención de triglicéridos.**

El punto de fusión de la grasa y la consistencia de la mantequilla se determinan por las proporciones de ácidos grasos de diferente longitud de átomos de carbono, La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidos de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal. Ésta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los poli insaturados linoleico y linolénico.

En particular, el ácido butírico es específico para la grasa de la leche de animales rumiantes y es el responsable del sabor rancio cuando es separado del glicerol por acción enzimática

de la lipasa. Los ácidos grasos como mirístico, palmítico, y esteárico constituyen las dos terceras parte de los ácidos grasos de la leche. El ácido oleico es el más abundante ácido graso de la leche (Madrid, 1996).

Los triglicéridos constituyen el 98,3% de la grasa láctea. La distribución de ácidos grasos en la cadena del triglicérido, aunque existan cientos de combinaciones, no está distribuida de manera aleatoria. El patrón de ácido graso es importante cuando se determinan las propiedades físicas de los lípidos y a su vez de los subproductos lácteos.

A temperatura ambiente los lípidos son sólidos, por eso es correcto referirse a estos como "grasa" al contrario del "aceite" que es líquido a temperatura ambiente. Los rangos de temperatura a los que funden los triglicéridos están entre 75° C para el glicerol tributírico y 72° C para la triestearina. La cristalización de la grasa determina la estabilidad de glóbulo graso y la consistencia de los productos lácteos con alto contenido de ésta; sin embargo, el comportamiento de los cristales es también complejo por el amplio rango de diferentes triglicéridos. Hay cuatro formas en las cuales la grasa láctea puede cristalizar; alfa, beta, beta 1 y beta 2, sin embargo, la forma alfa es menos estable y raramente es observada en enfriamiento lento de la grasa (Madrid, 1996).

La grasa tiene un papel importante en la elaboración de quesos ya que no permite que la red que forma la caseína dentro del cuerpo del queso se endurezca y se vuelva difícil de consumir. Por otra parte, la lipólisis de la grasa de la leche en los quesos, contribuye a darle un sabor característico, ya que durante este proceso se producen una serie de ácidos grasos libres. Otra característica importante se observa en algunos quesos con poco contenido de grasa, en donde el agua se evapora más rápidamente, por lo que durante el proceso de



maduración, pierden humedad interna, provocando que se sequen en extremo y se endurezcan (Law, 1997).

Por otra parte, Furtado (2001) menciona que en quesos de características particulares como el Mozzarella, los contenidos de grasa en la leche, están relacionados directamente con la elasticidad típica de este queso. Además, en el queso Mozzarella, el porcentaje de grasa en la leche influye en la separación de ésta en un proceso llamado *oiling off* (separación de la grasa en la superficie del producto) durante la preparación de platos horneados como pizza, que es donde más se utiliza este tipo de quesos.

#### **2.1.1.5.- CENIZAS**

Las cenizas son en realidad los elementos minerales que contiene la leche. Están formadas por los mismos minerales que contiene el mamífero productor, y su cantidad en la leche se ve influenciada por factores de herencia y condiciones alimenticias de dichos mamíferos. Los elementos minerales se encuentran agrupados en macro elementos (Ca, P, Mg, K, Cl, S) y micro elementos (Fe, Cu, Al, Zn, Mn, Co, I, Ni, B, Pb, Cr, F, Br), según sea la cantidad encontrada en la leche. La determinación de estas sales minerales se realiza mediante la incineración (550°C) de la leche, lo que conlleva a la obtención de algunas pérdidas de los minerales más volátiles (Revilla, 1985).

### **2.1.1.6.- VITAMINAS**

La leche es rica en vitaminas, las cuales ayudan a una mejor asimilación de los nutrientes. Las vitaminas más comunes en la leche son la A y D (ambas solubles en grasa), la vitamina C y el complejo vitamínico B (que son solubles en agua) (Madrid, 1996).

### **2.2.- QUESO**

El queso es un producto biológico y natural preparado a partir de leche de mamíferos (vacas, búfalos, ovejas, cabras, etc.) por lo que posee una mezcla de proteínas, grasas, minerales y otros componentes lácteos. Sus características finales dependen en gran parte del proceso que se le da durante la maduración

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

De acuerdo a la composición: “es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre, Roger, 1988).

**Cuadro 2.3 Clasificación y criterios de clasificación de los quesos**

<b>Derivados del suero</b>	<b>Frescos</b>	<b>Semi Madurados</b>
Ricota	Quesillo	Andino
Bebidas	Mantecoso	Dambo
	Fresco	Paria
	Crema	Gouda
	Mozarella	Edam
	Fundido	

### **2.2.1.- LECHE PARA ELABORACIÓN DE QUESOS**

La leche empleada en la elaboración de quesos debe ser de buena calidad, tanto desde el punto de vista químico, como microbiológico. Los niveles de higiene deben ser iguales tanto para la leche líquida de consumo, como para la leche que se destine para la elaboración de quesos. Es importante evitar la presencia de antibióticos ya que inhiben el desarrollo de las bacterias lácticas que se adiciona a la leche en la elaboración del queso (Madrid, 1996).

Debe asegurarse que la misma cumpla con los siguientes requisitos:

- Buena calidad físico-química y microbiológica. Como se discutirá más adelante existen factores que afectan la coagulación de la leche que están ligado a su composición (cantidad de proteínas soluble, balance salino, pH, etc.) por otro lado

la carga microbiana por razones obvias afecta la calidad sanitaria, la inocuidad del queso y la vida útil del mismo.

- Libre de inhibidores (residuos de detergentes, cloro, antibióticos, etc.) especialmente en la elaboración de quesos con la utilización de cultivos lácticos, lo cual no quiere decir que en aquellos que no se utilicen cultivos iniciadores, pueda permitirse la presencia de residuos químicos. Debe recordarse la influencia sobre la salud pública de dichos residuos.
- No debe ser almacenada por largos periodos, preferiblemente debe ser fresca. El almacenamiento prolongado de la leche a temperaturas de refrigeración por supuesto, produce cambios en el balance salino y reducción del tamaño de la micela de caseína por un aumento de la cantidad de caseína soluble ( $\beta$ -caseína) y paralelamente aumenta el grado de hidratación de la micela, todo lo cual se traduce en problemas para la coagulación enzimática de la leche. La mayoría de estos efectos pueden corregirse si la leche se mantiene por 30 minutos a una temperatura de 30-36°C antes de la coagulación. Otro efecto y quizás más perjudicial es el crecimiento de bacterias psicrófilas las cuales en su mayoría tienen la capacidad de producir enzimas lipolíticas y proteolíticas capaces de soportar temperaturas de pasteurización y que alteran los componentes de la leche causando bajas en el rendimiento y alteración de las características organolépticas de los quesos.

## **2.2.2.- PAPEL DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA LECHE EN EL QUESO**

- **Agua:** favorece el crecimiento microbiano y por lo tanto la maduración, afecta la textura, el rendimiento e influye en la vida comercial.
- **Grasa:** influye en la textura, sabor, rendimiento y color de los quesos.
- **Lactosa:** influye en el desuerado, textura, sabor y maduración.
- **Caseína:** influye en el rendimiento, sabor y olor de los quesos.
- **Proteínas del Suero:** contribuyen con el valor nutritivo y la maduración. Pueden afectar la coagulación.
- **Minerales:** participan en la coagulación, influyen en el desuerado y textura de la cuajada.

## **2.2.3 FACTORES INTERDEPENDIENTES QUE PARTICIPAN EN EL RESULTADO Y LA CARACTERIZACIÓN DEL QUESO.**

- a) La composición de la leche.
- b) Factores microbianos (composición de la flora microbiana presente en la leche cruda o la añadida).
- c) Factores bioquímicos (concentración y propiedades de las enzimas presentes).
- d) Factores físico-químicos (temperatura, pH, presión atmosférica)
- e) Factores químicos (proporción de calcio en la cuajada, agua, sales minerales, etc.)
- f) Factores mecánicos (corte, removido y presión mecánica).

## **2.2.4.- HECHOS QUE EXPLICAN LA VARIEDAD DEL QUESO, PROCESOS Y TIPOS DE FABRICACIÓN**

### **2.2.4.1.- HECHOS QUE EXPLICAN LA VARIEDAD DEL QUESO**

- a) La naturaleza de la leche: por la diferencia de la leche de distintas razas o especies y la diferencia en la composición de la leche que dan efecto a las propiedades del queso.
- b) Las formas de preparación diversas, determinadas por las condiciones geográficas, climáticas, económicas e históricas y al avance técnico y medios de comunicación social.

### **2.2.4.2.- PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA LECHE EN QUESO**

La transformación de la leche en queso consta de fundamentalmente de dos procesos: la obtención de la cuajada y su maduración. Estos procesos a su vez se pueden dividir en tres fases esenciales:

- a) **La formación del gel de caseína.** Es el cuajado o coagulación de la leche;
- b) **La deshidratación parcial de este gel por sinéresis,** es decir, por contracción de las micelas que la forman. Es el desuerado de la cuajada;
- c) **La maduración enzimática del gel deshidratado.** Es el afinado o maduración de la cuajada, del que es responsable, la proliferación de determinados microorganismos.

En el caso de los quesos frescos, la fabricación termina con el **desuerado**.

#### **2.2.4.3.- TIPOS DE FABRICACIÓN**

a) **Fabricación artesanal** (tradicional), la cuajada se obtiene añadiendo el cuajo directamente a pequeños volúmenes de leche cruda, aunque existen fábricas artesanales que pasteurizan la leche.

b) **Fabricación industrial**, adopta tratamientos térmicos para higienizar la leche, es más complejo, el proceso sigue los pasos o etapas que se desarrollan en el siguiente punto.

#### **2.2.4.4.- ETAPAS EN LA FABRICACIÓN DEL QUESO**

- Preparación de la leche
- Adición de fermentos
- Coagulación
- Desuerado
- Saldo
- Maduración

#### **2.2.4.4.1 PREPARACIÓN DE LA LECHE**

Se somete a tratamientos para obtener un producto homogéneo y con parámetros óptimos para la obtención del queso que se fabricará.

Tratamientos:

- Filtrado
- Clarificación
- Desnatado o añadido de nata (obtener contenido graso óptimo)
- Homogenización de los glóbulos grasos en el seno de la leche.
- Pasteurización (72°C/15 seg. HTST)

#### **2.2.4.4.2.- FERMENTOS A LA LECHE**

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 cepas: *Streptococcus lactis*, *spp.*, *Diacetylactis* y *leuconostoc. spp.*

- **Termófilos:** 37 – 45 °C Se utilizan cuando la temperatura de calentamiento de la cuajada es elevada (45-54°C). Cepas: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, y *Lactobacillus lactis*.

Con el fermento se logra:

- Proporción de ácido requerido
- Que no se ocasionen sabores desagradables
- Condiciones de sabores buscado
- Preparación tradicional de fermentos mediante siembra diaria de cultivos sin contaminación de bacterias o bacteriófagos (virus que atacan las bacterias)
- Fermentos concentrados, congelados o liofilizados.

Para otras variedades de quesos se inoculan otros microorganismos:

- **Mohos:** en quesos madurados superficialmente (*Penicillium camemberti*) y en los de pasta azul (*Penicillium roqueforti*).
- **Bacterias propiónicas:** productora de ácido propiónicas y CO<sub>2</sub>, responsable de la formación de “ojos” en quesos como Gruyère.
- *Brevibacterium linens*, que constituyen los denominados en ocasiones fermentos del rojo por el color de sus colonias. Se utiliza en los quesos madurados superficialmente por bacterias.

#### 2.2.4.4.3.- COAGULACIÓN

Consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de un coágulo. Tiene lugar debido a la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas (coagulación láctica) y de la actividad del cuajo (coagulación enzimática).

Tipos de coagulación de la caseína

- **La coagulación láctica o ácida** es realizada por las bacterias lácticas presentes en la leche cruda o procedente del fermento, que transforman la lactosa en ácido láctico haciendo descender el pH de la leche, lo que produce la alteración de la caseína hasta la formación de un coágulo.
- **La coagulación enzimática** se produce cuando se añade cuajo a la leche. Durante siglos se ha utilizado en quesería cuajo animal, es decir, el enzima renina extraída del cuarto estómago de los rumiantes lactantes. Las dificultades de aprovisionamiento a nivel mundial de cuajo, junto con el aumento de precio de las preparaciones comerciales del enzima, han favorecido el desarrollo de otros enzimas coagulantes, tanto de origen animal (pepsinas bovinas y porcinas), como de origen microbiano (proteasas fúngicas, etc.) o vegetal (flores de *Cynara cardunculus*, etc.) El cuajo es una enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un “gel” o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior. Igualmente, su actividad proteolítica conduce a la formación de compuestos que serán utilizados por las bacterias del fermento para su multiplicación.

La adición del cuajo a la leche es un punto de considerable importancia en la fabricación de queso. En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica, se utilizan pequeñas cantidades de cuajo y se opera a temperaturas bajas (15-20°C) para evitar la actividad óptima de la enzima. En este caso, el cuajo se emplea más bien para facilitar el desuerado, que por su acción coagulante o por su capacidad proteolítica a lo largo de la maduración. La leche deberá contener los fermentos lácticos necesarios para asegurar la acidificación. En los quesos de coagulación fundamentalmente enzimática (p.ej., Gruyère) se añaden cantidades de cuajo muy superiores y se coagula a temperatura más elevada (30-35°C) para acelerar la formación de la cuajada. En estos quesos, los fermentos no deben desarrollarse de inmediato a fin de que no se acidifique la leche sensiblemente durante la coagulación y durante las operaciones del desuerado. Finalmente, en los quesos de coagulación mixta (p. ej., Camembert) se emplea una cantidad de cuajo considerable a una temperatura que permita el desarrollo óptimo de los fermentos lácticos (28-32°C) y que al mismo tiempo garantice al cuajo unas condiciones de acción bastante favorables.

La firmeza del cuajo y la textura de la cuajada formada dependerán, fundamentalmente, de la cantidad de cuajo utilizado, de la temperatura (velocidad de coagulación máxima a 40-42°C) y de la acidez de la leche.

#### **2.2.4.4.4.- DESUERADO**

Consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada. Para permitir la salida del suero retenido en el

coágulo es preciso recurrir a acciones de tipo mecánico, como son el cortado y el removido, cuya acción se complementa mediante el calentamiento y la acidificación.

- a) **El cortado:** consiste en la división del coágulo en porciones con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, de favorecer la evacuación del suero. Según el tipo de queso, el cortado es más o menos intenso, desde un simple cortado en los quesos de pasta blanda a un corte en pequeños cubos en los de pasta más dura. Por tanto, existe para cada tipo de queso una dimensión óptima del grano.

El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras, de las que existen distintos modelos manuales y mecánicos. Estas últimas se integran las cubas de la elaboración del queso cuando son de volumen considerable.

El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer del coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad.

- b) **Removido:** tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme. Se efectúa con ayuda de agitadores, que al igual que las liras, pueden ser manuales o mecánicos.

**Calentamiento:** La elevación de la temperatura permite disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su contracción. La subida de la temperatura ha de ser lenta y progresiva, ya que si se produce de forma brusca se observa la formación de la superficie de los granos de una costra impermeable que detiene el desuerado. Las temperaturas de calentamiento bajas conducirán a cuajadas con mayor contenido de humedad y, por tanto, con más lactosa, que será utilizada por

las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del período de maduración. Las temperaturas altas

De cocción conducen a una cuajada seca y dura, adecuada para una maduración lenta y prolongada. Así, por ejemplo, en quesos de tipo Gruyère la cuajada se somete a temperaturas de 52-55°C.

Acción de la acidificación: El cortado, la agitación e incluso el calentamiento por sí solos no permiten en la práctica la obtención de una cuajada adecuada a partir de un coágulo. Es necesaria la intervención de un proceso biológico, la acidificación. Las bacterias lácticas permanecen, en su mayoría, retenidas en los granos de cuajado, Su crecimiento y, por tanto, su actividad acidificante, favorece la expulsión de humedad de la cuajada. La acidificación influye de manera determinante en la composición química y en las características físicas de la cuajada.

El éxito de un proceso de fabricación de queso, depende de una combinación juiciosa de estos tres factores; acción mecánica, el calentamiento y la acidificación.

La fase final del desuerado en numerosos procedimientos de fabricación consiste en la realización de otras dos operaciones que. Además de completar el desuerado, confieren al queso su forma definitiva. Dichas operaciones son: el moldeado y el prensado.

#### **2.2.4.4.5.- MOLDEADO Y PRENSADO**

El moldeado, o colocación de la cuajada en moldes, cuya forma y tamaño varían con cada tipo de queso.

El prensado, que se efectúa en prensas de queserías, con las que se ejerce sobre la cuajada determinada presión que puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación.

Las condiciones del prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación, etc.

Así, por ejemplo, en los quesos más intensamente desuerados (Gruyère) las presiones utilizadas alcanzan progresivamente 16 a 18 kg por kg de queso, con una duración de 24 horas como mínimo, mientras que en quesos menos desuerados, se aplican presiones inferiores durante unas pocas horas.

#### **2.2.4.4.6.- SALADO**

Es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. El salado contribuye también a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor 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 a los quesos periódicamente.

#### **2.2.4.4.7.- MADURACIÓN**

Es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. En el caso de los quesos frescos la fabricación se interrumpe en esta fase. Los demás tipos de queso sufren una maduración más o menos pronunciada, que es un fenómeno complejo y más conocido.

La maduración comprende una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos.

#### **2.3.- QUESO FRESCO**

Es el producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada, integral o parcialmente descremada, constituido esencialmente por caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado, que retiene un % de la materia de grasa, según el caso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales.

La producción de queso fresco consiste esencialmente en la obtención de la cuajada, que no es más que la coagulación de la proteína de la leche (caseína) por la acción de la enzima renina o cuajo.

#### **2.4.- ANÁLISIS SENSORIAL**

Casi todos nosotros somos hábiles para detectar y diferenciar a través de nuestros sentidos la riqueza de nuestro entorno y todos sus detalles, y cada percepción individual determina la actitud hacia todas las cosas que existen sobre la tierra. Algunas sensaciones evocan un sentimiento placentero mientras que otras evocan nuestro disgusto o rechazo. Nuestras sensaciones son por lo tanto siempre determinadas por sentimientos de placer, indiferencia o disgusto -aceptación o rechazo-. (Jellinek, 1985).

La apreciación de los alimentos se produce fundamentalmente a través de la percepción sensorial y en las modernas tecnologías, a pesar de disponer de procedimientos de analítica instrumental, cada vez son los científicos más conscientes de la necesidad de potenciar los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que en definitiva son los más adecuados para la valoración final de la calidad de los alimentos (León Crespo y Galán Soldevilla, 1991); ya que el análisis de los componentes químicos y de las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo (Costell y Durán, 1981).



### 2.4.1.- DEFINICIONES

- El Análisis Sensorial o Evaluación Sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Anzaldúa-Morales, 1991).
- Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento” utilizado son personas perfectamente entrenadas (León Crespo, F y Galán Soldevilla, H., 1991).

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico-químico o microbiológico,

Que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegado el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo.

La evaluación de la calidad sensorial de los alimentos cada día cobra más importancia en la industria alimentaria, dado las exigencias del mercado competitivo actual y su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa o entidad productora.

- Control de calidad de materias primas
- Control de calidad de productos finales
- Desarrollo y lanzamiento de nuevos productos

- Comunicación a los consumidores de las características de un producto
- Pruebas de mercado para nuevos productos
- Preferencias del consumidor
- Investigación de factores que influyen en el olor y el aroma de alimentos
- Investigación de aromas, etc.

Si para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento el análisis sensorial se ha demostrado como un instrumento de suma eficacia, cuando ese alimento se quiere comercializar amparado por una denominación de origen o de calidad resulta, en mi opinión, imprescindible, porque además de cumplir los requisitos normales de cualquier alimento, en este caso se le exige algo más y es que posea aquellos atributos característicos que justifican su calificación como producto protegido por la denominación de origen, es decir, que debe tener la personalidad y las señas de identidad que le hacen ser reconocible por su nombre.

#### **2.4.2.- TÉCNICAS**

Las técnicas de análisis sensorial, son técnicas de medición y análisis tan científicas como la estadística, la fisiología, la psicología y otras ramas de la ciencia y aplican los mismos principios que actúan en la selección de dichos alimentos en el mercado. De ahí que, lejos de abandonar estas técnicas, el progreso del análisis de los alimentos radica en su perfeccionamiento, haciendo uso de los conocimientos cada vez más profundos que se

tienen de las verdaderas motivaciones que inciden en la elección de los alimentos y de las modernas tecnologías de análisis aplicables en esta parcela de la tecnología.

Como se considera que el aparato sensorial humano muestra grados de variación de sensibilidad de persona a persona, que cada mundo individual de sensaciones es muy diferente dependiendo del nivel de desarrollo y que la sensibilidad puede ser influenciada fácilmente por circunstancias externas o del medio (Jellinek, 1985), uno de los mayores problemas asociados al análisis sensorial de los alimentos es conseguir que la respuesta humana sea precisa y reproducible. El control de las condiciones, tanto del entorno y de las muestras a analizar como de los sujetos participantes en las pruebas sensoriales, facilitará la obtención de unos resultados objetivos. Es importante destacar también que para valorar un alimento correctamente es necesario conocer bien las características del mismo.

#### Características físicas, visuales y táctiles

- Rugosidad: Percepción de granos en la superficie (Escala: Lisa; Fina; Arenosa; Grosera)
- Humedad en superficie: Percepción de una película líquida en la superficie (Escala: Contacto seco; Débilmente Húmedo; Moderadamente Húmedo; Húmedo)
- Flavor
- Intensidad del olor: es la fuerza del estímulo percibido por encima de la porción de queso, ya sea directamente cuando nos acercamos éste, o cuando lo rompemos en dos cerca de la nariz.
- Intensidad del aroma: es la fuerza del estímulo percibido por vía retronasal cuando el queso se sitúa en la boca.

- Gusto dulce: califica el gusto producido por soluciones acuosas de sustancias tales como la sacarosa.
- Gusto salado: califica el gusto producido por soluciones acuosas de sustancias tales como el cloruro de sodio.
- Gusto amargo: califica el gusto producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina y la cafeína.
- Gusto ácido: califica el gusto producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los cuerpos ácidos.
- Sensación picante: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de picores.
- Sensación Astringente: Califica la sensación trigeminal compleja resultante de la contracción de la superficie de la mucosa de la boca, producida por sustancias como los taninos (ejemplo: kiwi y vinos tintos)
- Sensación Ardiente: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de calor
- Sensación Refrescante: Califica la sensación trigeminal que se manifiesta dentro de la boca en forma de frío.
- Sensación Acre: Califica la sensación trigeminal de irritación de la mucosa situada en la parte posterior de la boca (sensación idéntica a la provocada por el humo)
- Sensación Metálico: Califica un producto que provoca una sensación de picores eléctricos, especialmente sobre la lengua y las encías, y una sensación de dentera.

- Gusto residual (regusto): sensación olfato-gustativa que aparece después de la eliminación del producto y que difiere de las sensaciones percibidas cuando éste estaba en la boca.
- Textura
- Elasticidad: aptitud de la muestra de queso de recuperar rápidamente su espesor inicial después de haber sido comprimido y deformado.
- Firmeza: resistencia que presenta la muestra a un pequeño desplazamiento de las mandíbulas.

Friabilidad: aptitud que presenta la muestra de generar numerosos trozos desde el principio de la masticación.

- Deformabilidad: facilidad que presenta la muestra situada en la cavidad bucal para deformarse de forma sucesiva o estirarse antes de romperse.
- Adherencia: trabajo que es necesario realizar con la lengua para despegar un producto pegado en el paladar y los dientes.
- Cristales: percepción del número de pequeños cristales angulosos eventualmente presentes en el queso (su aplastamiento produce un crujido audible).
- Solubilidad: sensación que se pone de manifiesto cuando la muestra funde muy rápidamente en la saliva.
- Humedad: Percepción del grado de humedad de la muestra.

### **2.4.3.- PRUEBAS AFECTIVAS O HEDÓNICAS**

#### **2.4.3.1.- DEFINICIÓN**

Se entiende por prueba afectiva aquella en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces catadores no entrenados y éstos deben ser consumidores potenciales o habituales del producto (es interesante que su criterio responda a un cierto conocimiento del alimento o bebida a catar) y compradores de esa gama de alimentos.

#### **2.4.3.2 CONCEPTOS BÁSICOS**

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor. El término hedónico proviene del griego *hedond*, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. En consecuencia el objetivo de una prueba hedónica es obtener una respuesta personal, ya sea de aceptación o de preferencia, de un consumidor -potencial o real-, sobre un producto

concreto, una idea o proyecto de producto o simplemente una característica específica del mismo.

Antes de enfrentarnos a un estudio de naturaleza hedónica, debemos plantearnos una serie de cuestiones que nos ayuden a delimitar qué prueba llevar a cabo:

¿Es importante la cantidad de producto que puede ser consumido antes de provocar rechazo en el organismo o por el contrario se trata de un alimento que, a excepción de patologías médicas asociadas a su ingesta, no suele ocasionar cansancio?

¿Queremos comparar entre productos que gozan de cierto renombre en el mercado o pretendemos predecir el éxito de un alimento nuevo?

¿Cuál es la aceptabilidad del alimento entre los consumidores?

¿Se desea saber si el producto responde a las expectativas del consumidor?

¿Nuestro objetivo es conseguir un producto ideal?

Cada una de estas preguntas conduce a un análisis minucioso del problema. En realidad se busca conocer el tipo de comportamiento de un consumidor determinado frente a un producto concreto, esto es:

a. ¿Cuál es la frecuencia de consumo del alimento?

b. ¿En qué cantidades se consume?

c. ¿Se utiliza solo o asociado a otros productos?

d. ¿Crudo o cocinado?

e. ¿En lonchas, exprimido o cortado?

f. ¿Es homogéneo o contiene partículas de diferente tamaño?

g. ¿Se mastica o se disuelve en la boca?

En todas y cada una de estas cuestiones se basa la puesta a punto de la experiencia. En realidad los resultados más efectivos se hallan íntimamente ligados a un excelente diseño del cuestionario y de los protocolos con los que trabaja el encuestado (potencial consumidor). No obstante, no debemos olvidar la importancia de seleccionar cuidadosamente a los jueces catadores. Se debe buscar una población estadísticamente representativa y significativa.

Vayamos por partes. Lo primero que debe quedarnos claro es la diferencia entre dos términos esenciales en las valoraciones hedónicas y de los que hablaremos con toda familiaridad a partir de ahora: aceptabilidad y preferencia. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua define aceptabilidad como cualidad de aceptable, capaz o digno de ser aceptado. Cuando valoramos las cualidades de un alimento se entiende por aceptabilidad la valoración que el consumidor realiza atendiendo a su propia escala interna, a su universo de experiencias. Por tanto, la aceptación intrínseca de un producto alimentario es la consecuencia de la reacción del consumidor ante las propiedades físicas, químicas y texturales del mismo, es decir, su valoración sensorial. Podemos poner un ejemplo claro, si valoramos un café, lo encontraremos más o menos aceptable en función de los distintos tipos de café que hayamos probado, de nuestros conocimientos sobre el producto o incluso de los recuerdos agradables o desagradables asociados a este alimento. El término preferencia aparece como la primacía, ventaja o mayoría que alguien o algo tiene sobre otra



persona o cosa, ya en el valor, ya en el merecimiento. Una segunda acepción habla de elección de alguien o algo entre varias personas o cosas. Por tanto, si transcribimos estos conceptos al campo de la valoración subjetiva de alimentos podremos decir que el consumidor se ve forzado a escoger uno entre varios artículos. En este caso existen multitud de factores que le influyen, desde prejuicios personales hasta principios religiosos.

Sobre la base de lo comentado debe quedar muy claro que un alimento o bebida preferido no tiene por qué ser aceptable, es más, el producto preferido puede tener la misma aceptabilidad que él no preferido. Por tanto, ¿qué parámetros nos ayudarán a medir la aceptabilidad de un alimento?

a.- La actitud positiva hacia el producto. *Este helado me gusta, quiero comprarlo*

b.- La previsión de una utilización real, ya sea porque se ha incrementado la compra o bien por un aumento en el consumo.

c.- Puede medirse por la preferencia o nivel de agrado de un alimento determinado. *De estos dos caramelos prefiero el segundo.* En realidad, como comentábamos anteriormente, las dos definiciones: preferencia y aceptación están altamente correlacionadas aunque su significado pueda variar.

El término preferencia puede definirse como:

a.- La expresión de mayor nivel de agrado. *Este bombón me ha parecido exquisito.*

b.- La elección de un alimento y/o bebida sobre otros. *De todos estos patés, sin duda alguna, me quedo con éste.*

c.- La elección a lo largo de una secuencia psicológica de afectividad (agrado-desagrado). Esta secuencia también afecta al grado de aceptabilidad. *El caramelo marca X me gusta más que el Y porque me recuerda a los que tomaba de pequeño.* Evocando a los profesores Hoff y Janick (1975) una comida satisfactoria complace a nuestro cuerpo pero también a nuestro espíritu y garantiza nuestra calidad de vida.

#### **2.4.3.3.- OBJETIVOS DE UNA PRUEBA HEDÓNICA**

A continuación describimos los principales objetivos de un estudio de carácter afectivo:

**a.-** Determinar el potencial de mercado del producto. Permite conocer las condiciones de venta, el perfil socio-económico del comprador y su poder adquisitivo. Las empresas buscan deliberadamente mejorar sus productos debido a la intensa competencia entre los consumidores. Habitualmente los estudios para verificar el potencial de un alimento o una bebida entre sus futuros compradores los lleva a cabo el Departamento de Marketing, en estrecha relación con los analistas especializados en evaluaciones sensoriales. Resulta muy normal que las empresas soliciten proyectos I+D con el fin de reducir costes, modificando maquinarias o metodologías, y de verificar el impacto del producto al sustituir ingredientes en la fórmula original o al realizar cambios en el procesamiento y la formulación. Sin embargo, tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos puede ser muy arriesgado, mucho más a medida que aumenta el tiempo entre el estudio y su aplicación real. Un ejemplo muy claro lo encontramos en una gran multinacional: Coca-Cola. A principios de los 80 se perfilaba como el refresco líder pero estaba perdiendo mercado frente a Pepsi, por ello promovió el lanzamiento de un producto nuevo; invirtió más de dos años y 4 millones

de dólares antes de escoger la fórmula nueva. Llevó a cabo alrededor de 200.000 pruebas de sabor (estudios hedónicos); en estos test ciegos el 60% de los consumidores escogió la Coca Cola Nueva frente a la vieja y el 52% en lugar de Pepsi. Todo apuntaba a un éxito total, sin embargo no fue así y la empresa tuvo que reaccionar rápidamente para evitar un verdadero desastre, aceleró las actividades perfiladas centrándolas en potenciar la Coca Cola Clásica y colocó el producto nuevo en un papel secundario. Es difícil conocer cuál fue la causa exacta del fracaso, pero probablemente se erró en el diseño de las pruebas hedónicas -quizás una mala elección de los jueces catadores- e indudablemente los cuestionarios no reflejaron fielmente la intención de compra del consumidor.

**b.-** Controlar la calidad de productos ya existentes, lo que permite asegurar la uniformidad del producto, comparar un alimento con sus competidores o asegurar su vida útil, independientemente del punto de fabricación y del lugar de venta. La revista Informaciones Técnicas en su nº 94 del año 2001 muestra una aplicación real del análisis sensorial al control de calidad de la fruta. Uno de los factores que influyen de manera decisiva en la calidad y conservación de este grupo de alimentos es su grado de maduración durante la recolección y su comportamiento post-cosecha. En este sentido los frutos se subdividen en dos grupos: climatéricos (melocotón, manzana) y no climatéricos (cereza, uva de mesa) dependiendo de su sensibilidad al etileno. Uno de los problemas que resaltan es la infructuosidad de utilizar únicamente los denominados índices de madurez, medidas de laboratorio que no guardan una buena correlación con lo que opina el consumidor. Mediante el análisis sensorial se puede determinar el momento óptimo de recolección y establecer los parámetros físicos que coinciden con el máximo grado de satisfacción del juez catador al consumir la fruta.

**c.-** Conocer la aceptación de un nuevo producto en el mercado. Resulta de gran interés saber qué opinión tienen los consumidores sobre él: la forma, el sabor, el tamaño, la relación calidad-precio o las características del envase. En este caso, los test afectivos son premisa esencial para evaluar las críticas de un consumidor que puede y debe mirar, tocar y degustar el alimento. Es fundamental que los catadores respondan a cuestionarios y evaluaciones que confirmen que las características del producto se ajustan –o incluso superan- las expectativas creadas y por supuesto mejoran las cualidades del producto competidor. En los productos optimizados, el cuestionario que debe responder el juez, tras la ingesta del alimento, debe orientarse a la percepción de diferencias achacables a los cambios acometidos.

**d.-** Identificar factores de especial importancia para el empresario. Sin género de dudas, una de las mayores partidas presupuestarias de las empresas de alimentos va destinada a la búsqueda y mantenimiento de la competitividad de la empresa, el tipo de mercado al que va destinado y el volumen de ventas. Un producto puede llegar a venderse muy bien por su sabor, su precio y su aspecto externo, la promoción y las campañas publicitarias de lanzamiento y continuidad, su disponibilidad en almacenes y locales de venta habitual o, simplemente, por una combinación lineal de todos estos factores.

**e.-** Intentar la mejora, la optimización de un producto, una búsqueda infatigable de las empresas. El término optimizar va unido a la manipulación del alimento: añadir, eliminar o modificar ingredientes y atributos. Obviamente si queremos que un producto tenga éxito la premisa esencial es ofrecer al consumidor lo que desea. Por tanto, si conocemos su opinión y qué aspectos deben mejorarse la tarea se facilita enormemente. Desde luego no sólo se trata de perfeccionar los aspectos deseables, sino de reducir los indeseables. ¿Cómo puede

una empresa de alimentos variar estas características? La respuesta es muy sencilla: Intensificando un aroma que nos gusta (limón, chocolate, café, fresa), aumentando una propiedad específica (el carácter crujiente de los cereales) o reduciendo los factores negativos (la humedad en el tabaco). También pueden minimizarse los edulcorantes que matizan el sabor y ensalzan la percepción de notas artificiales. Un ejemplo típico que todos conocemos es la evolución de los zumos de naranja envasados; poco a poco se ha pasado de productos que escasamente recordaban el jugo de las naranjas recién exprimidas a otros mucho más agradables. Del mismo modo, es posible mejorar la percepción de aspectos básicos: el envase de un vino debe favorecer la percepción de su fragancia o el brillo de una manzana hacerla más atractiva.

**f.-** Averiguar, igualmente, el efecto de las campañas publicitarias y los programas educacionales lanzados por Ayuntamientos, Concejalías, Consejerías y otros organismos públicos.

#### **2.4.3.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACEPTABILIDAD Y/O PREFERENCIA POR UN ALIMENTO**

Existen numerosos elementos determinantes en la aceptabilidad o preferencia de un producto, elementos que pueden influir por sí solos o interaccionar entre ellos. Podemos subdividirlos en dos grandes grupos: Características del alimento o bebida y Características del producto.

#### 2.4.3.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTO DISPONIBILIDAD

Como mencionábamos anteriormente, resulta básico que sea fácil encontrar el producto en las zonas habituales de compra para el consumidor, de ahí que uno de los objetivos mayoritarios de todas las empresas de alimentos sea ampliar sus puntos de venta.

- **Utilidad.** Todos conocemos productos que han sido lanzados al mercado con mayor o menor esplendor (electrodomésticos, diseños vanguardistas de telefonía móvil, cosmética) y que han fracasado entre los consumidores por su escasa utilidad. Sin embargo es mucho más difícil valorar el concepto de utilidad aplicado a un alimento o bebida. Por alimento útil se entiende aquel que resulta imprescindible en una dieta –por el aporte de vitaminas, nutrientes esenciales, proteínas o carbohidratos-, que puede ejercer un efecto beneficioso sobre nuestra salud o nuestro aspecto físico o que puede ayudar a reducir una enfermedad. En este sentido los denominados nutracéuticos abren un abanico futurible de posibilidades. Pongamos un ejemplo, si una persona adquiere un determinado fruto seco con la única intención de reducir su nivel de triglicéridos, el alimento perderá su utilidad en el momento que un estudio analítico revele su infructuosidad. Distinto sería que los motivos que nos hubieran llevado a adquirir este determinado fruto seco fueran sus cualidades sensoriales.

- **Conveniencia.** La conveniencia se diferencia básicamente de la utilidad porque se introducen factores económicos. *¿Nos conviene gastar dinero en este producto o podríamos destinarlo a otro fin?*

- **Precio.** Sin duda alguna es uno de los factores más limitantes para la libertad con la que el consumidor escoge el producto y puede ser origen de una diferenciación social. El hombre tiene una disponibilidad limitada de recursos económicos para el consumo, determinada por

su nivel de renta y por la existencia de unos precios que debe pagar para acceder a aquello que desea. Si la comida fuera gratuita, el problema del consumo única y exclusivamente se reduciría al agotamiento de los bienes disponibles.

- **Uniformidad, estabilidad y almacenamiento.** Los productos poco estables, que requieren de unas condiciones de almacenamiento y conservación peculiares suelen tener poco éxito entre la población.

- **Valor nutricional.** Es un factor muy en alza en este milenio. De hecho, existe un nuevo perfil de consumidor en la Unión Europea, cada vez más preocupado por el valor cualitativo y dietético de los alimentos.

- **Propiedades sensoriales** a. Aspecto. Juega un papel esencial a la hora de la compra. Todos buscamos un color adecuado en la carne y en el pescado, examinamos la ausencia de desperfectos en productos lácteos o vigilamos que los envases y latas no sufran deterioros.

b. Olor. Es un aspecto importante, pero suele afectar normalmente una vez realizada la compra, cuando el consumidor está en casa y prueba el producto.

c. Aroma y sabor. Indudablemente son las propiedades sensoriales determinantes. Si el producto no nos gusta, no volveremos a adquirirlo más.

d. Textura. Adquiere mayor importancia en algunos alimentos: la dureza de una ternera, la fibrosidad de los espárragos y las judías verdes, el carácter crujiente de los cereales, etc.

#### **2.4.3.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMIDOR**

- **Preferencias regionales, por nacionalidad o raza.** Está claro que en determinadas zonas existe una especial predilección por algunos alimentos, ya sea por tradición o porque la producción es abundante, tal es el caso del café, los huevos blancos o marrones, el aceite de oliva o de girasol. También existen preferencias unidas a la nacionalidad: ahumados y países nórdicos, pasta e Italia, etc. No obstante, este factor tiende a disminuir porque la movilidad de la población es mucho mayor que hace unas décadas, existe una mayor disponibilidad de alimentos de otras culturas y países y un gran impacto de la publicidad (la televisión, la radio, la prensa escrita y el medio de masas por excelencia del Siglo XXI: Internet).

- **Edad y sexo.** La edad puede afectar a la preferencia por ciertos productos: dulces en niños, salados y amargos en adultos, mientras que la influencia del sexo depende del producto y de la cultura a la que pertenezca el individuo. Por supuesto, en los países desarrollados estas diferencias se atenúan o tienden a desaparecer.

- **Religión y educación.** Todos conocemos las recomendaciones y orientaciones, en materia alimenticia, de algunas religiones. Se trata de una opción libre y como tal la entendemos. En cuanto a la educación se convierte en un factor primordial; es muy fácil que los niños se nieguen a consumir pescado y verduras, pero la constancia y el estímulo de los padres junto a la elaboración de platos atractivos pueden cambiar su comportamiento futuro. Sin duda alguna, nuestros hábitos alimentarios forman parte de la vida cultural y afectiva y se forjan en la infancia; por ello es conveniente acostumbrar a los niños al consumo de una dieta



variada y enseñarles unos conocimientos mínimos de nutrición, dada la estrecha relación alimentación/ estado físico/ desarrollo mental. En la edad adulta los programas educacionales suelen surtir un efecto diverso; no hay que olvidar que es difícil cambiar hábitos y costumbres adquiridos a una edad temprana.

- **Motivación psicológica.** Engloba creencias propias y ajenas, actitudes y expectativas y se encuentra innegablemente condicionada por la publicidad.

- **Motivación fisiológica.** Incluye determinadas necesidades fisiológicas. Es indudable que tener sed o hambre eleva, por encima de otras prioridades, la necesidad de adquirir una bebida o una comida. También podemos incluir determinadas patologías: la urgencia de consumir un determinado alimento consecuencia de una hipoglucemia o una descompensación de la presión arterial.

## **2.4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

### **2.4.4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA.**

Es el contraste de homogeneidad de tres o más medias muestrales que se realiza mediante un análisis de variabilidad entre esas medias. (Kazmier 1998)

González (1994b), Es un procedimiento aritmético que consiste en desdoblar una suma de cuadrados totales, en fuentes de variación reconocidas, incluyendo la variación que no se ha podido medir, fuente de variación a la que se conoce como residuo o error experimental.

El análisis de varianza es utilizado en todos los campos de investigación, cuando los datos son medidos cuantitativamente, es decir, cuando las observaciones se hallan en forma de números

#### **2.4.4.2. GRADOS DE LIBERTAD.**

Quintana (1996), expresa que el concepto es matemático y lo define como el número de valores que una variable puede tomar libremente. Así, el número de grados de libertad de un estadístico es igual al número de observaciones independientes en la muestra, menos el número  $K$  de parámetros que deben ser estimados utilizando las mismas observaciones de la muestra.

González (1994b), también define a los grados de libertad como al número de comparaciones independientes menos uno, que puede hacerse en un juego de datos. En general, se dice que es el número de comparaciones independientes, menos el número de restricciones impuestas, que puede hacerse en un grupo de datos.

$$GL = n - 1 \qquad (2.1)$$

#### **2.4.4.3. VARIANZA.**

Es el cuadrado de la desviación típica y todas las propiedades de ésta, se aplican a aquellas. Estadísticamente, se define a la variancia como la suma de cuadrados de las desviaciones de un grupo de números con respecto a su media, dividida por el número de desviaciones menos uno. (González, 1994b)

$$V = SC / GL \quad (2.2)$$

#### **2.4.4.4. DISTRIBUCIÓN F.**

Según Kazmier (1998), la variable F es también un estadígrafo de contraste y se define como el cociente de las estimaciones insesgadas de dos varianzas de población. Este cociente tiene varias aplicaciones entre ellas: el contraste de igualdad entre dos varianzas y el contraste de igualdad entre tres o más medias. Ver Anexo 6

$$F_{\text{calculado}} = V_v / V_r \quad (2.3)$$

$$F_{\text{tabla}} = N^\circ \text{ de muestras} / GL_r \quad (2.4)$$

#### **2.4.4.5. DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA**

Es la prueba más fácil de calcular y, probablemente, la más comúnmente usada para comparar pares de medias de tratamiento

$$\text{DMS} = \varepsilon \times \text{RES} \quad (2.5)$$

Donde:  $\varepsilon$  es el error estándar y

RES: rangos estudentizados

#### **2.4.4.6. MÉTODO DE TUKEY.**

Es un procedimiento similar a la diferencia mínima significativa, en cuanto se refiere a que es necesario un solo valor para determinar la significación de las diferencias. Es una prueba de gran adaptabilidad y superior a la diferencia mínima significativa, porque la unidad considerada es el experimento mínimo. (González 1994a)

Hines *et al.* (2005), considera que el método de comparación múltiple de Tukey necesita solamente un valor tabular. Este valor tabular se obtiene de una tabla estadística llamada: Puntos porcentuales de estadísticas de rangos estudentizados. Esta tabla existe para los niveles de significación de 1% y 5 %.

Para buscar el valor tabular en la mencionada tabla, se debe de disponer primero de las 3 informaciones siguientes:

- (a) El nivel de significación que será usado
- (b) El número de tratamientos que tiene el diseño
- (c) el valor numérico de grados de libertad

#### 2.4.4.7. DISTRIBUCIÓN “T” DE STUDENT.

Para Quintana (1996), la distribución t de *student* es simétrica como la normal y depende de los grados de libertad de la variancia muestral, es decir hay muchas distribuciones, una para cada tamaño de muestra. Conforme más grande es la muestra (mayor número de grados de libertad), mas se aproxima la distribución t a la normal estándar y en el límite ambas son iguales.

La distribución t tiene las siguientes características:

- a) La variable t tiene la distribución t de student si la población de donde proviene la muestra tiene distribución normal
- b) El intervalo de la variable t se extiende de  $-\infty$  a  $+\infty$
- c) La distribución es unimodal y simétrica respecto a 0
- d) Es más achatada que la distribución normal estándar
- e) Cuando el tamaño n de la muestra aumenta, se aproxima a la distribución normal con promedio igual a 0 y variancia igual a 1.

En la tabla de probabilidades de la distribución t de *Student* lo que se presenta son los valores de la variable t, dejando la marginal derecha para señalar los grados de libertad y la marginal superior para indicar ciertas probabilidades de uso más frecuente. Ver anexo 7

El parámetro v (número de grados de libertad) en la distribución t de *Student* es igual al número de grados de libertad del estimador de la variancia, en este caso  $n - 1$ . De esta manera, se define una distribución t de *Student* con n-a grados de libertad para cada tamaño posible de la muestra.

## CAPITULO III.- METODOLOGÍA

### 3.1.- ELABORACIÓN DEL QUESO CRIOLLO

#### 3.1.1.- UBICACIÓN

El queso criollo fue elaborado en la hacienda “El Tamarindo”, ubicada en el sitio denominado La Segua, perteneciente a la parroquia San Antonio del cantón Chone, en la provincia de Manabí, Ecuador.

#### 3.1.2.- MATERIA PRIMA

**Cuadro 3.1 Materia prima utilizado para la elaboración del queso criollo**

<b>Materia Prima</b>	<b>Características</b>
Leche	Proveniente de la lechería de la hacienda “El Tamarindo”, específicamente del hato ganadero doble propósito de dicha hacienda
Alcohol	Con una concentración de 80% distribuida por Ecuaquimica
Sal	De la marca Cris-Salero, la cual es fortificada con yodo. Proveniente de la empresa Ecuasal.
Enzima	Se utilizó renina, la cual está presente en el cuajo líquido Chymogen de la casa comercial CHR Hansen. Se debe mantener en refrigeración

### 3.1.3.- MATERIALES

**Cuadro 3.2. Materiales usados para la elaboración de queso**

<b>MATERIALES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Marmita	De acero inoxidable fabricados por la casa comercial Huvifa con una capacidad para 260 litros de leche
Termo lactodensímetro	De marca Gerber. Tiene un rango de temperatura de 10°C a 52 °C y la densidad la tiene en una escala propia, la cual se puede observar en una tabla que trae el producto
Pistola de alcohol	De acero inoxidable marca Imusa
Filtro	De acero inoxidable con laminas tipo papel filtro marca Imusa
Lira para quesos	De acero inoxidable con hilos de nylon fabricado la casa comercial por Huvifa
Moldes	De acero inoxidable de tamaño rectangular fabricado por la casa comercial Huvifa
Empacadora al vacío	Es semi industrial marca Oster

### 3.1.4 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL QUESO CRIOLLO

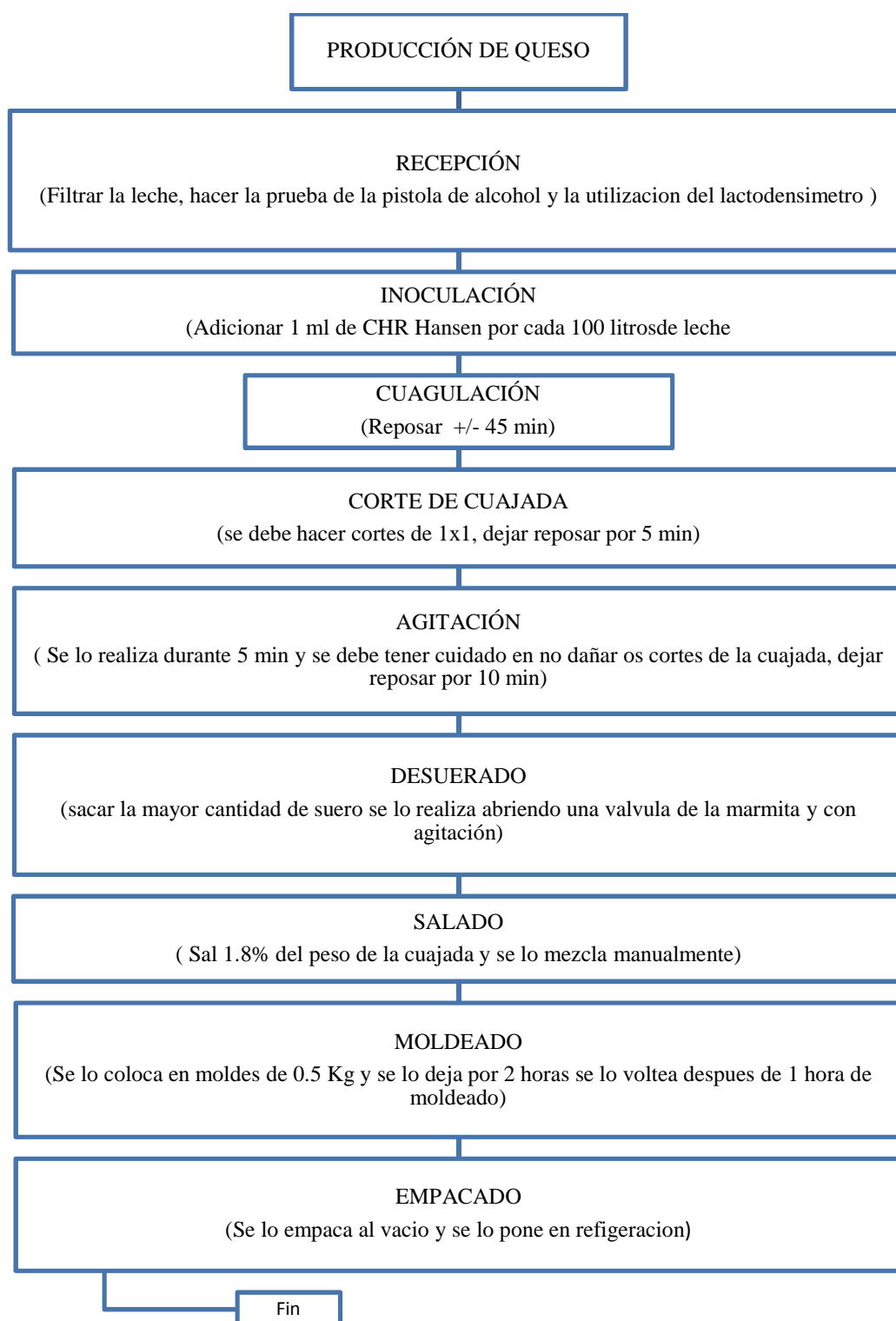


Figura 3.1 Diagrama de flujo de la elaboración del queso criollo



### **3.2.- CARACTERIZACIÓN DE QUESO CRIOLLO**

Para la caracterización del queso criollo se tomó en cuenta dos tipos de análisis: uno químico y el otro microbiológico.

#### **3.2.1.- UBICACIÓN**

Los análisis tanto químico como microbiológico se los realizaron en los laboratorios bromatológicos y microbiológicos pertenecientes a la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM) que tiene la certificación del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) para desarrollar dichos parámetros. Estos análisis fueron realizados bajo la norma INEN 1 528 (ANEXO 1). La ESPAM se encuentra ubicada en el cantón Calceta de la provincia de Manabí

#### **3.2.2 ANÁLISIS QUÍMICO**

Se realizaron pruebas de proteína, grasa, cenizas y humedad para poder ver la calidad del producto y la caracterización del mismo. Dichos resultados fueron comparados con dos productos que hay en el mercado nacional. El cuadro 3.3 muestra los parámetros, métodos y normas utilizados para la caracterización del producto.

**Cuadro 3.3 Parámetros, métodos y normas químicos para quesos frescos**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA</b>
PROTEÍNA	Destilación micro-Kjeldahl	INEN 465
GRASA	Bligh & Dyer	GERBER1985
CENIZA	Cenizas totales por calcinación seca	INEN 467
HUMEDAD	Calentamiento en estufa	INEN 464

**Fuente: ESPAM**

### **3.2.3.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Los análisis microbiológicos se realizaron para determinar la cantidad de microorganismos presentes en el producto. Los análisis realizados fueron los siguientes: número más probable en alimento (NMP), recuento total de hongos y determinación de salmonella. En el cuadro 3.4 se demuestra el parámetros, método y norma que se utilizados para el análisis.

**Cuadro 3.4 Parámetros, métodos y normas del análisis microbiológico para quesos frescos**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA</b>
NMP	Thompson	INEN 1 529
RECuento TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS	Placas petrifilm	INEN 1 529
SALMONELLA	Cultivo de salmonella	INEN 1 519

### 3.3.- ANÁLISIS SENSORIAL

#### 3.3.1.- UBICACIÓN

Los análisis sensoriales se realizaron en el campus de la Universidad Católica del Ecuador sede regional Manabí ubicado en el sitio garrapata de la ciudad de Chone. En la cual participaron estudiantes, profesores y funcionarios de dicha institución. Estas evaluaciones se realizaron el día 26 de julio a las 9 de la mañana, en un lugar claro y ventilado como es el laboratorio de lácteos de la Universidad Católica.

#### 3.3.2.- MATERIALES

**Cuadro 3.5. Materiales utilizados en el análisis sensorial.**

<b>MATERIALES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Queso criollo	2 fundas de aproximadamente 0.5 Kg de peso los cuales se cortaron en cubos de 2x2x2
Queso Católica	2 fundas de aproximadamente 0.5 Kg de peso los cuales se cortaron en cubos de 2x2x2
Queso Akí (Floralp)	2 fundas de aproximadamente 0.5 Kg de peso los cuales se cortaron en cubos de 2x2x2
Rey queso	2 fundas de aproximadamente 0.5 Kg de peso los cuales se cortaron en cubos de 2x2x2
Cuchillo	De cocina marca tramontina
Trinches	2 paquetes cada uno de 100 unidades, de plástico marca plastidor
Platos	4 paquetes de 50 unidades cada uno, desechables pequeños marca serviplast
Vasos	4 paquetes de 50 unidades cada uno, desechable de 25 onzas marca serviplast
Agua	1 galón de agua purificada marca Pure Water

### **3.3.3.- CARACTERÍSTICAS DEL ANÁLISIS SENSORIAL**

Los parámetros que se evaluaron en el panel sensorial fueron sabor, color, olor, textura y apariencia general. El análisis sensorial fue de aceptación y se utilizó una escala hedónica (ver anexo 2), que permitió medir el grado de aceptación del encuestado. Dicha escala no presenta numeración ni estructura, sólo señala los extremos donde se indica el agrado o desagrado (me gusta mucho o no me gusta). Posteriormente la escala hedónica se transformó en escala numérica (0 - 5) para medir la respuesta.

El panel fue constituido por profesores, alumnos y funcionarios de dicha universidad. Para efectos estadísticos, el número de jueces fue de 42 personas. Se realizó un entrenamiento del panel el mismo día del análisis. Además las personas seleccionadas para el panel fueron consumidoras de queso fresco o lo habían consumido en algún momento.

### **3.3.4.- INTERPRETACION DE DATOS**

Este consistió en el cálculo de los grados de libertad, varianza, obtención del F, compararlo con las tablas y en el caso de existir diferencia significativa, comprobar si estas en realidad lo son, mediante la prueba de Tukey para lo cual se calcula el error estándar.

## **CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1.- ELABORACIÓN DE QUESO CRIOLLO**

Se elaboró el queso criollo a partir de de 100 litros de leche con lo cual se obtuvo 39 bloques rectangulares con bordes regulares y caras lisas de un peso aproximado de 0,5 kilogramos cada uno, teniendo un rendimiento aproximado de 2,8 litros de leche por cada 0,5 kilogramos de queso. El queso tuvo una coloración blanca cremosa, con una textura suave no esponjosa.

En la leche que se utilizó para la elaboración de queso no se le realizó ningún tratamiento térmico, en las pruebas de control de la pistola de alcohol salió negativa y se inicio el proceso de elaboración a una temperatura de 32 grados centígrados y con una densidad de 27 en la escala del termo lactodensímetro.

Una de los procesos más importantes en la elaboración del queso es la mezcla del queso con la sal la cual se lo hace en forma manual masajeando la cuajada junto con la sal hasta que esta última se disuelva completamente con la cuajada, no hay que dejar ningún grano sin disolver.

Como se sella al vacío el queso no hay problema no desprende el suero en la funda que es uno de los problemas más grandes que tiene en su etapa de comercialización.

## 4.2.- CARACTERIZACIÓN DEL QUESO CRIOLLO

### 4.2.1.- ANÁLISIS QUÍMICO

En el cuadro número 4.1 se detallan los resultados del análisis químico hecho en la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM (ver ANEXO 3) al queso fresco, también se toman los datos presentes en las etiquetas comerciales de los otros productos que se utilizaron en el análisis como son el queso Akí elaborado por Floralp) y Rey Queso elaborado por Agrícola Ganadera Rey Sahiwal AGR.

**Cuadro 4.1 Resultados comparativos del análisis químico de queso criollo**

	<b>CRIOLLO</b>	<b>FLORALP</b>	<b>REY QUESO</b>
<b>PROTEÍNA</b>	23,13	16,6	26,6
<b>GRASA</b>	30,1	16,66	36,6
<b>CENIZA</b>	4,03	3,2	3,8
<b>HUMEDAD</b>	50,61	53,21	52,18

Según la norma INEN 1 528 (ver ANEXO 1) el queso criollo estaría dentro del tipo de queso fresco común por su contenido de humedad que es menor a 65%, por su contenido de grasa el queso criollo estaría dentro del rango de queso fresco semigraso.

El contenido de grasa y de proteína obtenido en el análisis fue muy similar al queso de Rey leche, ya que la leche con la que se elabora estos quesos provienen de vacas de doble propósito las cuales poseen un nivel más alta de proteína y sobretodo de grasa en cambio la leche con que se elabora el queso floralp es 100 % de vaca holstein las cuales tiene un más bajo nivel de los parámetros anteriormente descritos.

#### 4.2.2.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En el cuadro número 4.2 se observan los resultados obtenidos en el laboratorio y se tomaron como referencia los datos de la norma INEN los cuales indican los valores permitidos en los análisis microbiológicos del queso fresco.

**Cuadro 4.2 Resultados del análisis microbiológico del queso criollo**

	<b>UNIDAD</b>	<b>QUESO CRIOLLO</b>	<b>INEN 1 529</b>
<b>NMP BACTERIAS</b>	Colonias/g	2400	4000
<b>HOGOS Y LEVADURAS</b>	UFC/g	48000	50000
<b><i>SALMONELLA</i></b>	Colonias/25g	0	0

El queso criollo elaborado sin el proceso de pasteurización según los análisis microbiológicos hechos en la ESPAM (ver ANEXO 4) está en marcada dentro de las normas INEN teniendo así la misma calidad microbiológica que los quesos que se venden comercialmente dentro del país.

El NMP de bacterias lo máximo permitido en las normas INEN es de es 4000 colonias por gramo, el queso criollo posee 2400 colonias/g, lo cual está por debajo de las normas establecidas en el país, también se encontraron grupos aislados de *Citrobacter* sp.

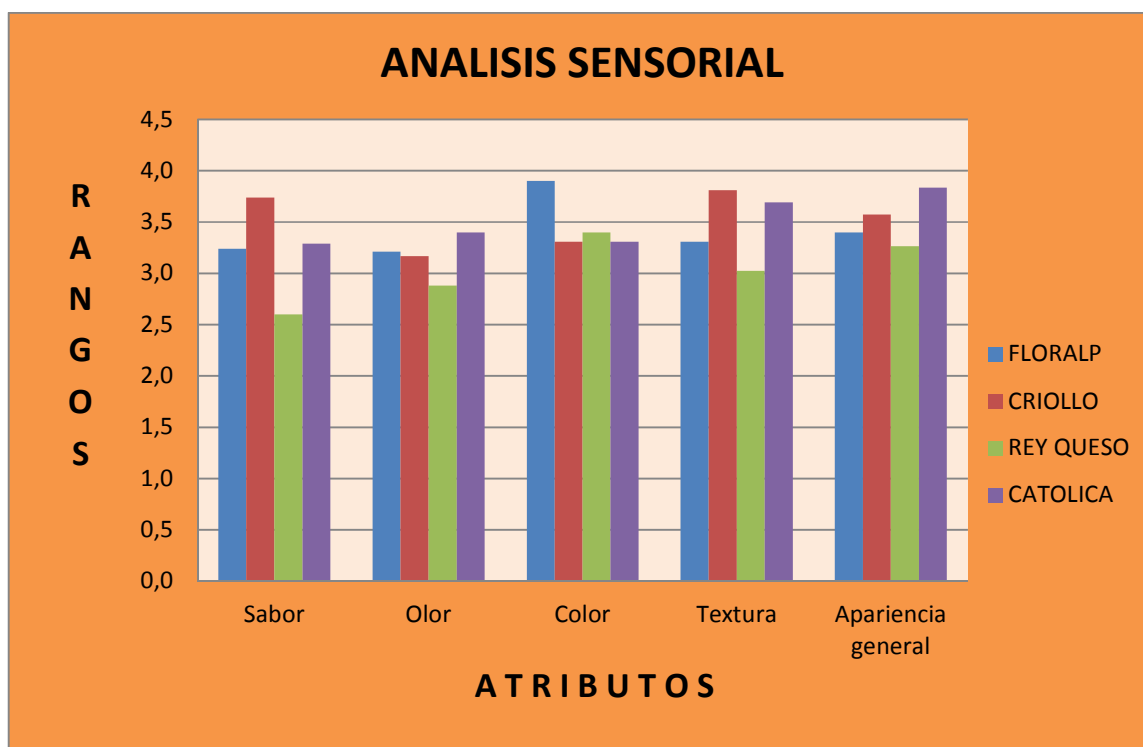
El cultivo de salmonella salió negativo como lo marca la norma y el recuento total de hongos y levaduras salió en 48.000 UFC por gramo lo cual está debajo de la norma

permitida que es de 50.000 UFC por gramo con grupos aislados de *Aspergillus* sp. y de *levaduras* sp.

#### 4.3.- ANÁLISIS SENSORIAL

En el análisis sensorial que se realizó al queso criollo se evaluaron características como: sabor, textura, color olor y apariencia general, mediante una prueba de escala hedónica. Las tabulaciones y el análisis estadístico del análisis sensorial se lo puede observar en el ANEXO 5. En la figura 4.1 se pueden observar los gráficamente en forma general los resultados obtenidos de las diferentes variables teniendo como rangos los valores del promedio.

Figura 4.1 Análisis sensorial del queso criollo





El análisis sensorial con respecto a la diferencia significativa entre las distintas muestras de queso fresco se la puede visualizar en el cuadro 4.3 donde se muestra si hay una diferencia significativa entre las muestras y de acuerdo a las características que se usaron como referencia para dicho análisis.

**Cuadro 4.3 Diferencias significativas de los diferentes tipos de queso fresco**

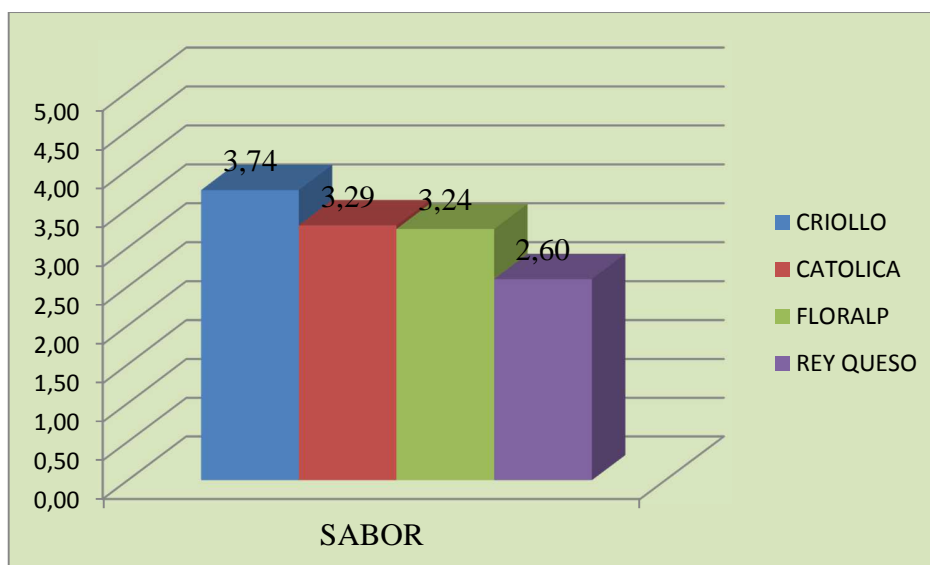
<b>Grupos</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Apariencia general</b>
<b>FLORALP</b>	3,24 <sup>AB</sup>	3,21 <sup>A</sup>	3,90 <sup>A</sup>	3,31 <sup>AB</sup>	3,40 <sup>A</sup>
<b>CRIOLLO</b>	3,74 <sup>A</sup>	3,17 <sup>A</sup>	3,31 <sup>A</sup>	3,81 <sup>A</sup>	3,57 <sup>A</sup>
<b>REY QUESO</b>	2,60 <sup>B</sup>	2,88 <sup>A</sup>	3,40 <sup>A</sup>	3,02 <sup>B</sup>	3,26 <sup>A</sup>
<b>CATÓLICA</b>	3,29 <sup>AB</sup>	3,40 <sup>A</sup>	3,83 <sup>A</sup>	3,69 <sup>AB</sup>	3,83 <sup>A</sup>

<sup>A B</sup> Letras iguales indican que no hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

#### **4.3.1 ANÁLISIS SENSORIAL EN EL PARÁMETRO DEL SABOR**

Los resultados que se obtuvieron después de realizar los cálculos estadísticos (Ver Anexo 5) en el parámetro del sabor arrojo que en el promedio de los jueces el queso criollo obtuvo el primer lugar en las preferencias y el producto rey queso el último lugar como se puede observar en la figura 4.2.

**Figura 4.2 Análisis sensorial del sabor**



La única diferencia significativa que existe entre las muestras es la existente entre el queso criollo y rey queso como se lo demuestra en el cuadro 4.4 ya que la diferencia de los promedios de estas dos muestras es mayor a la obtenida en el cálculo estadístico de tukey.

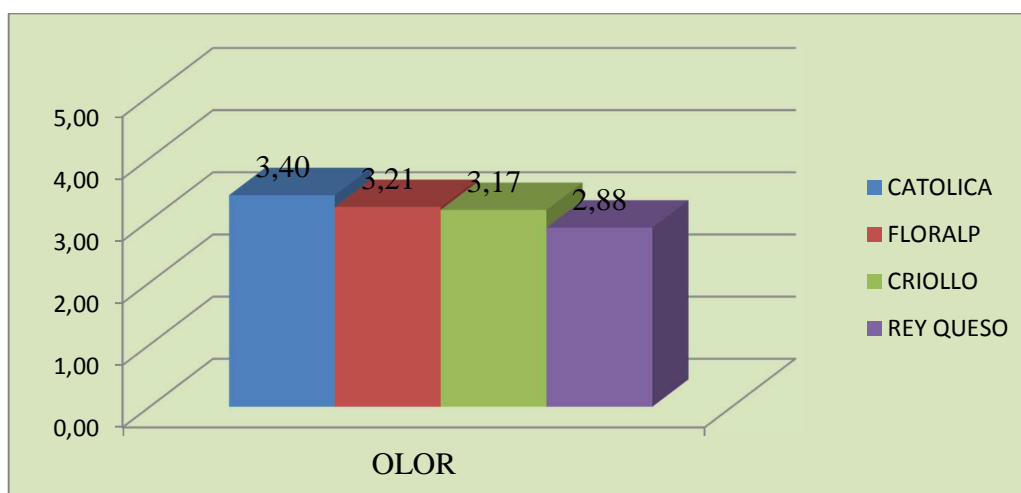
**Cuadro 4.4 Diferencia Significativa del Sabor**

	CRIOLLO	CATOLICA	FLORALP	REY QUESO
	3,74	3,29	3,24	2,60
CRIOLLO	0	0,45	0,50	<b>1,14</b>
CATOLICA	0,45	0,00	0,05	0,69
FLORALP	0,50	0,05	0,00	0,64
REY QUESO	<b>1,14</b>	0,69	0,64	0,00
1,14 > 0,75 si existe diferencia significativa				

### 4.3.2 ANÁLISIS SENSORIAL EN EL PARÁMETRO DEL OLOR

Los resultados que se obtuvieron después de realizar los cálculos estadísticos (Ver Anexo 5) en el parámetro del sabor arrojo que en el promedio de los jueces el queso católica obtuvo el primer lugar en las preferencia y el producto rey queso el último lugar como se puede observar en la figura 4.3.

**Figura 4.3 Análisis sensorial del Olor**



No existe una diferencia significativa entre todas las muestras como se observa en el cuadro 4.5 ya que ninguna diferencia entre los promedios fue mayor a la obtenida en el cálculo estadístico de tukey

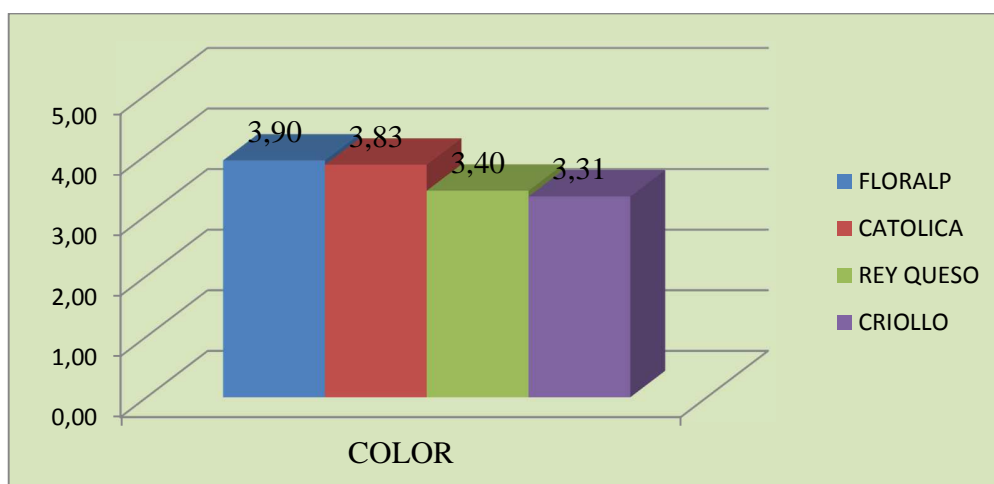
**Cuadro 4.5 Diferencia Significativa del Olor**

	CATOLICA	FLORALP	CRIOLLO	REY QUESO
	3,40	3,21	3,17	2,88
CATOLICA	0	0,19	0,24	0,52
FLORALP	0,19	0,00	0,05	0,33
CRIOLLO	0,24	0,05	0,00	0,29
REY QUESO	0,52	0,33	0,29	0,00
0,52<0,74 NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA				

### 4.3.3 ANÁLISIS SENSORIAL EN EL PARÁMETRO DEL COLOR

Los resultados que se obtuvieron después de realizar los cálculos estadísticos (Ver Anexo 5) en el parámetro del sabor arrojo que en el promedio de los jueces el queso Floralp obtuvo el primer lugar en las preferencias y la muestra de queso criollo obtuvo el último lugar como se puede observar en la figura 4.4.

**Figura 4.4 Análisis sensorial del Color**



No existe una diferencia significativa entre todas las muestras como se observa en el cuadro 4.6 ya que ninguna diferencia entre los promedios fue mayor a la obtenida en el cálculo estadístico de tukey.

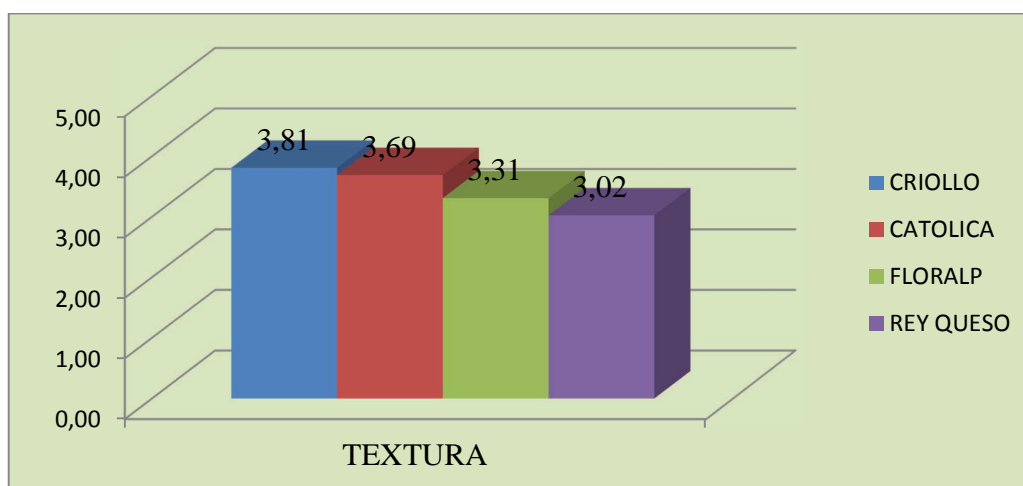
**Cuadro 4.6 Diferencia Significativa del Color**

	FLORALP	CATOLICA	REY QUESO	CRIOLLO
	3,90	3,83	3,40	3,31
FLORALP	0	0,07	0,50	0,60
CATOLICA	0,07	0,00	0,43	0,52
REY QUESO	0,50	0,43	0,00	0,10
CRIOLLO	0,60	0,52	0,10	0,00
0,60<0,66 NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA				

#### 4.3.4 ANÁLISIS SENSORIAL EN EL PARÁMETRO DEL TEXTURA

Los resultados que se obtuvieron después de realizar los cálculos estadísticos (Ver Anexo 5) en el parámetro del sabor arrojo que en el promedio de los jueces la muestra queso Criollo obtuvo el primer lugar en las preferencias y la muestra de queso Rey queso obtuvo el último lugar como se puede observar en la figura 4.4.

**Figura 4.5 Análisis sensorial del Textura**



La única diferencia significativa que existe entre las muestras es la existente entre el queso criollo y rey queso como se lo demuestra en el cuadro 4.7 ya que la diferencia de los promedios de estas dos muestras es mayor a la obtenida en el cálculo estadístico de tukey.

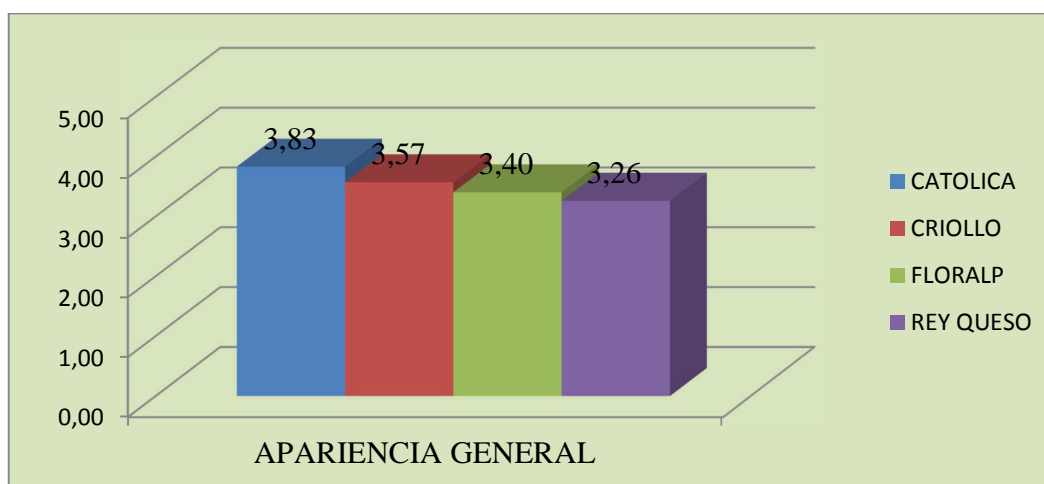
**Cuadro 4.7 Diferencia Significativa del Textura**

	CRIOLLO	CATOLICA	FLORALP	REY QUESO
	3,81	3,69	3,31	3,02
CRIOLLO	0	0,12	0,50	0,79
CATOLICA	0,12	0,00	0,38	0,67
FLORALP	0,50	0,38	0,00	0,29
REY QUESO	0,79	0,67	0,29	0,00
0,79>0,71 SI HAY DIFRENCIA SIGNIFICATIVA				

#### 4.3.4 ANÁLISIS SENSORIAL EN EL PARÁMETRO DE APARIENCIA GENERAL

Los resultados que se obtuvieron después de realizar los cálculos estadísticos (Ver Anexo 5) en el parámetro del sabor arrojo que en el promedio de los jueces la muestra queso Católica obtuvo el primer lugar en las preferencias y la muestra de queso Rey queso obtuvo el último lugar como se puede observar en la figura 4.5.

**Figura 4.6 Análisis sensorial de Apariencia General**



No existe una diferencia significativa entre todas las muestras como se observa en el cuadro 4.8 ya que ninguna diferencia entre los promedios fue mayor a la obtenida en el cálculo estadístico de tukey.

**Cuadro 4.8 Diferencia Significativa de Apariencia General**

	CATOLICA	CRIOLLO	FLORALP	REY QUESO
	3,83	3,57	3,40	3,26
CATOLICA	0	0,26	0,43	0,57
CRIOLLO	0,26	0,00	0,17	0,31
FLORALP	0,43	0,17	0,00	0,14
REY QUESO	0,57	0,31	0,14	0,00
0,57<0,70 No hay diferencia significativa				

## CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.- CONCLUSIONES

- El queso criollo el cual se elabora sin ningún tipo de tratamiento térmico, siendo de cierta forma una fabricación artesanal estuvo dentro de los parámetros del control microbiológico que dicta las normas INEN 1 528 para la fabricación del queso fresco.
- El rendimiento litros de leche- kilogramos de queso tuvo nivel aceptable con respecto a la fabricación de queso fresco industrial, siendo este ultimo el cual tiene un rendimiento de 2,6 litros de leche por 0,5 kilogramos de queso fresco, en la elaboración del queso criollo se obtuvo un rendimiento de 2,8 litros de leche por cada 0,5 kilogramos de queso fresco. Teniendo en cuenta estos datos esta diferencia de rendimiento leche-queso se lo puede recuperar al no tener el costo de producir energía para el tratamiento térmico.
- En el análisis sensorial el queso criollo obtuvo una diferencia significativa en los parámetros de sabor y textura con la muestra del queso Rey queso. En los otros parámetros no existe una diferencia significativa con o que se puede decir que la muestra de queso criollo tuvo una buena aceptabilidad dentro de los jueces.

## **5.2.- RECOMENDACIONES**

- Hacer pruebas con algún tipo de fermento láctico que acidifique la leche para que el queso criollo no pierda sus propiedades por el tratamiento térmico de pasteurización que se le hace a la leche.
- Cambiar de empaque debido a que el que se utiliza no protege en su totalidad al queso criollo de la acción que produce la refrigeración lo cual afecta especialmente en la característica de su color.
- Descremar la leche para poder estandarizarla y que el queso no salga con niveles tan altos en grasa esta recomendación es importante debido a los nuevos hábitos alimenticios el cual restringen a los alimentos que contienen un alto porcentaje de grasa.



## CAPITULO VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- 2001. (CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN) Desarrollo de productos, queso fresco. (En línea) [http://www.cnp.co.cr/desarrollo/productos/fichas técnicas /queso fresco.htm](http://www.cnp.co.cr/desarrollo/productos/fichas_tecnicas/queso_fresco.htm). (Consultado 7 de julio del 2007)
- Alais, C. 1985. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Editorial Reverte, S. A. Barcelona, España. 873 p.
- AOAC. 1990. Métodos analíticos para elaboración de pruebas de laboratorio.
- FAO. 1990. (ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN) Datos sobre los componentes de la leche de diferentes mamíferos. En línea, <http://www.fao.org/alimentos>. Consultado 20 de julio del 2007.
- González, G. (1994a) Medidas de tendencia central y de dispersión, Métodos estadísticos y principios de diseño experimental, Editorial Universidad Central de Quito, octava edición, Quito. p 30
- González, G. (1994b) Análisis de variancia, Métodos estadísticos y principios de diseño experimental, Editorial Universidad Central de Quito, octava edición, Quito. pp. 148-149, 156-157, 161.
- Infocarne. 2001. Qué es la leche, su composición. (En línea) <http://www.infocarne.com/ovino/composicionleche.asptf1>.(Consultado, 7 de julio del 2007).
- Jay, J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. Editorial. Acribia S.A. Zaragoza, España. 804 p.

- Law, A. 1997. Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. Editorial Blackie Academic & Profesional. New York, USA. 365p.
- Madrid, A. 1996. Curso de Industrias Lácteas. Editorial Mundiprensa AMB ediciones. Madrid, España, 604 p.
- Meyer, M. 1984. Elaboración de productos Lácteos. Editorial Trillas S.A de C.V, México D.F. 121 p.
- Pedrero, P & Pangborn, R. 1989. Evaluación de los Alimentos. Editorial Alhambra. México, D.F. 251 p.
- Quintana, C. (1996). Modelos de Probabilidad. Elementos de inferencia estadística. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Segunda edición. Costa Rica. pp. 44-46
- Revilla, A. 1983. Tecnología de la Leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Editorial Herrero hermanos, México D.F. 159p.
- Robinson, R. 1987. Microbiología Lactoiógica. Editorial Acribia, S. A, Zaragoza, España, 298 p.
- Scoít, R. 1991. Fabricación de quesos. Editorial Acribia, S.A. España. 520 p.
- Wiley, J. 1992. Encyclopedia of food science and technology. Volumen 4. A Wiley-Interscience Publication. 2972 P.

## **ANEXOS**

## Anexo 1 Normas INEN 1 528 para queso fresco

CD 637,3	<b>INEN</b>	AL 03.01-420
Norma Ecuatoriana Obligatoria	<b>QUESO FRESCO. REQUISITOS.</b>	<b>INEN 1 528</b> 1987-07

Norma 1528 - Queso fresco - Quitto-Ecuador - Prohibida la reproducción

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos del queso fresco.

**2. TERMINOLOGIA**

2.1 **Queso.** Es el producto lácteo fresco o maduro que se obtiene por separación del suero de la leche entera, parcial o totalmente descremada, coagulada por acción del cuajo u otros coagulantes apropiados.

2.2 **Queso fresco.** Es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional.

**3. REQUISITOS DEL PRODUCTO**

3.1 **Requisitos generales**

3.1.1 **Forma.** El queso fresco común presentará bordes regulares y caras lisas; mientras que el queso fresco extra húmedo tendrá la forma determinada por su envase. Ambos deberán cumplir con las regulaciones INEN vigentes sobre Pesas y Medidas.

3.1.2 **Apariencia.** El queso fresco debe presentar textura suave, no esponjosa y su color puede variar del blanco al crema. Debe estar libre de colorantes. Su color y sabor deben ser los característicos del tipo de queso.

3.2 **Requisitos de fabricación**

3.2.1 **Materia prima.** El queso fresco debe fabricarse con leche cruda sometida al proceso de pasteurización, proveniente de animales sanos.

3.2.2 **Proceso.** El queso fresco deberá elaborarse en condiciones higiénico-sanitarias adecuadas y con buenas prácticas de fabricación, que permitan reducir al mínimo la contaminación microbiana perjudicial.

3.2.3 **Aditivos e ingredientes**

3.2.3.1 En la elaboración del queso fresco común pueden emplearse los siguientes aditivos e ingredientes:

- a) fermento láctico,
- b) cuajo u otras enzimas adecuadas,

*(Continúa)*

- c) cloruro de sodio,
- d) cloruro de calcio, con un máximo de 0,2 g/litro de leche empleada,,
- e) sustancia aromatizantes naturales no derivadas de la leche, tales como especias, en cantidades tecnológicamente adecuadas.

3.2.3.2 En la elaboración del queso fresco extrahúmedo podrán emplearse aditivos e ingredientes permitidos según Normas INEN específicas.

### 3.3 Especificaciones

3.3.1 El queso fresco, de acuerdo a su clasificación, analizado según las normas técnicas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del queso fresco

Requisitos	Tipo de queso	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Humedad	Queso fresco común	°/o	—	65	INEN 63
	Queso fresco extrahúmedo	°/o	>65	80	INEN 63
Grasa en el extracto seco	Ricos en grasa	°/o	>60	—	INEN 64
	Grasos	°/o	>45	60	INEN 64
	Semigrasos	°/o	>25	45	INEN 64
	Pobres en grasa	°/o	>10	25	INEN 64
	Desnatados	°/o	—	10	INEN 64

3.3.2 El queso fresco, ensayado de acuerdo con las Normas Ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos del queso fresco

Requisitos	Unidad	Máximo	Método de Ensayo
Escherichia Coli	Colonias/g	100	INEN 1 529
Staphilococcus Aureus	Colonias/g	100	INEN 1 529
Mohos y levaduras	Colonias/g	50.000	INEN 1 529
Salmonella	Colonia/25g	0	INEN 1 519

3.3.3 El producto deberá estar exento de otros microorganismos patógenos.

(Continúa)

3.3.4 Para la aceptación de lotes (o partidas) de queso fresco, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

3.3.5 El ensayo de la fosfatasa, realizado de acuerdo con la Norma INEN 65 sobre el queso fresco, deberá dar un máximo de tres unidades.

#### 4. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

4.1 Envasado. El queso fresco debe acondicionarse en envases cuyo material sea resistente a la acción del producto y que no altere las características organolépticas del mismo.

4.2 Rotulado. El rótulo o la etiqueta del envase debe incluir la siguiente información de acuerdo a la Norma INEN 1 334.

- a) designación del producto y tipo,
- b) marca comercial,
- c) identificación del lote,
- d) razón social de la empresa,
- e) contenido neto en unidad del SI y de acuerdo a las regulaciones P y M de 1986-01,
- f) número del Registro Sanitario,
- g) fecha del tiempo máximo de consumo,
- h) lista de ingredientes,
- i) precio de venta al público (P.V.P),
- j) país de origen,
- k) forma de conservación,
- l) norma técnica INEN de referencia.

#### 5. MUESTREO

5.1 El muestreo deberá realizarse de acuerdo con la Norma INEN 4.

## ANEXO A

## MUESTREO Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

A.1. Podrán ser aceptados los lotes (o partidas) de queso fresco que cumplan con los requisitos del programa de atributos constantes en la Tabla A.1.

TABLA A.1. Requisitos microbiológicos del queso fresco (lotes o partidas)

Requisitos	C	n	c	m	M	Método de ensayo
Escherichia Coli	3	5	2	100/g	500/g	INEN 1 529
Staphylococcus Aureus	3	5	2	100/g	1 000/g	INEN 1 529
Salmonella	3	5	0	0/25g		INEN 1 529

(Continúa)

## APENDICE Z

## Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 4 *Leche y productos lácteos. Muestreo (Primera Revisión).*  
INEN 63 *Quesos. Determinación del contenido de humedad.*  
INEN 64 *Quesos. Determinación del contenido de grasas.*  
INEN 65 *Quesos. Ensayo de la fosfatasa.*  
INEN 1 334 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano.*  
INEN 1 529 *Métodos de ensayo microbiológicos en alimentos.*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

Edgar Spreer, *Lactología Industrial*, Editorial Acribia, Zaragoza, 1975.

Roger Veisseyre, *Lactología Técnica*, Editorial Acribia, Zaragoza, 1972.

José Dubach, *El ABC para la Quesería Rural del Ecuador*, Proyecto Queserías Rurales, Quito, 1980.

Charles Alais, *Scienza del Latte*, Tecniche Nuove, Milano, 1984.

Código Latino Americano de Alimentos. *Quesos. Quesos de pasta blanda VIII*. Congreso Latino Americano de Química. Buenos Aires, 1964.



INEN 1 528

1987-07

### INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Dirección General, considerando la necesidad de contar con un grupo completo de normas sobre Leche y Productos Lácteos, dispuso la elaboración de esta norma, habiéndose iniciado su estudio en 1985-11-19.

La norma fue sometida a estudio del Subcomité Técnico AL 03.01 LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS y aprobada por éste en 1986-10-08.

Formaron parte del Subcomité Técnico los siguientes representantes:

#### INTEGRANTES

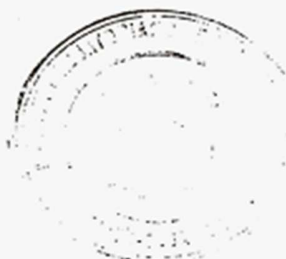
Ing. Harry Schmid  
Ing. Eduardo Ricou  
Dra. Consuelo Alvario  
Dr. Alberto Proaño  
Ing. Francisco Dammer  
Ing. Fabián Jácome  
Ing. Catharina de Escudero  
Dra. Elena de Villamar  
Dra. Laura Valdiviezo  
Ing. Fernando Moya  
Ing. Gonzalo Arteaga  
Ing. Fernando Freile

#### ORGANIZACION REPRESENTADA

INEDECA  
INEDECA  
INSTITUTO IZQUIETA PEREZ - Cuyayaquil  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
CAMARA DE AGRICULTURA  
PASTEURIZADORA QUITO  
PASTEURIZADORA QUITO  
DIRECCION MUNICIPAL DE HIGIENE  
LA AVELINA  
INSOTEC  
INEN  
INEN

La Norma Técnica INEN 1 528 fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1987-07-09.

El señor Ministro de Industrias, Comercio, Integración y Pesca, autorizó y oficializó esta norma con el carácter de OBLIGATORIA, mediante Acuerdo Ministerial No. 531 de 1987-08-03, publicada en el Registro Oficial No. 755 de 1987-08-24.



P.V.P.S./100,00

### Anexo 2 Escala hedónica

**ANÁLISIS SENSORIAL**

NOMBRE: Yaira Marcello FECHA: 26-07-07

Deguste las muestras de queso entregadas y evalúelas de acuerdo a los siguientes aspectos:

**SABOR:**

Me disgusta mucho 1 3 4 2 Me gusta mucho

**OLOR:**

Me disgusta mucho 2 3 2 4 Me gusta mucho

**COLOR:**

Me disgusta mucho 4 3 1 2 Me gusta mucho

**TEXTURA:**


Me disgusta mucho 1 3 4 2 Me gusta mucho

**APARIENCIA GENERAL:**

Me disgusta mucho 1 2 3 4 Me gusta mucho

**COMENTARIOS:**  
Me agrada en términos generales la muestra número dos, tal vez porque tiene las características del queso que degustamos comúnmente.

Anexo 3 Análisis químico del queso fresco


	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI</b>		No. 513 CÓDIGO: F-G-SGC-007 REVISIÓN: 0	
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		FECHA: 22/9/2003 CLÁUSULA: 4.6 PAGINA 1 DE 1	
			NOMBRE DEL CLIENTE: ING. HUGO HIDROVO SABANDO	
			SOLICITADO POR: ING. HUGO HIDROVO SABANDO	
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: CHONE		IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: QUESO		
TIPO DE MUESTREO: CLIENTE		ENSAYOS REQUERIDOS: PROTEÍNA, GRASA, CENIZA, HUMEDAD		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 14/ 06/ 07 10H15		FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 15/ 06/ 07		
LABORATORIO RESPONSABLE: BROMATOLOGÍA		TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS: ING. JORGE TECAS D.		


ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS		
				QUESO		
1	PROTEÍNA	INEN 465	%	23,13		
2	GRASA	GERBER	%	30,1		
3	CENIZA	INEN 467	%	4,03		
4	HUMEDAD	INEN 464	%	50,61		
5						

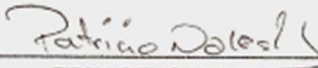
**OBSERVACIONES:**

---



**FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO**  
Fecha: 19/ 06/ 2007





**FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD**  
Fecha: 19/ 06/ 2007

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro  
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: [espam@mnb.satnet.net](mailto:espam@mnb.satnet.net)  
 Visite nuestra página web [www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)

## Anexo 4 Análisis Microbiológico del queso fresco



LABORATORIO DE  
MICROBIOLOGÍA


### ESPAM

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
Ley 99 - 25 R.O. 181 - 30 - 04 - 1999  
CALCETA - ECUADOR

SEÑOR: HUGO HIDROBO SABANDO  
DIRECCIÓN: CHONE TELF: REGISTRO: 053  
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 14 DE JUNIO DEL 2007 FAX:  
FECHA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 16 DE JUNIO DEL 2007  
MUESTRA ENVIADAS: 1 MUESTRA DE QUESO.  
EXAMEN (S) SOLICITADO (S): 1 NMP EN ALIMENTO, 1 RECUENTO TOTAL DE HONGOS Y 1 DETERMINACIÓN DE SALMONELLA.  
OBSERVACIONES:

### RESULTADOS

**MUESTRA DE QUESO**  
NMP MÁS (2.400) BACTERIAS POR CADA GRAMO  
GRUPO AISLADO = (*Citrobacter* sp.)  
CULTIVO EN SALMONELLA = NEGATIVO  
RECUENTO TOTAL DE HONGOS = 48 000 UFC: / GRAMO  
GRUPO AISLADO = (*Aspergillus* sp.)  
GRUPO AISLADO = (*Levaduras* sp.)

  
Dra. Fátima Arteaga de Vera  
JEFE DE LAB DE MICROBIOLOGÍA



  
Bldo. Johnny Navarrete A.  
ANALISTA DEL LAB. MICROBIOLOGÍA

OFICINAS CENTRALES:  
10 de agosto No. 82 y Granda Centeno  
Telef: 593 05 685156 Telefax: 593 05 685134

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)  
[microbiologia@espam.edu.ec](mailto:microbiologia@espam.edu.ec)

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA  
Sitio El Limón  
Telefax: 593 05 685676

**Anexo 5 Análisis de varianza (sabor, olor, color, textura y apariencia general)**

SABOR				
PANEL	FLORALP	REY QUESO	CATOLICA	CRIOLLO
I	4	5	1	2
II	5	5	3	5
III	2	1	1	5
IV	3	2	4	2
V	1	2	4	3
VI	4	2	2	3
VII	2	2	3	4
VIII	5	1	3	5
IX	2	1	3	5
X	5	2	5	1
XI	2	2	1	4
XII	2	4	3	1
XIII	2	4	2	3
XIV	5	1	2	5
XV	4	3	2	3
XVI	2	2	2	4
XVII	1	2	2	5
XVIII	3	2	1	5
XIX	5	2	3	5
XX	4	1	5	5
XXI	4	4	5	5
XXII	1	2	5	5
XXIII	3	3	4	5
XXIV	4	3	4	4
XXV	2	2	4	3
XXVI	2	3	2	4
XXVII	3	1	2	4
XXVIII	1	3	2	3
XXIX	2	5	5	1
XXX	4	3	4	3
XXXI	5	2	4	4
XXXII	4	3	5	5
XXXIII	1	1	5	4
XXXIV	2	1	4	4
XXXV	3	3	3	5
XXXVI	5	4	4	5
XXXVII	4	3	5	5
XXXVIII	4	5	4	1
XXXIX	5	3	5	3
XL	5	4	4	1
XLI	4	2	4	3
XLII	5	3	2	5
SUMA	136	109	138	157
PROMEDIO	3,24	2,60	3,29	3,74

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	12	3	3,33333333
Fila 2	4	18	4,5	1
Fila 3	4	9	2,25	3,58333333
Fila 4	4	11	2,75	0,91666667
Fila 5	4	10	2,5	1,66666667
Fila 6	4	11	2,75	0,91666667
Fila 7	4	11	2,75	0,91666667
Fila 8	4	14	3,5	3,66666667
Fila 9	4	11	2,75	2,91666667
Fila 10	4	13	3,25	4,25
Fila 11	4	9	2,25	1,58333333
Fila 12	4	10	2,5	1,66666667
Fila 13	4	11	2,75	0,91666667
Fila 14	4	13	3,25	4,25
Fila 15	4	12	3	0,66666667
Fila 16	4	10	2,5	1
Fila 17	4	10	2,5	3
Fila 18	4	11	2,75	2,91666667
Fila 19	4	15	3,75	2,25
Fila 20	4	15	3,75	3,58333333
Fila 21	4	18	4,5	0,33333333
Fila 22	4	13	3,25	4,25
Fila 23	4	15	3,75	0,91666667
Fila 24	4	15	3,75	0,25
Fila 25	4	11	2,75	0,91666667
Fila 26	4	11	2,75	0,91666667
Fila 27	4	10	2,5	1,66666667
Fila 28	4	9	2,25	0,91666667
Fila 29	4	13	3,25	4,25
Fila 30	4	14	3,5	0,33333333
Fila 31	4	15	3,75	1,58333333
Fila 32	4	17	4,25	0,91666667
Fila 33	4	11	2,75	4,25
Fila 34	4	11	2,75	2,25
Fila 35	4	14	3,5	1
Fila 36	4	18	4,5	0,33333333
Fila 37	4	17	4,25	0,91666667
Fila 38	4	14	3,5	3
Fila 39	4	16	4	1,33333333
Fila 40	4	14	3,5	3
Fila 41	4	13	3,25	0,91666667
Fila 42	4	15	3,75	2,25
Columna 1	42	136	3,23809524	1,94192799
Columna 2	42	109	2,5952381	1,46631823
Columna 3	42	138	3,28571429	1,72125436
Columna 4	42	157	3,73809524	1,85656214

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	69,78571429	41	1,702090592	0,96636993	0,536129613	1,488184451
Columnas	27,85714286	3	9,285714286	5,27200791	0,001870072	2,678300866
Error	216,6428571	123	1,761324042			
Total	314,2857143	167				

RES VARIABLES (TABLAS)

3,7

RES JUECES (TABLAS)

5,01

ERROR ESTÁNDAR VARIABLE

0,20478351

ERROR ESTÁNDAR Jueces

0,66357442

DMS VARIABLES

0,75769899

DMS JUECES

3,32450784

**OLOR**

PANEL	FLORALP	REY QUESO	CATOLICA	CRIOLLO
I	5	5	1	2
II	3	5	3	3
III	5	1	3	5
IV	3	2	4	2
V	1	2	4	3
VI	4	2	3	3
VII	2	3	1	4
VIII	4	1	2	5
IX	2	1	3	5
X	5	2	5	1
XI	2	4	4	2
XII	2	2	3	4
XIII	3	2	4	2
XIV	5	2	1	1
XV	5	5	4	1
XVI	3	2	4	2
XVII	3	4	2	4
XVIII	3	2	1	3
XIX	5	3	4	4
XX	2	2	5	3
XXI	3	4	5	5
XXII	1	1	2	5
XXIII	4	4	5	4
XXIV	4	2	4	2
XXV	2	2	4	3
XXVI	3	2	2	5
XXVII	4	2	3	1
XXVIII	2	3	3	4
XXIX	1	5	5	2
XXX	4	4	4	4
XXXI	4	4	5	4
XXXII	4	3	5	5
XXXIII	3	2	5	5
XXXIV	2	1	1	2
XXXV	3	4	3	3
XXXVI	5	4	5	4
XXXVII	4	3	5	5
XXXVIII	3	5	3	1
XXXIX	3	3	3	3
XL	5	4	3	1
XLI	3	3	4	1
XLII	1	4	3	5
SUMA	135	121	143	133
PROMEDIO	3,21	2,88	3,40	3,17



<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	13	3,25	4,25
Fila 2	4	14	3,5	1
Fila 3	4	14	3,5	3,66666667
Fila 4	4	11	2,75	0,91666667
Fila 5	4	10	2,5	1,66666667
Fila 6	4	12	3	0,66666667
Fila 7	4	10	2,5	1,66666667
Fila 8	4	12	3	3,33333333
Fila 9	4	11	2,75	2,91666667
Fila 10	4	13	3,25	4,25
Fila 11	4	12	3	1,33333333
Fila 12	4	11	2,75	0,91666667
Fila 13	4	11	2,75	0,91666667
Fila 14	4	9	2,25	3,58333333
Fila 15	4	15	3,75	3,58333333
Fila 16	4	11	2,75	0,91666667
Fila 17	4	13	3,25	0,91666667
Fila 18	4	9	2,25	0,91666667
Fila 19	4	16	4	0,66666667
Fila 20	4	12	3	2
Fila 21	4	17	4,25	0,91666667
Fila 22	4	9	2,25	3,58333333
Fila 23	4	17	4,25	0,25
Fila 24	4	12	3	1,33333333
Fila 25	4	11	2,75	0,91666667
Fila 26	4	12	3	2
Fila 27	4	10	2,5	1,66666667
Fila 28	4	12	3	0,66666667
Fila 29	4	13	3,25	4,25
Fila 30	4	16	4	0
Fila 31	4	17	4,25	0,25
Fila 32	4	17	4,25	0,91666667
Fila 33	4	15	3,75	2,25
Fila 34	4	6	1,5	0,33333333
Fila 35	4	13	3,25	0,25
Fila 36	4	18	4,5	0,33333333
Fila 37	4	17	4,25	0,91666667
Fila 38	4	12	3	2,66666667
Fila 39	4	12	3	0
Fila 40	4	13	3,25	2,91666667
Fila 41	4	11	2,75	1,58333333
Fila 42	4	13	3,25	2,91666667
Columna 1	42	135	3,21428571	1,53832753
Columna 2	42	121	2,88095238	1,57084785
Columna 3	42	143	3,4047619	1,66144019
Columna 4	42	133	3,16666667	2,04471545

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	72,33333333	41	1,764227642	1,04782709	0,41065811	1,488184451
Columnas	5,904761905	3	1,968253968	1,16900437	0,32442186	2,678300866
Error	207,0952381	123	1,683701123			
Total	285,3333333	167				

RES VARIABLES (TABLAS)

3,7

RES JUECES (TABLAS)

5,01

ERROR ESTÁNDAR VARIABLE

0,20022018

ERROR ESTÁNDAR Jueces

0,64878755

DMS VARIABLES

0,74081468

DMS JUECES

3,25042561

COLOR

PANEL	FLORALP	REY QUESO	CATOLICA	CRIOLLO
I	4	5	2	2
II	5	5	5	5
III	2	4	2	5
IV	4	2	3	3
V	5	3	4	2
VI	3	3	4	4
VII	3	2	3	4
VIII	5	4	3	1
IX	5	4	2	4
X	5	5	5	1
XI	5	4	5	5
XII	2	3	3	3
XIII	2	3	3	2
XIV	5	4	1	1
XV	5	3	2	4
XVI	3	2	4	2
XVII	4	3	4	3
XVIII	2	2	5	4
XIX	5	2	4	5
XX	5	5	5	5
XXI	2	3	4	4
XXII	3	4	5	1
XXIII	5	4	4	4
XXIV	4	3	4	2
XXV	2	2	4	3
XXVI	3	2	5	4
XXVII	4	2	3	1
XXVIII	4	3	4	3
XXIX	5	1	4	1
XXX	4	4	4	5
XXXI	5	4	4	4
XXXII	4	3	5	5
XXXIII	2	4	5	5
XXXIV	4	4	5	5
XXXV	5	3	3	5
XXXVI	5	5	5	4
XXXVII	4	3	5	5
XXXVIII	5	5	4	2
XXXIX	4	3	5	2
XL	5	4	4	2
XLI	4	4	5	2
XLII	2	5	1	5
SUMA	164	143	161	139
PROMEDIO	3,90	3,40	3,83	3,31

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	13	3,25	2,25
Fila 2	4	20	5	0
Fila 3	4	13	3,25	2,25
Fila 4	4	12	3	0,66666667
Fila 5	4	14	3,5	1,66666667
Fila 6	4	14	3,5	0,33333333
Fila 7	4	12	3	0,66666667
Fila 8	4	13	3,25	2,91666667
Fila 9	4	15	3,75	1,58333333
Fila 10	4	16	4	4
Fila 11	4	19	4,75	0,25
Fila 12	4	11	2,75	0,25
Fila 13	4	10	2,5	0,33333333
Fila 14	4	11	2,75	4,25
Fila 15	4	14	3,5	1,66666667
Fila 16	4	11	2,75	0,91666667
Fila 17	4	14	3,5	0,33333333
Fila 18	4	13	3,25	2,25
Fila 19	4	16	4	2
Fila 20	4	20	5	0
Fila 21	4	13	3,25	0,91666667
Fila 22	4	13	3,25	2,91666667
Fila 23	4	17	4,25	0,25
Fila 24	4	13	3,25	0,91666667
Fila 25	4	11	2,75	0,91666667
Fila 26	4	14	3,5	1,66666667
Fila 27	4	10	2,5	1,66666667
Fila 28	4	14	3,5	0,33333333
Fila 29	4	11	2,75	4,25
Fila 30	4	17	4,25	0,25
Fila 31	4	17	4,25	0,25
Fila 32	4	17	4,25	0,91666667
Fila 33	4	16	4	2
Fila 34	4	18	4,5	0,33333333
Fila 35	4	16	4	1,33333333
Fila 36	4	19	4,75	0,25
Fila 37	4	17	4,25	0,91666667
Fila 38	4	16	4	2
Fila 39	4	14	3,5	1,66666667
Fila 40	4	15	3,75	1,58333333
Fila 41	4	15	3,75	1,58333333
Fila 42	4	13	3,25	4,25
Columna 1	42	164	3,9047619	1,30778165
Columna 2	42	143	3,4047619	1,12485482
Columna 3	42	161	3,83333333	1,31300813
Columna 4	42	139	3,30952381	2,1213705

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	72,60119048	41	1,770760743	1,29686337	0,14015458	1,488184451
Columnas	11,30357143	3	3,767857143	2,75948963	0,0451098	2,678300866
Error	167,9464286	123	1,365418118			
Total	251,8511905	167				

RES VARIABLES (TABLAS)

3,7

RES JUECES (TABLAS)

5,01

ERROR ESTÁNDAR VARIABLE

0,18030517

ERROR ESTÁNDAR Jueces

0,58425553

DMS VARIABLES

0,66712914

DMS JUECES

2,92712023

TEXTURA

PANEL	FLORALP	REY QUESO	CATOLICA	CRIOLLO
I	3	5	4	1
II	5	5	4	4
III	4	2	2	4
IV	2	3	4	1
V	1	2	4	3
VI	4	2	4	3
VII	3	5	2	4
VIII	1	4	3	5
IX	2	1	4	5
X	5	1	5	5
XI	4	2	4	4
XII	3	3	4	4
XIII	2	3	4	3
XIV	5	5	1	1
XV	5	3	3	4
XVI	2	3	3	5
XVII	1	3	5	5
XVIII	3	3	1	5
XIX	5	2	4	3
XX	4	4	5	5
XXI	2	3	3	5
XXII	1	3	4	5
XXIII	2	2	5	5
XXIV	4	2	4	3
XXV	2	2	4	3
XXVI	2	3	3	4
XXVII	4	1	2	4
XXVIII	3	3	2	4
XXIX	5	1	1	4
XXX	4	4	5	3
XXXI	5	3	5	4
XXXII	4	3	5	5
XXXIII	3	5	4	4
XXXIV	2	1	4	4
XXXV	3	3	3	5
XXXVI	5	5	5	4
XXXVII	4	3	5	5
XXXVIII	3	5	4	1
XXXIX	5	4	5	3
XL	4	3	4	4
XLI	4	4	5	2
XLII	4	3	3	5
SUMA	139	127	155	160
PROMEDIO	3,31	3,02	3,69	3,81

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	13	3,25	2,91666667
Fila 2	4	18	4,5	0,33333333
Fila 3	4	12	3	1,33333333
Fila 4	4	10	2,5	1,66666667
Fila 5	4	10	2,5	1,66666667
Fila 6	4	13	3,25	0,91666667
Fila 7	4	14	3,5	1,66666667
Fila 8	4	13	3,25	2,91666667
Fila 9	4	12	3	3,33333333
Fila 10	4	16	4	4
Fila 11	4	14	3,5	1
Fila 12	4	14	3,5	0,33333333
Fila 13	4	12	3	0,66666667
Fila 14	4	12	3	5,33333333
Fila 15	4	15	3,75	0,91666667
Fila 16	4	13	3,25	1,58333333
Fila 17	4	14	3,5	3,66666667
Fila 18	4	12	3	2,66666667
Fila 19	4	14	3,5	1,66666667
Fila 20	4	18	4,5	0,33333333
Fila 21	4	13	3,25	1,58333333
Fila 22	4	13	3,25	2,91666667
Fila 23	4	14	3,5	3
Fila 24	4	13	3,25	0,91666667
Fila 25	4	11	2,75	0,91666667
Fila 26	4	12	3	0,66666667
Fila 27	4	11	2,75	2,25
Fila 28	4	12	3	0,66666667
Fila 29	4	11	2,75	4,25
Fila 30	4	16	4	0,66666667
Fila 31	4	17	4,25	0,91666667
Fila 32	4	17	4,25	0,91666667
Fila 33	4	16	4	0,66666667
Fila 34	4	11	2,75	2,25
Fila 35	4	14	3,5	1
Fila 36	4	19	4,75	0,25
Fila 37	4	17	4,25	0,91666667
Fila 38	4	13	3,25	2,91666667
Fila 39	4	17	4,25	0,91666667
Fila 40	4	15	3,75	0,25
Fila 41	4	15	3,75	1,58333333
Fila 42	4	15	3,75	0,91666667
Columna 1	42	139	3,30952381	1,68234611
Columna 2	42	127	3,02380952	1,48722416
Columna 3	42	155	3,69047619	1,38966318
Columna 4	42	160	3,80952381	1,47502904

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	52,95833333	41	1,291666667	0,81706309	0,76832109	1,488184451
Columnas	16,30357143	3	5,43452381	3,43768941	0,01905424	2,678300866
Error	194,4464286	123	1,580865273			
Total	263,7083333	167				

RES VARIABLES (TABLAS)

3,7

RES JUECES (TABLAS)

5,01

ERROR ESTÁNDAR VARIABLE

0,19400941

ERROR ESTÁNDAR Jueces

0,62866232

DMS VARIABLES

0,7178348

DMS JUECES

3,14959825



APARIENCIA GENERAL

PANEL	FLORALP	REY QUESO	CATOLICA	CRIOLLO
I	4	5	4	1
II	5	5	4	5
III	3	2	2	5
IV	2	3	4	1
V	1	3	4	2
VI	4	2	4	3
VII	2	4	3	4
VIII	3	5	2	4
IX	2	1	4	5
X	5	1	5	5
XI	1	4	3	5
XII	3	3	4	3
XIII	3	3	4	3
XIV	5	5	1	1
XV	5	3	3	4
XVI	3	2	4	2
XVII	2	2	2	5
XVIII	3	2	2	4
XIX	5	2	3	4
XX	3	4	5	5
XXI	4	2	3	4
XXII	1	4	5	5
XXIII	3	3	5	4
XXIV	4	3	4	3
XXV	2	2	4	3
XXVI	3	2	2	4
XXVII	4	3	2	1
XXVIII	4	1	5	2
XXIX	1	4	5	3
XXX	4	4	4	4
XXXI	5	3	5	4
XXXII	4	3	5	5
XXXIII	3	5	5	4
XXXIV	4	4	5	5
XXXV	5	5	5	5
XXXVI	5	5	5	4
XXXVII	4	3	5	5
XXXVIII	4	5	4	1
XXXIX	5	4	5	3
XL	5	4	4	3
XLI	4	4	5	2
XLII	1	3	2	5
SUMA	143	137	161	150
PROMEDIO	3,40	3,26	3,83	3,57

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	14	3,5	3
Fila 2	4	19	4,75	0,25
Fila 3	4	12	3	2
Fila 4	4	10	2,5	1,6666667
Fila 5	4	10	2,5	1,6666667
Fila 6	4	13	3,25	0,9166667
Fila 7	4	13	3,25	0,9166667
Fila 8	4	14	3,5	1,6666667
Fila 9	4	12	3	3,33333333
Fila 10	4	16	4	4
Fila 11	4	13	3,25	2,9166667
Fila 12	4	13	3,25	0,25
Fila 13	4	13	3,25	0,25
Fila 14	4	12	3	5,33333333
Fila 15	4	15	3,75	0,9166667
Fila 16	4	11	2,75	0,9166667
Fila 17	4	11	2,75	2,25
Fila 18	4	11	2,75	0,9166667
Fila 19	4	14	3,5	1,6666667
Fila 20	4	17	4,25	0,9166667
Fila 21	4	13	3,25	0,9166667
Fila 22	4	15	3,75	3,58333333
Fila 23	4	15	3,75	0,9166667
Fila 24	4	14	3,5	0,33333333
Fila 25	4	11	2,75	0,9166667
Fila 26	4	11	2,75	0,9166667
Fila 27	4	10	2,5	1,6666667
Fila 28	4	12	3	3,33333333
Fila 29	4	13	3,25	2,9166667
Fila 30	4	16	4	0
Fila 31	4	17	4,25	0,9166667
Fila 32	4	17	4,25	0,9166667
Fila 33	4	17	4,25	0,9166667
Fila 34	4	18	4,5	0,33333333
Fila 35	4	20	5	0
Fila 36	4	19	4,75	0,25
Fila 37	4	17	4,25	0,9166667
Fila 38	4	14	3,5	3
Fila 39	4	17	4,25	0,9166667
Fila 40	4	16	4	0,6666667
Fila 41	4	15	3,75	1,58333333
Fila 42	4	11	2,75	2,9166667
Columna 1	42	143	3,4047619	1,71022067
Columna 2	42	137	3,26190476	1,46631823
Columna 3	42	161	3,83333333	1,36178862
Columna 4	42	150	3,57142857	1,81184669

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	74,19642857	41	1,80966899	1,19568	0,226296751	1,488184451
Columnas	7,589285714	3	2,529761905	1,67146	0,176640346	2,678300866
Error	186,1607143	123	1,513501742			
Total	267,9464286	167				

RES VARIABLES (TABLAS) 3,7

RES JUECES (TABLAS) 5,01

ERROR ESTÁNDAR VARIABLE 0,19

ERROR ESTÁNDAR Jueces 0,62

DMS VARIABLES 0,70

DMS JUECES 3,08

**Anexo 6 Tabla de Distribución F**

<b>n1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>∞</b>
<b>n2</b>										
<b>1</b>	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234	238,9	243,9	249	255
<b>2</b>	18,51	19,00	19,16	19,25	19,3	19,33	19,37	19,41	19,5	19,5
<b>3</b>	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
<b>4</b>	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
<b>5</b>	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
<b>6</b>	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
<b>7</b>	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,25
<b>8</b>	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
<b>9</b>	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,9	2,71
<b>10</b>	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
<b>11</b>	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
<b>12</b>	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
<b>13</b>	4,67	3,8	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
<b>14</b>	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
<b>15</b>	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
<b>16</b>	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
<b>17</b>	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
<b>18</b>	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
<b>19</b>	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
<b>20</b>	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
<b>21</b>	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
<b>22</b>	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,4	2,23	2,03	1,78
<b>23</b>	4,28	3,42	3,03	2,8	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
<b>24</b>	4,26	3,4	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
<b>25</b>	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
<b>26</b>	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
<b>27</b>	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
<b>28</b>	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
<b>29</b>	4,18	3,3	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
<b>30</b>	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
<b>40</b>	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
<b>60</b>	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
<b>120</b>	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,25
<b>∞</b>	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

ANEXO 7 CUADRO ESTANDARIZADO

NUMERO DE TRATAMIENTOS																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>1</b>	18	26,7	33,8	3702	40,5	43,1	45,4	47,3	49,1	50,6	51,9	53,2	54,3	55,4	56,3	57,02	58	58,8	59,6
<b>2</b>	6,09	8,28	9,8	10,89	11,73	12,43	13,03	13,54	13,99	14,39	14,75	15,08	15,38	15,65	15,91	16,14	16,36	16,57	16,77
<b>3</b>	4,50	5,88	6,83	7,51	8,04	8,47	8,85	9,18	9,46	9,72	9,95	10,16	10,35	10,52	10,69	10,84	11,0	11,12	11,24
<b>4</b>	3,93	5,00	5,76	6,31	6,73	7,06	7,35	7,60	7,83	8,03	8,21	8,37	8,52	8,67	8,8	8,92	9,03	9,14	9,24
<b>5</b>	3,61	4,54	5,18	5,64	5,99	6,28	6,52	6,74	6,93	7,10	7,25	7,39	7,52	7,64	7,75	7,86	7,95	8,04	8,13
<b>6</b>	3,46	4,34	4,90	5,31	5,63	5,89	6,12	6,32	6,49	6,65	6,79	6,92	7,04	7,14	7,24	7,34	7,43	7,51	7,59
<b>7</b>	3,34	4,16	4,68	5,06	5,35	5,59	5,80	5,99	6,15	6,29	6,42	6,54	6,65	6,75	6,84	6,93	7,01	7,08	7,16
<b>8</b>	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92	6,05	6,18	6,29	6,39	6,48	6,57	6,65	6,73	6,8	6,87
<b>9</b>	3,20	3,95	4,42	4,76	5,02	5,24	5,43	5,60	5,74	5,87	5,98	6,09	6,19	6,28	6,36	6,44	6,51	6,58	6,65
<b>10</b>	3,15	3,88	4,33	4,66	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60	5,72	5,83	5,93	6,03	6,12	6,20	6,27	6,34	6,41	6,47
<b>11</b>	3,11	3,82	4,26	4,58	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49	5,61	5,71	5,81	5,90	5,98	6,06	6,14	6,20	6,27	6,33
<b>12</b>	3,08	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	6,27	5,40	5,51	5,61	5,71	5,80	5,88	5,95	6,02	6,09	6,15	6,21
<b>13</b>	3,06	3,73	4,15	4,46	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32	5,43	5,53	5,63	5,71	5,79	5,86	5,93	6,00	6,06	6,11
<b>14</b>	3,03	3,70	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25	5,36	5,46	5,56	5,64	5,72	5,79	5,86	5,92	5,98	6,03
<b>15</b>	3,01	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,20	5,31	5,40	5,49	5,57	5,65	5,72	5,79	5,85	5,91	5,96
<b>16</b>	3,00	3,65	4,05	4,34	4,56	4,74	4,09	5,03	5,15	5,26	5,35	5,44	5,52	5,59	5,66	5,73	5,79	5,84	5,90
<b>17</b>	2,98	3,62	4,02	4,31	4,52	4,70	4,86	4,99	5,11	5,21	5,31	5,39	5,47	5,55	5,61	5,68	5,74	5,79	5,84
<b>18</b>	2,97	3,61	4,00	4,28	4,49	4,67	4,83	4,96	5,07	5,17	5,27	5,35	5,43	5,50	5,57	5,63	5,69	5,74	5,79
<b>19</b>	2,96	3,59	3,98	4,26	4,47	4,64	4,79	4,92	5,04	5,23	5,32	5,39	5,46	5,53	5,53	5,59	5,65	5,70	5,75
<b>20</b>	2,95	3,58	3,96	4,24	4,45	4,62	4,77	4,90	5,01	5,11	5,20	5,28	5,36	5,43	5,5	5,56	5,61	5,66	5,71
<b>24</b>	2,92	3,53	3,9	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92	5,01	5,10	5,18	5,25	5,32	5,38	5,44	5,50	5,55	5,59
<b>30</b>	2,89	3,48	3,84	4,11	4,30	4,46	4,60	5,72	4,83	4,92	5,00	5,08	5,15	5,21	5,27	5,33	5,38	5,43	5,48
<b>40</b>	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,74	4,82	4,90	4,98	5,05	5,11	5,17	5,22	5,27	5,32	5,36
<b>60</b>	2,83	3,40	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65	4,73	4,81	4,88	4,94	5,00	5,06	5,11	5,15	5,20	5,24
<b>120</b>	2,80	3,36	3,69	3,92	4,10	4,24	4,36	4,47	4,56	4,64	4,71	4,78	4,84	4,90	4,95	5,00	5,04	5,09	5,13
$\infty$	2,77	3,32	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47	4,55	4,62	4,68	4,74	4,80	4,84	4,89	4,93	4,97	5,01