

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**  
Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



**TESIS**

**“ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL SENSORIAL  
DEL QUESO FRESCO DE LECHE DE BOVINO  
(*Bos taurus*) UTILIZANDO EL MÉTODO DE  
RIESGOS DE WEIBULL”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**BERLING JOSUE BRAVO MOGOLLON  
DEYSI MARISOL ARAUJO VERA  
RICHARD HANSIS PLÁCIDO OSCCO**

**Callao, Diciembre de 2017**

**PERÚ**

**“ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL SENSORIAL  
DEL QUESO FRESCO DE LECHE DE BOVINO  
(*Bos taurus*) UTILIZANDO EL MÉTODO DE  
RIESGOS DE WEIBULL.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos

Bellavista, 8 de enero del 2018

Señor  
**Mg. Walter Alvites Ruestas**  
Decano  
Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos

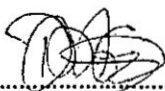
**Asunto:** Dictamen de sustentación de tesis  
**Resolución:** N° 0120-2017-DFIPA

Por intermedio del presente, nos dirigimos a usted, para saludarle cordialmente y a la vez hacer de su conocimiento lo siguiente:

Que el día martes 28 de noviembre del 2017 a las 12:00 horas en el aula de secciones 033041, se llevo acabo la sustentación de la tesis para optar el titulo de Ingeniero de Alimentos, titulada: "Estimación De La Vida Sensorial Del Queso Fresco De Leche Bovino (*BOS TAURUS*) Utilizando el método de riesgos de Weibull" en presencia del jurado evaluador que al pie suscriben y presentado por los Bachilleres **Berling Bravo Mogollon, Deysi Marisol Araujo Vera y Richard Hansis Placido Oscco.**

Terminada la sustentación se procedio las preguntas de rigor y a la calificación respectiva, habiéndose otorgado un calificativo de BUENO, el mismo consta en el libro N° 03 de actas de sustentación de tesis para obtención del título profesional de la FIPA, folio N° 48-49. El jurado de sustentación a dictaminado que la tesis se encuentra expedita para que continúe su trámite correspondiente de titulación.

Me despido sin ante mostrarle mi afecto y estima personal.



.....  
Dra. **DANIZA GUERRERO ALVA**  
PRESIDENTA



.....  
Ing. **PERCY RAUL ORDOÑEZ HUAMAN**  
VOCAL



.....  
Mg. **RODOLFO CÉSAR BAILON NEIRA**  
SECRETARIO



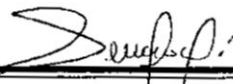
BERLIN BRAVO MOGOLLON  
TESISTA



DEYSI ARAUJO VERA  
TESISTA



RICHARD PLACIDO OSCCO  
TESISTA



CHRITIAN PESANTES ARRIOLA  
ASESOR



## **DEDICATORIA**

### **Berling Bravo Mogollon**

Dedico este trabajo a mis padres por su gran esfuerzo y apoyo, a mi esposa e hijos por su gran amor incondicional para salir adelante y alcanzar un logro más.

### **Deysi Araujo Vera**

A mis hijos Ashley y Gabriel que me dieron el impulso para conseguir mis metas y a mi familia que me apoyaron siempre.

### **Richard Plácido Oscoco**

Dedico este trabajo a mis padres y familia que siempre me apoyaron incondicionalmente y motivaron para alcanzar este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecer a nuestro asesor de tesis Ing. Cristhian Pesantes Arriola por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento para con ello salir adelante, así como también habernos tenido la paciencia para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

También a los miembros del jurado por sus observaciones que nos orientaban y motivaban para seguir con este trabajo de investigación.

## RESUMEN

Se elaboró queso fresco a partir de leche de bovina y se envasó en bolsas de polietileno, los moldes fueron almacenados a una temperatura de 4°C. Durante el almacenamiento se realizaron evaluaciones de aceptabilidad sensorial de las muestras de queso para los atributos color, olor, sabor y textura, de acuerdo al Diseño Escalonado propuesto por Gácula y Kubala (1975), empezando para el período cero con un panel semi entrenado en pruebas discriminativas constituido inicialmente por 3 personas, aumentando dicho panel en una persona para los períodos subsiguientes hasta el inicio de la fase de aceleración, que tuvo lugar en el noveno día de almacenamiento y culminó en el día 23 llegando a alcanzar el panel un total de 8 integrantes. Las evaluaciones sensoriales culminaron cuando más del 50% de los panelistas detectaron diferencias en el atributo sensorial evaluado entre la muestra almacenada y la de reciente preparación. Los resultados sensoriales obtenidos fueron transformados en valores numéricos para la construcción de las curvas de riesgo acumulados de Weibull. A partir de dichas curvas fueron posibles los cálculos de los parámetros de escala ( $\alpha$ ), forma ( $\beta$ ), la ecuación de Weibull y la probabilidad crítica ( $P_c$ ). Se estimó el final de la vida útil sensorial del queso fresco en 14 días, considerando como criterio de falla la aparición de olores atípicos, con una probabilidad de supervivencia de 39.13%.

3.3.2	Variable Dependiente.....	44
3.4	Indicadores de las variables .....	44
3.4.1	Indicador de las variables independientes .....	44
3.4.2	Indicador de la variable dependiente .....	44
CAPÍTULO IV .....		45
MATERIALES Y MÉTODOS .....		45
4.1	Lugar De Ejecución Del Trabajo De Investigación .....	45
4.2	Materiales.....	45
4.3	Equipos.....	45
4.4	Maquinarias .....	46
4.5	Instrumentos.....	46
4.6	Métodos.....	46
4.6.1	Análisis fisicoquímicos de la Leche Fresca .....	46
4.6.2	Análisis Sensorial.....	47
4.6.3	Determinación de la vida útil por el método de Weibull.....	49
4.6.4	Evaluación de la Calidad del Queso Fresco .....	52
4.6.5	Análisis Microbiológico.....	52
4.7	Método de la investigación .....	53
4.7.1	Tipo de Investigación .....	53
4.7.2	Nivel de Investigación.....	53
4.7.3	Método de Investigación.....	53
4.8	Diseño de Investigación.....	54
4.8.2	Técnicas de recolección y análisis de datos.....	55
4.8.3	Técnicas de Recolección de Información .....	55
4.8.4	Técnicas para el procesamiento de datos .....	56
4.8.5	Técnica de Muestreo .....	57
4.8.6	Técnicas para la Contrastación de las Hipótesis .....	57
CAPÍTULO V .....		58
RESULTADOS .....		58
5.1	Evaluación de la calidad de la leche de bovina empleada en la elaboración del queso fresco. ....	58
5.2	Estimación de la vida útil empleando el método de riesgos de Weibull .....	59
5.2.1	Evaluación del Color .....	59
5.2.2	Evaluación del Sabor .....	64

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción y análisis del tema**

Las nuevas tendencias en la comercialización de alimentos llevan al consumidor a buscar aquellos que se constituyan en buenas fuentes de proteínas, vitaminas y minerales; al mismo tiempo que minimicen el aporte de calorías, sal y conservantes añadidos. Esto hace que el interés por el consumo de leche y derivados lácteos, especialmente el yogurt y queso, sea una creciente costumbre entre los limeños.

Según Piskulish (2001) la demanda de producto lácteos en el mercado ha mostrado un crecimiento de 17.34% en el año 2000 con respecto al año 1999 y de 39.1% en el quinquenio 1995-2000. Sin embargo, a pesar de este crecimiento el consumo per cápita de queso en nuestro país fue de 0.24 kg/hab/año en ese período, cifra muy baja en comparación a 2.67, 10.53, 12.79 y 21.4 de Brasil, Argentina, Estados Unidos y Francia respectivamente. Esto debido a una demanda insuficiente, productos de baja calidad y precios poco accesibles al consumidor.

Para garantizar la calidad del queso es imprescindible controlar minuciosamente los parámetros del proceso de elaboración y estimar con metodologías apropiadas la vida útil de los mismos.

## **1.2 Formulación y planteamiento del problema**

Teniendo en cuenta la tecnología de la elaboración del producto y su conservación en refrigeración. ¿Es posible estimar la vida útil del queso fresco de leche de bovina (*Bos taurus*) mediante el método de riesgos de Weibull?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivos General**

- Estimar la vida útil del queso fresco de leche de bovina (*Bos Taurus*) empleando el método de riesgos de Weibull.

### **1.3.2 Específicos**

- Establecer el criterio de falla (para determinar la vida útil) del queso fresco de leche de bovina mediante técnicas de evaluación sensorial discriminativas.
- Estimar la aceptabilidad del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno.
- Evaluar la calidad del producto final.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

De las diferentes metodologías para estimar la vida útil de los alimentos, las que se basan en las ecuaciones de cinética química son las más aceptadas hasta la actualidad. Sin embargo, en estos últimos años vienen siendo cuestionadas debido a que se ha observado que las principales causas de deterioro de los alimentos son aquellas relacionadas con la pérdida de calidad sensorial y que las velocidades de deterioro, de las reacciones que producen dicha pérdida de calidad, no siempre siguen un comportamiento lineal.

La metodología de riesgos de Weibull se constituye en una herramienta estadística que permite estimar la vida útil de los alimentos evaluando su calidad sensorial con gran precisión y sin la necesidad de conocer puntos de corte que establezcan los límites de la calidad sensorial aceptable.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

**Ocampo, J. (2003)** en su investigación sobre la determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa Decafé S.A. envasado en diferentes empaques, menciona que el objetivo de su trabajo fue determinar la vida de anaquel del café soluble en polvo, secado por aspersion, elaborado por la empresa Decafé S.A, y evaluar la influencia del empaque en la conservación del producto. Para esto realizó experimentos acelerados de vida de anaquel sobre el café soluble en tres tipos de empaque; papel laminado, cartón y vidrio; a 25°C, 30°C, 35°C y 40°C; y a 90 % de humedad relativa. Durante el tiempo de almacenamiento realizó pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales al café soluble. Adicionalmente realizó seguimiento al comportamiento de la actividad del agua del café soluble en los tres empaques, construyó tres isotermas de adsorción de agua y determinó experimentalmente la permeabilidad cada empaque. La información recopilada permitió calcular la vida de anaquel del café soluble a 18°C y 90 % de humedad relativa utilizando la función de riesgos de Weibull obteniendo 279, 466 y 624 días de vida para el café soluble empacado en papel laminado, cartón y vidrio respectivamente.



**Alfonso M., et al. (2009)** en su investigación sobre un modelo general de Weibull bivariados aplicado a la determinación de la vida útil de los productos alimenticios, mencionan que la determinación de la vida útil de los alimentos mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y nutricionales son fundamentales, pero igualmente importante es el sensorial de las características del producto. Por esta razón, el papel de las evaluaciones sensoriales para la determinación de la vida de anaquel es cada vez más importante. En estos experimentos, una muestra de producto es almacenada en ciertas condiciones y, en forma periódica, en los tiempos pre-especificados de evaluación, se toma una muestra y se somete a evaluaciones sensoriales por panelistas entrenados. Debido a la naturaleza destructiva de estas evaluaciones, es necesario almacenar una cantidad de muestras mayor a las que se requiere en el estudio.

**De la Cruz, W. (2009)** en su investigación sobre la complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil, menciona que dicho trabajo de investigación consistió en aplicar el Método de Diseño de Mezclas para determinar el máximo porcentaje de incorporación de harina

de quinua precocida y suero de leche en la formulación de pan de molde, en función a las restricciones establecidas: Harina de quinua precocida (0% a 20% b.h.) y suero de leche (2% a 6% b.h.). Partió de una formulación base de pan de molde y estudió el efecto de la incorporación de quinua precocida y suero en reemplazo de la harina de trigo. La mezcla de los tres componentes principales: Harina de Trigo (A), Harina de Quinua precocida (B) y Suero de leche (C) fueron graficados en un triángulo equilátero en el que cada punto representó una mezcla. Estableció líneas de restricción isoproteica y eligió la que atravesaba las líneas que representan la mayor incorporación de quinua y suero cuya ecuación corresponde a  $A = 4.2141 - 0.4643 B$  para posteriormente elegir dos puntos extremos y uno medio sobre la línea isoproteica elegida. Las tres mezclas elegidas fueron sometidas a evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales, determinándose estadísticamente por la prueba de Duncan que la mezcla tres conformada por 82,54%, 13,92% y 3,54% (b.h.) de trigo, quinua y suero respectivamente, presentó la mejor característica y tuvo un 16% más de cómputo químico frente a la mezcla patrón. Finalmente determinó el tiempo de vida útil por la metodología de riesgos acumulados de Weibull y usó la evaluación sensorial de aceptabilidad como un método para medir la efectividad de la metodología, determinándose una vida útil

sensorial del pan de molde con incorporación de harina de quinua precocidad y suero de 11 días.

**Palazón. M, et al. (2009)** en su investigación sobre determinación de la vida útil de una compota de frutas a base de manzana almacenada a diferentes temperaturas usando el modelo de riesgos de Weibull, almacenaron las botellas de compota para lactantes a tres temperaturas diferentes (23°C, 30°C y 37°C) durante 420 días. Realizaron evaluaciones instrumentales del color, vitamina C, 5-hidroximetilfurfural y análisis sensoriales (atributos sensoriales y la aceptabilidad general) durante la duración del estudio. Utilizaron el método de Weibull para establecer el punto final de la vida útil del producto a 37°C según la puntuación global de aceptabilidad propuesta por el panel sensorial. Teniendo en cuenta una probabilidad del 50% de los panelistas para encontrar el producto como inaceptable, el final de la vida útil de la compota de manzana almacenada a 37°C se logró después de 346 días. El análisis estadístico de los datos que permitió seleccionar las ecuaciones cinéticas cero y de primer orden más adecuadas, tanto para atributos físico-químicos y sensoriales en las muestras almacenadas a 37°C. La medida del color en unidades CIELAB, la vitamina C y los atributos sensoriales (color y sabor) fueron seleccionados como los parámetros críticos.

todos los índices evaluados en la zona externa de la lechuga presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Para las zonas tanto, interna y media, los atributos presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), excepto para el contenido de agua y la clorofila total.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Leche de Bovina**

La FDA define la leche como el producto obtenido del ordeño completo de las hembras mamíferas de distintas especies sanas y bien alimentadas. Se puede considerar como uno de los alimentos más completos que existen, ya que contiene proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y sales minerales de alto valor biológico, hasta el punto de constituir el único alimento que consumimos durante una etapa muy importante de nuestra vida. Pero, por otro lado, la leche y los productos lácteos han sido asociados históricamente a importantes enfermedades humanas y pueden considerarse dentro de los alimentos más perecederos. La leche puede sufrir adulteraciones, como adición de agua, de suero, etc.; alteraciones, como acidificación y posterior coagulación, desnaturalización de proteínas, pérdida de vitaminas, etc., y contaminaciones.

Los agentes contaminantes pueden ser de origen:

- Físico: restos de paja, tierra, etc.
- Químico: restos de detergentes, medicamentos veterinarios, pesticidas.
- Microbiológico: en este caso, la brucelosis o enfermedad de Malta, la tuberculosis, la listeriosis, la intoxicación estafilocócica, la clamidiasis y la intoxicación por micotoxinas son las afecciones más importantes.

Leches utilizadas en la alimentación desde tiempos ancestrales son las leches de oveja, cabra y vaca; siendo las de burra, yegua, reno y camello las menos relevantes. La composición de la leche varía con la especie, raza, tipo de alimentación, estado sanitario y fisiológico del animal, época del año y el número de ordeños:

**Tabla 1: Composición de la leche según su especie (%)**

<b>Especie</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>	<b>Sólidos Totales</b>
Humana	3.75	1.63	12.57
Vacuna	3.70	3.50	12.80
Búfalo de agua	7.45	3.78	16.77
Cebú	4.97	3.18	13.45
Caprina	4.25	3.52	13.00
Ovina	7.90	5.23	19.29

Asnal	1.10	1.60	9.29
Caballar	1.70	2.10	10.50
Camélida	4.10	3.40	12.80
Reno	12.46	10.30	36.70

Miralles de la Torre (2003)

### 2.2.2 Queso Fresco

La NTP 202.193 2010, señala que el queso es el producto elaborado con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la proteína (caseína) con cuajo, bacterias lácticas, enzimas apropiadas y/o ácidos; es decir, los quesos deben estar elaborados con grasa propia de la leche, por lo tanto, la presencia de grasa vegetal, independientemente de su porcentaje, significa que el producto no es queso sino imitación, de acuerdo con lo que señala la mencionada Norma: «las imitaciones son los productos elaborados con ingredientes o procedimientos diversos a los usados en la producción de aquel que pretende imitar y cuyo aspecto sea semejante a este mismo». Hay más de 800 nombres de quesos, pero muchos de ellos se refieren a productos similares elaborados en diferentes localidades, sin embargo todos pertenecen a unos 18 tipos de quesos naturales. La leche destinada a la elaboración del queso puede ser de oveja o de

cabra, pero la mayor parte es de vaca. Para elaborar un buen queso es necesario utilizar leche de excelente calidad, que provenga de un animal sano y bien alimentado, y que sea sometida a un tratamiento térmico que garantice la destrucción de las bacterias causantes de enfermedades (pasteurización). También es indispensable que el proceso de ordeña y todas las manipulaciones posteriores de la materia prima se efectúen en condiciones de rigurosa higiene.

De acuerdo al Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2008), el queso es el producto sólido o semisólido, madurado o fresco, en el que el valor de la relación suero proteínas/caseínas no supera al de la leche, y que es obtenido por coagulación (total o parcial) de la leche por medio de la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes adecuados, con un escurrido parcial del lactosuero (Scott *et al*, 1998).

Desde el punto de vista fisicoquímico, el queso se define como un sistema tridimensional tipo gel, formado básicamente por la caseína integrada en un complejo caseinato fosfato cálcico, el cual por coagulación, engloba glóbulos de grasa, agua, lactosa, albúminas, globulinas, minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales permaneces absorbidas en el sistema o se mantienen en la fase acuosa retenida (Walstra *et al*, 2006).

### 2.2.3 Proceso de elaboración de Queso

- a) **Recepción de materia prima:** Se recepciona la leche fresca a una temperatura no mayor a 5°C. Para elaborar el queso fresco se debe disponer de leche fresca, sana y de toda la garantía, es decir una leche de excelente calidad, si la leche es de una mala calidad se obtendrán quesos con muchos defectos y con un periodo muy corto de vida comercial.
- b) **Pasteurizado:** Consiste en calentar la leche hasta una temperatura de 72°C y mantenerla por 15 segundos (pasteurización rápida). Se realiza con la finalidad de destruir todos los gérmenes patógenos, que son los que causan enfermedades y a la mayoría de otros microorganismos que viven con las leches o que puedan haber ingresado por contaminación esta operación nos asegura siempre un queso de buena calidad.
- c) **Enfriado:** Antes de agregar el cloruro de calcio y el cuajo, hay que adecuar la temperatura a 37° centígrados ya que la leche drenada del pasteurizador a la tina de cuajada tiene una temperatura mayor o menor que la requerida.
- d) **Adición de Cloruro de Calcio:** La pasteurización por ser un proceso térmico a altas temperaturas degrada el calcio que se encuentra en forma natural en la leche, elemento esencial para la consistencia y rendimiento de la leche.



- g) Reposo:** después del corte de la cuajada, esta se encuentra muy frágil, por lo que es conveniente dejarla en reposo por unos cinco minutos, para que adquiera consistencia y permita su agitación sin fragmentarse, lo que ocasionaría que las partículas de cuajada fragmentada se pierdan en el suero.
- h) Primer Agitado:** se realiza al principio muy suavemente para no romper la cuajada, luego paulatinamente se va aumentando la velocidad de agitación. Se notará que la cuajada va tomando más consistencia, y ofreciendo as resistencia a su rotura cuando se le aprieta con los dedos de la mano. Esta primera agitación dura entre diez a quince minutos.
- I) Primer desuerado:** se separa el suero equivalente a un tercio del volumen inicial de la leche con esa parte del suero, se está eliminando parte del ácido láctico desarrollado en el proceso y gran proporción de la lactosa del suero.
- J) Calentamiento:** Se calienta la cuajada en forma directa, aplicando agua caliente a 70°C, previamente tratada, es decir libre de contaminación. Se adiciona lentamente el agua caliente, para conseguir que el calentamiento sea uniforme, con el fin de conseguir un calentamiento parejo. El calentamiento se realiza hasta que la temperatura llegue a 38°C. el calentamiento debe realizarse con constante agitación.

- K) Segundo agitado.** Se sigue agitando en forma más enérgica, durante 10 minutos. El tiempo de esta segunda agitación se tomará a partir del momento en que se llega a temperatura de 38°C.
- L) Segundo desuerado.** Se retira todo el suero, hasta el final de la cuajada para favorecer la acción del salado.
- M) Salado:** es importante que la sal sea de buena calidad, sin impurezas, es recomendable disolverla y colarla antes de adicionar a la cuajada. La cantidad depende de las exigencias del mercado, normalmente se emplea 1,4%de sal a 1.6%de sal en relación con la leche.
- N) Moldeado.** Consiste en colocar la cuajada en un recipiente que le proporciona la forma al queso, en este caso para el queso fresco se puede emplear cualquier tipo de molde de uso alimentaria. Estos moldes son recipientes rígidos con perforaciones por donde escapará el suero y en su interior retendrá la cuajada, formando el queso fresco. Los moldes se dejaron en la cámara de refrigeración.
- P) Volteo.** Después de una hora de moldeado, se retira el queso del molde, se le voltea de manera que la parte superior quede en la parte inferior, y vuelva a colocar dentro del molde, de este modo se tiene ambos lados de forma uniforme.

**Q) Envasado.** Después de realizar el último volteo, el queso es colocado en bolsas de polietileno debidamente desinfectadas, al queso se le da una pequeña enjuagada en una solución sorbato (2gr por litro de agua).

**R) Almacenado.** Los quesos se almacenan a una temperatura de refrigeración de 1°C- 4°C en sus moldes, para el enfriado de la masa interna del queso, y al día siguiente están listos para su comercialización.

#### **2.2.4 Alteraciones de los quesos**

La calidad de un queso se determina por características sensoriales como: aroma, color, consistencia, textura y aspecto general, las cuales dependen del tipo de queso que se produce, por lo tanto los defectos de los quesos se deberán al deterioro de alguna de estas características, que le hacen perder su calidad y muchas veces hacerlos no aptos para el consumo, en la medida que pierden sus características organolépticas o que ya no podrían ser un producto inocuo.

Es importante resaltar que algunas características que se consideran defectos en un tipo de queso, son cualidades deseadas en otros tipos de queso, tal es el caso de la presentación de ciertos mohos (azules, blancos, entre otros) en la superficie de ciertos quesos madurados, que permiten identificarlos y evaluar su calidad, en cambio la aparición de mohos en un queso fresco es un factor de deterioro del producto y que lo hace no apto para el consumo.

Los defectos de los quesos se deben a diferentes causas entre las cuales están: Fermentaciones anormales originadas por contaminación de microorganismos en la leche original o que se desarrollan durante su elaboración; errores en el manejo de las variables durante el proceso de elaboración, condiciones de almacenamiento inadecuadas.

Entre los defectos más frecuentes en los quesos se encuentran:

- Hinchazón, ocasionados por fermentaciones con alta producción de gas, ocasionando la aparición de ojos irregulares y abombamiento. Esta hinchazón puede ser precoz, que aparece a los tres días de producción o tardía, que aparece a los diez días de elaboración.
- La putrefacción que se debe a la contaminación de microorganismos no deseables y patógenos causantes de un olor nauseabundo, se presentan dos tipos de putrefacción: la Blanca y la de color ceniza.
- Defectos de corteza que ocasionan pigmentos o decoloraciones y se debe a problemas de almacenamiento.
- Defecto de sabor, que dan lugar a sabores ácido, amargo, a rancio y a suero, los cuales se deben a diferentes causas.
- Defectos de cuerpo y textura, ocasionados por mal manejo y control de variables en diferentes etapas del proceso de producción, como: cuerpo duro, cuerpo friable, textura abierta, manchas blancas y húmedas y de apariencia.
- Defectos de color.

### **2.3 Vida útil de los alimentos**

La vida útil o caducidad de un alimento puede definirse como "el periodo de tiempo, después de la elaboración y/o envasado y bajo determinadas condiciones de almacenamiento, en el que el alimento sigue siendo seguro y apropiado para su consumo" (Labuza, 1982). Obviamente la vida útil del producto debe exceder el tiempo mínimo requerido hasta que llegue al consumidor, y que éste tenga un período razonable de almacenamiento en casa (Dethmers, 1979). Es decir, que durante ese tiempo debe conservar tanto sus características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, así como sus características nutricionales y funcionales. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Brody, 2003).

Labuza (1999) sostiene, que todos los alimentos poseen una caducidad microbiológica, una caducidad físico-química y una caducidad sensorial; la cual depende de las condiciones de formulación, procesamiento, empaquetado, almacenamiento y manipulación.

Según el Codex Alimentarius (1998) los alimentos perecederos son aquellos de tipo o condición tales que pueden deteriorarse, entendiéndose aquellos como los alimentos compuestos total o parcialmente de leche, productos lácteos, huevos, carne, aves de

corral, pescado o mariscos, o de ingredientes que permitan el crecimiento progresivo de microorganismos que puedan ocasionar envenenamiento u otras enfermedades transmitidas por alimentos; así aquellos alimentos que son considerados como perecederos generalmente poseen una vida útil de 7 días, y esta vida útil está limitada en la mayoría de los casos por el decaimiento bioquímico o microbiológico (Labuza, 1999), mientras que los alimentos semiperecederos (conservas en general) la vida útil está limitada principalmente al deterioro fisicoquímico y/o sensorial antes que el microbiológico (McDonald y Sun, 1999; McMeekin y Ross, 2002).

El hecho que los alimentos son sistemas diversos, complejos y activos en que las reacciones microbiológicas, enzimáticas y fisicoquímicas están interactuando de forma simultánea, hace una tarea ardua el estudio de su vida útil. La preservación de los alimentos es dependiente de la combinación de múltiples factores y un sin fin de reacciones bio-fisicoquímicas, y si entendemos estas reacciones y sus mecanismos respectivos sería bastante exitosa la limitación de aquellos factores que tienen mayor influencia o responsables en la alteración o pérdidas de las características deseables en los alimentos, y a veces encauzar otras reacciones hacia cambios beneficiosos.

### **2.3.1 Factores que afectan la vida útil**

La vida en anaquel de un producto está básicamente determinada por los componentes del sistema, el proceso de elaboración, el método de empaçado, el tiempo y la humedad relativa durante el transporte y almacenamiento. En forma general, estos factores pueden ser categorizados en factores intrínsecos y extrínsecos (ISFT, 1993; citado por Kilcast y Subramanian, 2004). Los factores intrínsecos están constituidos por las propiedades del producto final, como son:

- Actividad de agua ( $a_w$ )
- pH y acidez
- Potencial redox
- Oxígeno disponible
- Nutrientes
- Microflora natural y recuento de microorganismos supervivientes
- Bioquímica del producto (enzimas, reactivos químicos)
- Uso de preservantes

Los factores intrínsecos se encuentran influenciados por variables como, tipos y calidad de la materia prima, formulación del producto y su estructura.



### 2.3.2 Método gráfico del ploteo de riesgos acumulados de Weibull

El Ploteo de Riesgos Acumulados de Weibull es una técnica gráfica que emplea un papel probabilístico de riesgos desarrollado por Nelson en 1968; para determinar si el conjunto de datos de una población podrían lógicamente ajustarse a la distribución de dos parámetros de Weibull (Grant y Leavenworth, 1981; Gacula y Kubala, 1975).

La Distribución de Weibull fue introducida en la práctica por Walodi Weibull en 1951 y está compuesta por una familia de distribuciones que tienen por fórmula, para la función de densidad de dos parámetros, la ecuación:

Donde:

$$F(t) = \frac{\beta}{\alpha^\beta} t^{\beta-1} - e^{-(t/\alpha)^\beta}$$

e : Base de los logaritmos naturales

t : Es el parámetro de posición (unidad de tiempos) o vida mínima y define el punto de partida u origen de la distribución.

$\alpha$  : Es el parámetro de escala, extensión de la distribución a lo largo, del eje de los tiempos.

B : Es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos.

La curva de la función varía mucho dependiendo de los valores numéricos de los parámetros. El parámetro de forma,  $\beta$ , refleja el aspecto de la curva. El parámetro de escala,  $\alpha$ , se le conoce como «tiempo de vida característico», coincide con el percentil 63.2 de la distribución y es dimensionalmente equivalente a la magnitud aleatoria  $t$ , mientras que  $\beta$  no tiene dimensiones (Grant y Leavenworth, 1981; Juran et al., 1987; Cantillo et al., 1998).

La función acumulada de la distribución de Weibull, que define la probabilidad de que una muestra se deteriore a o antes del tiempo  $x$  es:

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\alpha)^\beta}$$

La función de riesgo o velocidad de fallas es:

$$h(x) = f(x) / (1 - F(x))$$

La velocidad de fallas para el modelo de Weibull se incrementa con respecto al tiempo, cuando  $\beta > 1$  y decrece cuando  $\beta < 1$ . Cuando  $\beta = 1$ , la velocidad de fallas es constante. La flexibilidad de la

distribución de velocidad de fallas permite una amplia variedad de aplicaciones (Gacula y Kubala, 1975).

Se tiene que la función acumulada de riesgo es:

$$H(x) = (x/\alpha)^\beta, x \geq 0$$

Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación, el tiempo (x) puede ser expresado como la función acumulada de riesgo,

$$\log(x) = (1/\beta) \log(H) + \log(\alpha)$$

El ploteo de x y H(x) en el papel probabilístico de Weibull formará una línea recta (o muy cercana a ésta), si es que los datos siguen la distribución de Weibull.

El método gráfico del ploteo de riesgos acumulados de Weibull permite el conocimiento de la vida en anaquel nominal simbolizada por  $NL_{50}$  que se obtiene cuando la distribución de las fallas se asemeja a la distribución normal (Gacula y Kubala, 1975). La probabilidad de que un producto sea inaceptable en el tiempo "x" está dada por la «probabilidad de falla sensorial» (PSF). Para obtener la PSF en el papel probabilístico de Weibull, se traza una línea horizontal desde un tiempo de falla seleccionado (ordenadas) hasta la línea ajustada. En el punto de intersección, se levanta una paralela al eje de ordenadas y se lee la PSF.

Es decisión del investigador el escoger una duración razonable de la vida en anaquel de un producto. La confiabilidad estadística  $R(x)$ , definida por:

$$R(x) = 1 - F(x)$$

Es una guía práctica para escoger una duración razonable; es decir, la vida en anaquel de un producto. Como  $F(x)$  es la función acumulada de la distribución, expresada como la proporción de muestras que fallarían a ó antes del tiempo  $x$ ,  $R(x)$  es por lo tanto, la proporción de muestras que superan dicho tiempo  $x$  (probabilidad de supervivencia). Analíticamente,  $F(x)$  es la PSF y en términos de porcentaje (Gacula y Kubala, 1975),

$$R(x) = 100 - \text{PSF} (7)$$

Para el cálculo de los parámetros de la ecuación de Weibull del papel probabilístico, se tiene que:

$$\alpha = e^{(b_0)} \text{ y } \beta = 1/b_1$$

Donde:

$b_0$  y  $b_1$ : Valores para el intercepto y la pendiente del modelo lineal de primer orden.

$x$ : Tiempo de falla

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1 Hipótesis General**

**H<sub>i</sub>:** La vida útil del queso fresco de leche de bovina puede ser estimada mediante el método de riesgo de Weibull.

#### **3.2 Hipótesis Específicas:**

**H<sub>i</sub>:** El criterio de falla (para determinar la vida útil) del queso fresco de leche de bovina puede establecerse mediante técnicas sensoriales discriminativas.

**H<sub>i</sub>:** La aceptabilidad del queso fresco de leche de bovina será estimada por medio de panelistas.

**H<sub>i</sub>:** La calidad del producto final será medida por análisis sensorial.

#### **3.3 Variables**

##### **3.3.1 Variables Independientes**

- Criterio de falla.
- Aceptabilidad.

### **3.3.2 Variable Dependiente**

- Vida útil

## **3.4 Indicadores de las variables**

### **3.4.1 Indicador de las variables independientes**

- Pérdida de sabor
- Perdida de textura
- Perdida de sabor
- Grado de satisfacción

### **3.4.2 Indicador de la variable dependiente**

- Días

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1 Lugar De Ejecución Del Trabajo De Investigación**

- La producción del queso fresco y los análisis fisicoquímicos de evaluación de la calidad de la leche fresca se realizaron en las instalaciones de la planta piloto de leche (UNALM).
- Los análisis fisicoquímicos de evaluación de la calidad del queso fresco se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos.
- Los análisis microbiológicos, análisis sensorial y análisis proximal del queso fresco se realizaron en laboratorios de ensayos de la empresa Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas Y Medio Ambientes S.A.C.

#### **4.2 Materiales**

Moldes de plástico, jarras plásticas, cucharones de metal, coladores de plástico.

#### **4.3 Equipos**

- Porongos de acero inoxidable
- Paleta agitadora de acero inoxidable

- Liras de acero inoxidable
- Mesas de acero inoxidable
- Estufa

#### **4.4 Maquinarias**

- Tina quesera de acero inoxidable de 100 L de capacidad
- Tanque de pasteurización de 100 L de capacidad

#### **4.5 Instrumentos**

- Lactodensímetro
- Acidómetro
- Termómetro
- Balanza granataria de 400 g de capacidad
- Balanza electrónica de 100 kg de capacidad

#### **4.6 Métodos**

##### **4.6.1 Análisis fisicoquímicos de la Leche Fresca**

- Grasas.** Según AOAC (2007).
- Acidez.** Según AOAC (2007).
- Densidad.** Con el empleo del lactodensímetro, siguiendo el método de lectura directa.



- d. **Temperatura.** Con el empleo del termómetro digital, siguiendo el método de lectura directa.
- e. **pH.** Con el empleo del potenciómetro, siguiendo el método de lectura directa.
- f. **Antibiótico.** Con el empleo del Kit colorimétrico California Mastitis test
- g. **Reductasa:** Norma Técnica Peruana 202.014 (2004) (revisada el 2013) Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Ensayo de reductasa o ensayo de azul de metileno.

#### **4.6.2 Análisis Sensorial**

- a. **Prueba de aceptabilidad.** Esta prueba se realizó con la finalidad de evaluar el nivel de agrado de los panelistas en los diferentes atributos de calidad sensorial de las muestras de queso a lo largo de su almacenamiento en condiciones de refrigeración. Para la realización de esta prueba se empleó el panel entrenado del Laboratorio de Ensayo Sensorial de la Empresa Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medioambientales S.A.C., compuesto inicialmente por 3 jueces según lo recomendado por Gácula y Kubala (1975). El número de jueces se fue incrementando a medida cuando se dio el inicio al periodo de falla llegando a alcanzar hasta un número de 8.

Las muestras fueron extraídas del almacenamiento en refrigeración, para su evaluación sensorial, de acuerdo al modelo escalonado por Gacula (1984) y modificado por Cardelli y Labuza (2001). Los parámetros a tener en cuenta en este tipo de modelo son:

$N_0$ : Número de muestras inicial a ser evaluados y/o número de panelistas

C: Constante, determinada por el investigador

Se utilizó la metodología propuesta por Anzaldúa-Morales (1984). El objetivo fue determinar si los panelistas consumirían el producto tomando en cuenta los atributos color, olor, sabor y textura, cada uno de ellos por separado, y para ello se les entregó a los panelistas una ficha en la que se les solicitó que identifiquen si aceptan o no el producto (prueba de aceptación). La presentación de las muestras fue en forma monádica y el ordenamiento fue al azar (Hough y Garitta, 2004).

La elección del tamaño de valor inicial  $N_0$  y de la constante C se determinó de manera arbitraria e influenciados por la importancia de las observaciones iniciales en el experimento (Kilcast y Subramanian, 2000).

Se tomó como criterio de falla (inicio de la fase de aceleración) que por lo menos un panelista detectara

rechazara el producto; y para establecer el final de la fase de aceleración se tomó como criterio que el 50% del panel no acepta el producto, ya sea por: color diferente, sabores atípicos, textura desmejorada u olores anómalos.

- b. Prueba de grado de satisfacción.** El grado de satisfacción del producto final se determinó siguiendo la metodología propuesta por Anzaldúa-Morales (1984), haciendo uso de una escala hedónica de nueve puntos. El objetivo fue determinar el nivel de agrado que produjeron los atributos sensoriales (olor, sabor, color, textura y aceptabilidad) en los panelistas al degustar el queso fresco empacado en bolsa de polietileno.

#### **4.6.3 Determinación de la vida útil por el método de Weibull**

Para determinar el final de la vida útil, los resultados de las pruebas sensoriales de aceptabilidad fueron transferidos en una hoja de cálculo y se calcularon los riesgos acumulados y, a partir de estos, la construcción de las curvas de riesgo, empleando el software Excell 2014 y siguiendo la metodología propuesta por Gacula y Kubala (1975).

- 1) Primero, se ordenaron los períodos (en días) en los cuales el producto falló, en orden ascendente, incluyendo las muestras no deterioradas.
- 2) Luego se calculó el valor de riesgo,  $h(t)$ , para cada unidad fallada con la siguiente ecuación:

$$h(t) = (1/k)100$$

Donde  $k$  es la inversa del ranking de los períodos de falla de las muestras.

- 3) A continuación se calculó el valor del riesgo acumulado,  $H(x)$ , de las muestras que fallaron. El valor de riesgo de las unidades que fallaron anteriormente incluyendo la unidad fallada.
- 4) Posteriormente se realizó el ploteo de los datos para la construcción del gráfico.

$$(t) = (t/a)^\beta \quad \text{ó} \quad \log(t) = (1/b) \log(H) + \log(a)$$

El parámetro de forma fue calculado haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\beta = (1/\sigma)(\pi/6^{1/2})$$

- 5) Se realizó la regresión lineal de los datos ploteados.
- 6) Para estimar la vida útil del queso fresco de bovina se tomó como criterio el momento en el cual existe una correspondencia de un riesgo acumulado de 69.3% ó una  $P_c$

del 50% de falla, la cual se conoce como "vida en anaquel nominal" (Cardelli y Labuzá, 2000). Adicionalmente una vez calculado gráficamente el parámetro de forma fue posible calcular el Pc exacto y de la relación existente entre %Pc y  $\Sigma H$ :

$$Pc = 100 [1 - \exp \{-(H/100)\}]$$

Para lo cual se trazó una línea perpendicular del origen del 50% de percentil hacia la curva de regresión, y a partir de dicho intercepto se trazó una línea paralela al eje de las sumatorias de fallas hasta el intercepto del eje del tiempo (tiempo de vida útil).

Y finalmente, para hallar estimar la vida útil relacionada con la distribución de weibull ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) se empleó la siguiente formula:

$$t = 10^{(\text{Log}(\alpha) - (1/\beta) \text{Log}(100))} \times (\Sigma H)^{1/\beta}$$

Dónde:

t: Tiempo de vida útil estimado

$\alpha$ : Es el parámetro de escala, extensión de la distribución a lo largo, del eje de los tiempos.

$\beta$ : Es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos.

$\Sigma H$ : Frecuencia acumulada.

#### 4.6.4 Evaluación de la Calidad del Queso Fresco

##### ❖ Análisis Fisicoquímicos

- a. **Humedad.** Según AOAC (2007).
- b. **pH** Método de la AOAC 981.12
- c. **Acidez** Método volumétrico 16.267 de la AOAC (2000)
- d. **Agua libre (CRA).** Método de prensado
- e. **Proteínas.** Según AOAC (2007).
- f. **Grasas.** Según AOAC (2007).
- g. **Carbohidratos.** Por diferencia
- h. **Cenizas.** Según AOAC (2007).

#### 4.6.5 Análisis Microbiológico.

- a. **Recuento de Coliformes.** Según la metodología propuesta por la ICMSF (1983).
- b. **Recuento de *Staphylococcus aureus*.** Según la metodología propuesta por la ICMSF (1983).
- c. **Recuento de *Escherichia coli*.** Según la metodología propuesta por la ICMSF (1983).

- d. **Detección de *Listeria monocytógenes*.** Según la metodología propuesta por la ICMSF (1983).
- e. **Detección de *Salmonella sp.*** Según la metodología propuesta por la ICMSF (1983).

## **4.7 Método de la investigación**

### **4.7.1 Tipo de Investigación**

En relación al trabajo planteado, la presente investigación fue de tipo Aplicada, por que respondió a las preguntas y objetividad de la investigación.

### **4.7.2 Nivel de Investigación**

El trabajo de investigación se enmarcó dentro del nivel descriptivo, correlacional, porque manifiesto características de las variables y las confrontó con la hipótesis de la investigación en la realidad.

### **4.7.3 Método de Investigación**

La investigación se basó en los métodos y procedimientos Inductivo, Deductivo y Analítico.

## 4.8 Diseño de Investigación

La investigación comprendió el diseño que tiene el siguiente esquema:

$$M = O_x r O_y$$

Donde:

- M = Muestra
- O = Observación
- X = Estimación del criterio de falla.
- Y = Vida útil del producto.
- r = Relación

### 4.8.1 Población y muestra

#### ➤ Población

La población estuvo conformada por los 143 moldes de queso que se producen diariamente en la planta piloto de leche de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

#### ➤ Muestra

La muestra se obtuvo de manera aleatoria, la cual fue calculada siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana ISO 2859-1 (2008) Procedimiento de muestreo para inspección por atributos para un nivel de inspección normal:

$$n = 8 \text{ moldes}$$



#### **4.8.2 Técnicas de recolección y análisis de datos**

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

#### **4.8.3 Técnicas de Recolección de Información**

Las técnicas para la recolección de la información fueron las fuentes primarias y secundarias.

- a) **Fuentes Primarias**: Los investigadores a través de esta fuente recogieron la información en forma directa, es decir la técnica y procedimientos a utilizar nos suministraron información adecuada, la cual fue la siguiente:
- **Análisis microbiológicos**: Estuvieron conformados por los métodos de análisis microbiológicos normados por la ICMSF o la Organización Internacional de Estandarización (ISO).
  - **Análisis fisicoquímicos**: Estuvieron conformados métodos de análisis fisicoquímicos normados por la AOAC o el INDECOPI.
  - **Análisis sensoriales**: Estará conformada métodos de análisis sensoriales normados por la Comisión Internacional de Estandarización (ISO).
- b) **Fuentes Secundarias**: Las fuentes secundarias se utilizaron para obtener información teórica, para lo cual se recurrió a las bibliotecas, internet y otros tipos de fuentes de información.

Toda esta información se obtuvo a través del uso de libros, revistas, periódicos, publicaciones, normas legales, diccionarios, enciclopedias de las cuales se sintetizarán las informaciones obtenidas a través de fichas textuales, bibliográficas, comentarios, resumen y hemerográficas, lo cual nos permitió obtener información ordenada, coherente, relacionada al tema de investigación y fidedigna que nos abrió el camino para poder lograr los objetivos y contrastar las hipótesis de la investigación.

#### **4.8.4 Técnicas para el procesamiento de datos**

El procesamiento de datos de la presente investigación se realizó siguiendo el siguiente procedimiento:

- a) Se ordenaron y tabularon los resultados de los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales obtenidos de la evaluación de las muestras de queso fresco.
- b) Los resultados de las evaluaciones sensoriales se plotearon haciendo uso de la ecuación linearizada de Weibull y el software Microsoft Excel versión 2014. Se calcularon los parámetros  $\alpha$  (escala) y  $\beta$  (forma), probabilidad crítica y la vida útil del producto, para cada atributo sensorial evaluado.

#### **4.8.5 Técnica de Muestreo**

La técnica de muestreo empleada fue el muestreo probabilístico aleatorio simple con el empleo de la Norma Técnica Peruana ISO 2859-1 (2008) Procedimiento de muestreo para inspección por atributos para un nivel de inspección normal.

#### **4.8.6 Técnicas para la Contrastación de las Hipótesis**

La prueba de las hipótesis se realizó mediante el estadígrafo paramétrico llamado coeficiente de correlación lineal, con ayuda del software Microsoft Excel versión 2016 considerando el valor de  $R^2 = 0.80$  como valor crítico el para afirmar que los datos obtenidos se distribuyen siguiendo el modelo lineal de la distribución estadística de Weibull

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1 Evaluación de la calidad de la leche de bovina empleada en la elaboración del queso fresco.

Los resultados de la evaluación de la calidad de la calidad de la leche fresca de bovina se muestran en la Tabla N° 2.

**Tabla 2: Control de calidad de leche fresca**

Ensayo	Resultado	Especificaciones
<i>Características Fisicoquímicas:</i>		
Temperatura (°C)	5	Máx. 8°C <sup>(a)</sup>
Acidez (°Dornic)	15.0	14 a 16 °D <sup>(b)</sup>
Grasa (%)	3.0	Mín. 3.2 <sup>(b)</sup>
Densidad (g/mL)	1.030	1.0296 a 1.034 <sup>(b)</sup>
pH	6.87	6.7 a 6.8 <sup>(a)</sup>
Antibiótico	Negativo	Negativo <sup>(b)</sup>
<i>Características Microbiológicas:</i>		
Reductasa con azul de metileno	6 horas	> 4 horas <sup>(b)</sup>

Fuente: Elaboración Propia

(a): *Especificaciones de calidad para leche cruda de la Planta Piloto de Leche de la UNALM.*

(b): *Norma Técnica Peruana 202.001 (2003): Leche y productos lácteos. Leche cruda requisitos.*

**Tabla 4: Resultados De La Tabulación De La Evaluación Sensorial Del Atributo Color Del Queso Fresco**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	(7)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
15	Si	(6)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
17	Si	(5)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	(4)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
21	Si	(3)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
23	(2)	(1)	Si	Si	Si	Si	Si	Si

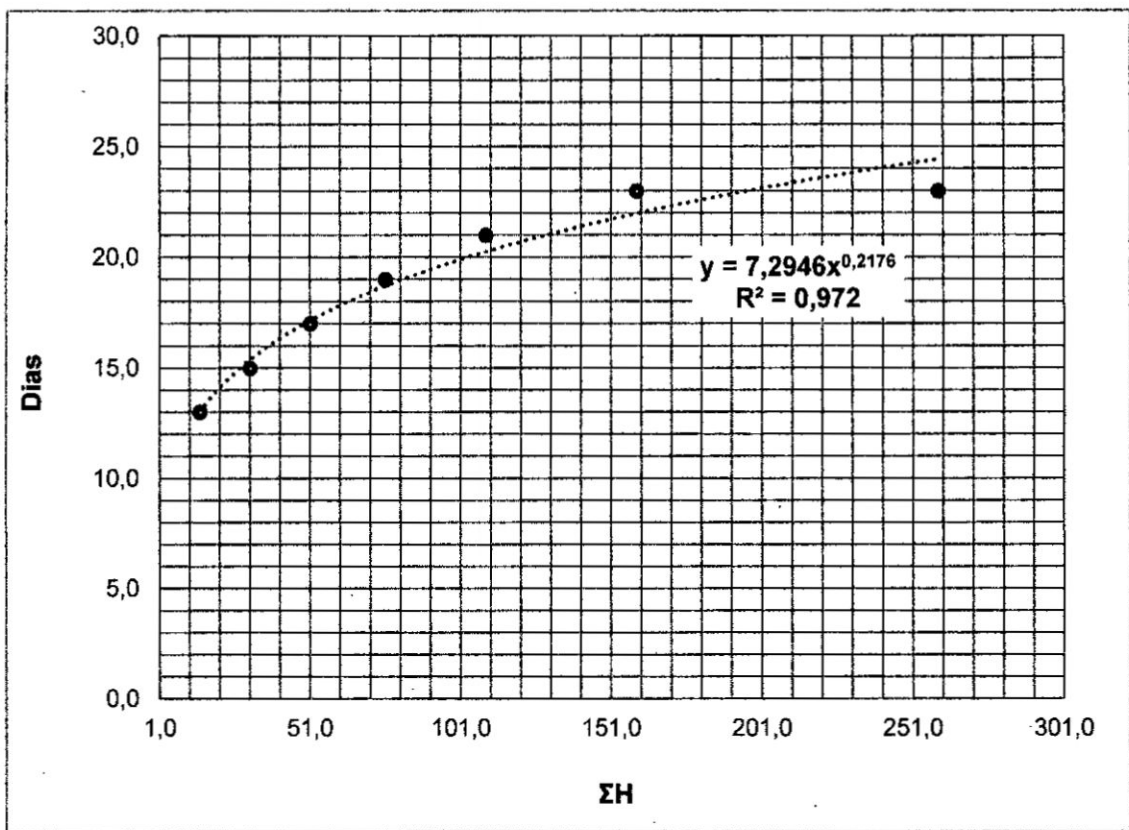
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5: Valores De Riesgos De Weibull Para El Atributo Color Del Queso Fresco**

<b>Rango</b>	<b>Días</b>	<b>H</b>	<b><math>\Sigma H</math></b>	<b>Log (t)</b>	<b>Log (<math>\Sigma H/100</math>)</b>
7	13,0	14,3	14,3	1,1139	-0,8451
6	15,0	16,7	31,0	1,1761	-0,5093
5	17,0	20,0	51,0	1,2304	-0,2928
4	19,0	25,0	76,0	1,2788	-0,1195
3	21,0	33,3	109,3	1,3222	0,0386
2	23,0	50,0	159,3	1,3617	0,2022
1	23,0	100,0	259,3	1,3617	0,4138

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Color Del Queso Fresco (Gráfica Potencial)**



### 5.2.2 Evaluación del Sabor

Los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor del queso fresco empacado en bolsa de polietileno se muestran en la Tabla N° 6.

**Tabla 6: Resultados De Las Pruebas De Aceptabilidad Para El Atributo Sabor Del Queso Fresco.**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
15	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
17	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si
21	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
23	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

*(Si): Cuando el juez calificaba como aceptable el atributo evaluado.*

*(No): Cuando el juez calificaba como no aceptable el atributo evaluado*



**Tabla 7: Resultados De La Tabulación De La Evaluación Sensorial**

**Del Atributo Sabor Del Queso Fresco**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	(9)	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	Si	(8)	Si	Si	Si	Si	Si
15	Si	Si	(7)	Si	Si	Si	Si	Si
17	Si	Si	(6)	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	Si	(5)	(4)	Si	Si	Si	Si
21	Si	Si	(3)	Si	Si	Si	Si	Si
23	Si	Si	(2)	(1)	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

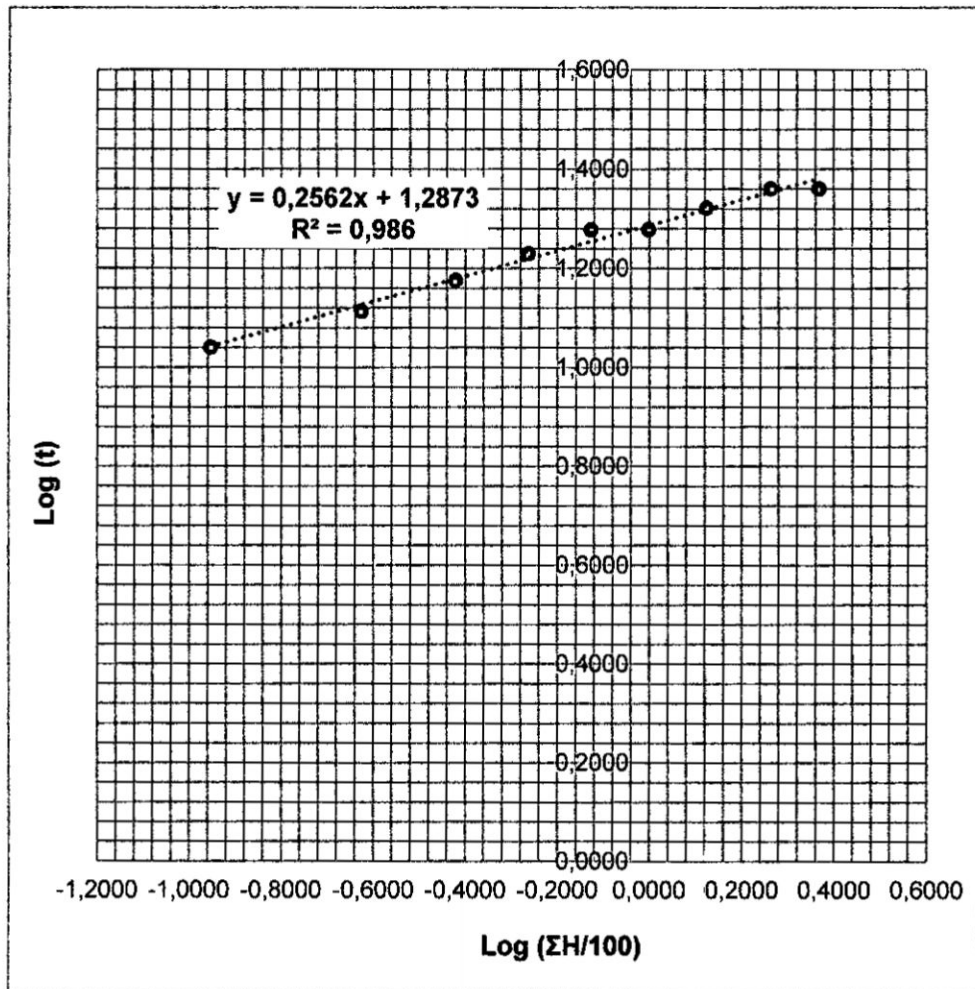
**Tabla 8: Valores De Riesgos De Weibull Para El Atributo Sabor Del**

**Queso Fresco**

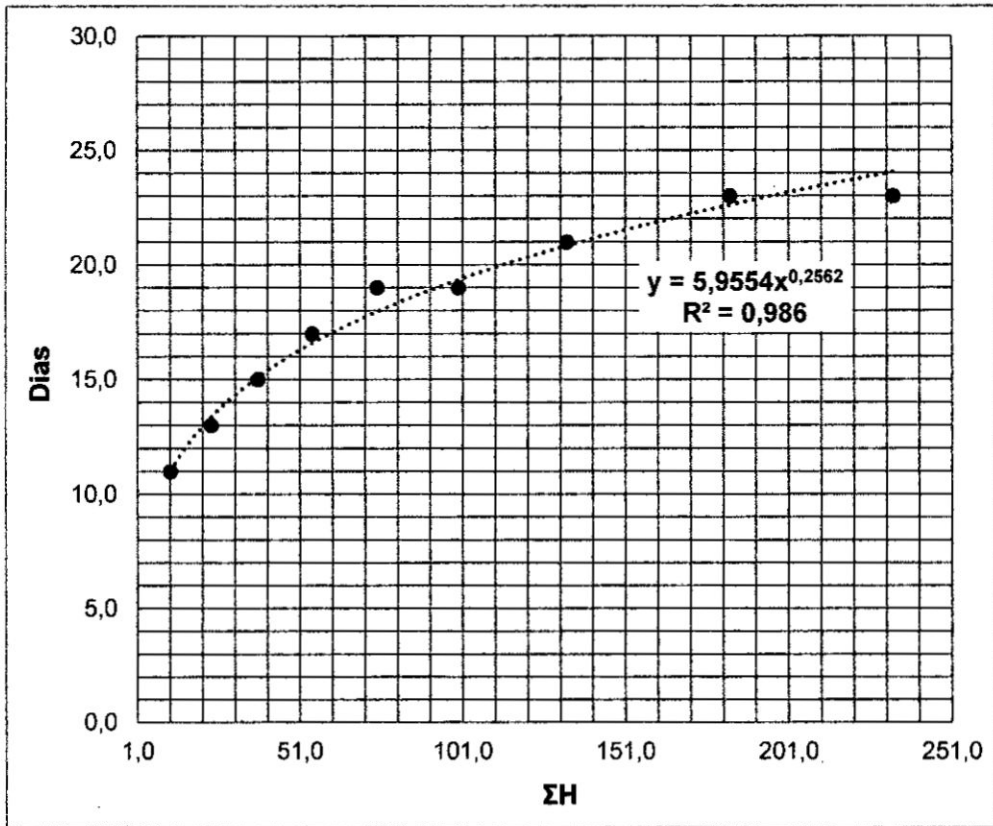
<b>Rango</b>	<b>Días</b>	<b>H</b>	<b><math>\Sigma H</math></b>	<b>Log (t)</b>	<b>Log (<math>\Sigma H/100</math>)</b>
9	11,0	11,1	11,1	1,0414	-0,9542
8	13,0	12,5	23,6	1,1139	-0,6269
7	15,0	14,3	37,9	1,1761	-0,4214
6	17,0	16,7	54,6	1,2304	-0,2631
5	19,0	20,0	74,6	1,2788	-0,1275
4	19,0	25,0	99,6	1,2788	-0,0019
3	21,0	33,3	132,9	1,3222	0,1235
2	23,0	50,0	182,9	1,3617	0,2622
1	23,0	100,0	232,9	1,3617	0,3672

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Sabor Del Queso Fresco (Gráfico Lineal)**



**Gráfico 4: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Sabor Del Queso Fresco (Gráfico Potencial)**



### 5.2.3 Evaluación del Olor

Los resultados de la evaluación sensorial del atributo olor del queso fresco empacado en bolsa de polietileno se muestran en la Tabla N° 9.

**Tabla 9: Resultados De Las Pruebas De Aceptabilidad Para El Atributo Olor Del Queso Fresco**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si
15	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
17	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
21	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
23	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

*(Si): Cuando el juez calificaba como aceptable el atributo evaluado.*

*(No): Cuando el juez calificaba como no aceptable el atributo evaluado*

**Tabla 10: Resultados De La Tabulación De La Evaluación Sensorial Del Atributo Olor Del Queso Fresco**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	(13)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	(12)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	(11)	Si	Si	(10)	Si	Si	Si
15	Si	(9)	Si	(8)	Si	Si	Si	Si
17	(7)	(6)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	(5)	Si	(4)	Si	Si	Si	Si
21	Si	(3)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
23	Si	(2)	Si	(1)	Si	Si	Si	Si

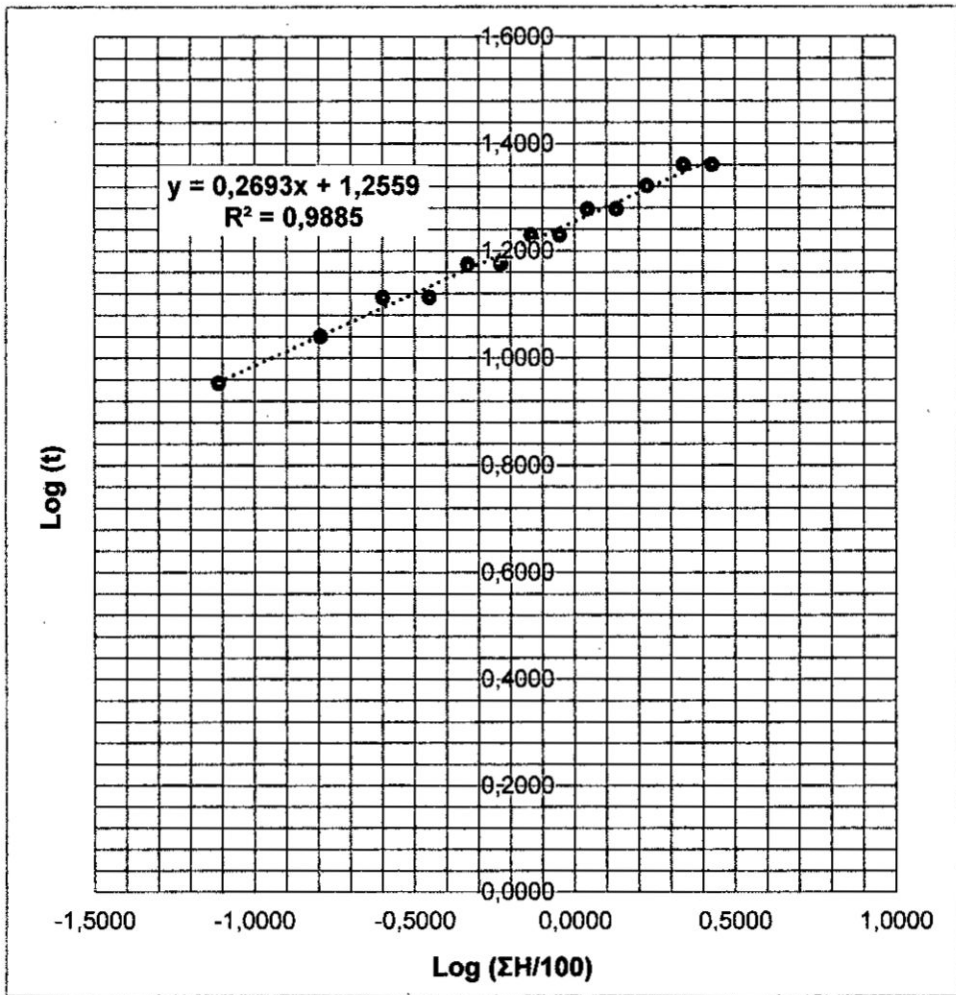
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11: Valores De Riesgos De Weibull Para El Atributo Olor Del Queso Fresco**

<b>Rango</b>	<b>Días</b>	<b>H</b>	<b><math>\Sigma H</math></b>	<b>Log (t)</b>	<b>Log (<math>\Sigma H/100</math>)</b>
13	9,0	7,7	7,7	0,9542	-1,1139
12	11,0	8,3	16,0	1,0414	-0,7952
11	13,0	9,1	25,1	1,1139	-0,6000
10	13,0	10,0	35,1	1,1139	-0,4545
9	15,0	11,1	46,2	1,1761	-0,3351
8	15,0	12,5	58,7	1,1761	-0,2312
7	17,0	14,3	73,0	1,2304	-0,1366
6	17,0	16,7	89,7	1,2304	-0,0473
5	19,0	20,0	109,7	1,2788	0,0401
4	19,0	25,0	134,7	1,2788	0,1293
3	21,0	33,3	168,0	1,3222	0,2253
2	23,0	50,0	218,0	1,3617	0,3385
1	23,0	100,0	268,0	1,3617	0,4282

Fuente: Elaboración propia

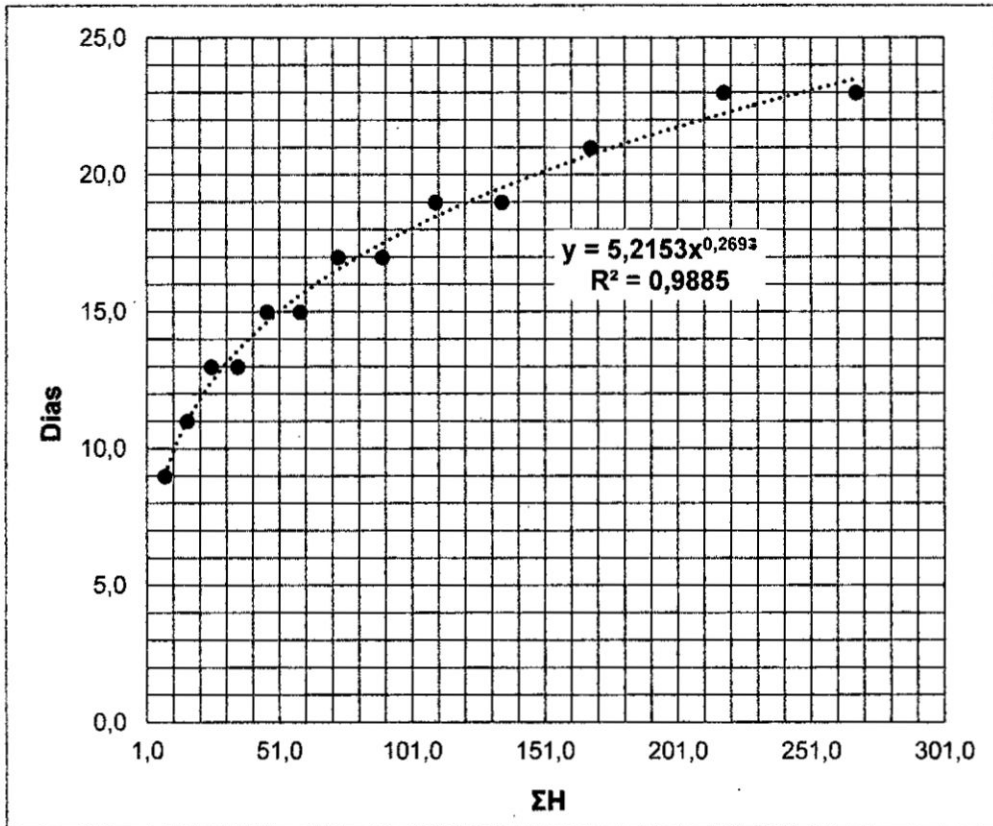
**Gráfico 5: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Olor Del Queso Fresco (Gráfico Lineal)**



C



**Gráfico 6: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Olor Del Queso Fresco (Gráfico Potencial)**



### 5.2.4 Evaluación de la Textura

Los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura del queso fresco empacado en bolsa de polietileno se muestran en la Tabla N° 12.

**Tabla 12: Resultados De Las Pruebas De Aceptabilidad Para El Atributo Textura Del Queso Fresco**

Día	Jueces							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
15	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
17	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
21	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si
23	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

*(Si): Cuando el juez calificaba como aceptable el atributo evaluado.*

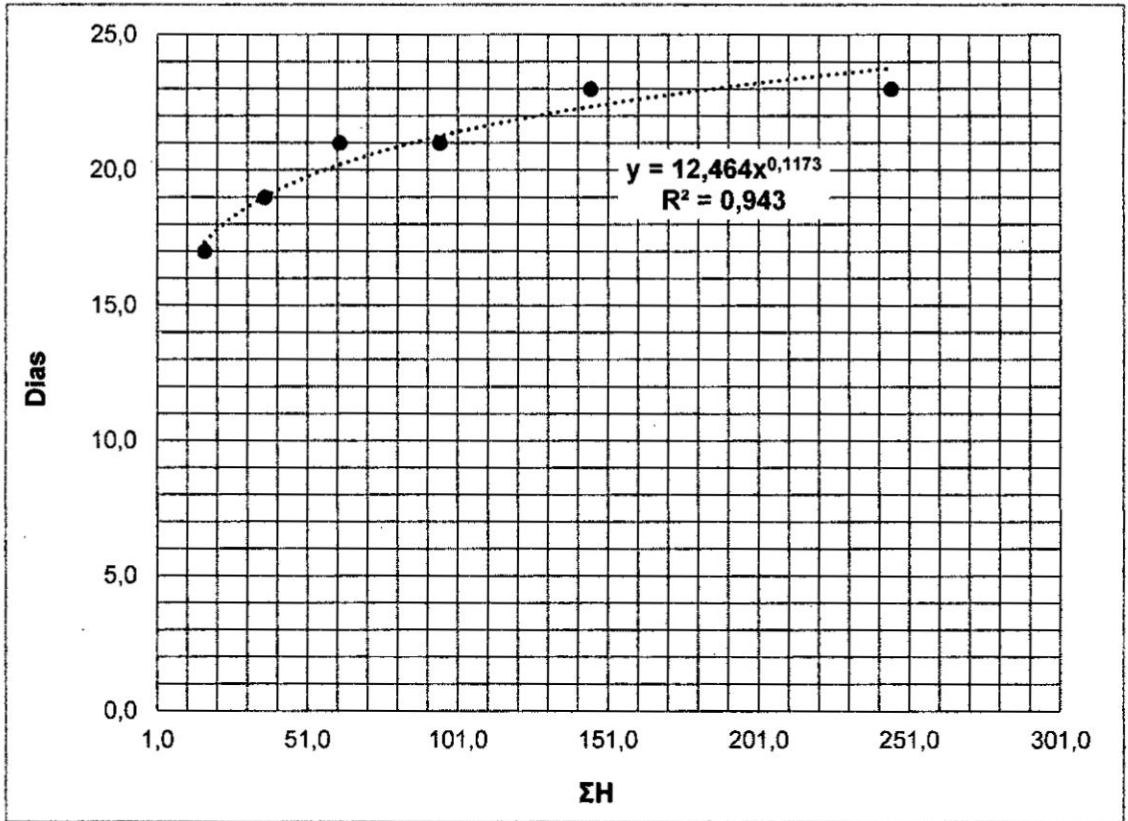
*(No): Cuando el juez calificaba como no aceptable el atributo evaluado*

**Tabla 14: Valores De Riesgos de Weibull Para El Atributo Textura Del Queso Fresco**

<b>Rango</b>	<b>Días</b>	<b>H</b>	<b><math>\Sigma H</math></b>	<b>Log (t)</b>	<b>Log (<math>\Sigma H/100</math>)</b>
6	17,0	16,7	16,7	1,2304	-0,7782
5	19,0	20,0	36,7	1,2788	-0,4357
4	21,0	25,0	61,7	1,3222	-0,2099
3	21,0	33,3	95,0	1,3222	-0,0223
2	23,0	50,0	145,0	1,3617	0,1614
1	23,0	100,0	245,0	1,3617	0,3892

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8: Ploteo De Riesgos Acumulados De Weibull Para El Atributo Textura Del Queso Fresco (Gráfico Potencial)**



**Tabla 15: Valores de los parámetros de forma, escala y vida útil esperada para cada atributo evaluado**

Atributo	Parámetro de escala ( $\alpha$ )	Parámetro de forma ( $\beta$ )	Probabilidad Crítica	Coefficiente de Correlación ( $R^2$ )	Vida útil estimada (Días)
Color	19.87	4.60	48.82	0.9720	17,09
Sabor	19.38	3.90	47.35	0.9860	16.23
Olor	18.03	3.71	39.13	0.9885	14.96
Textura	21.40	8.52	36.38	0.9430	19.72

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Estimación de la aceptabilidad del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno

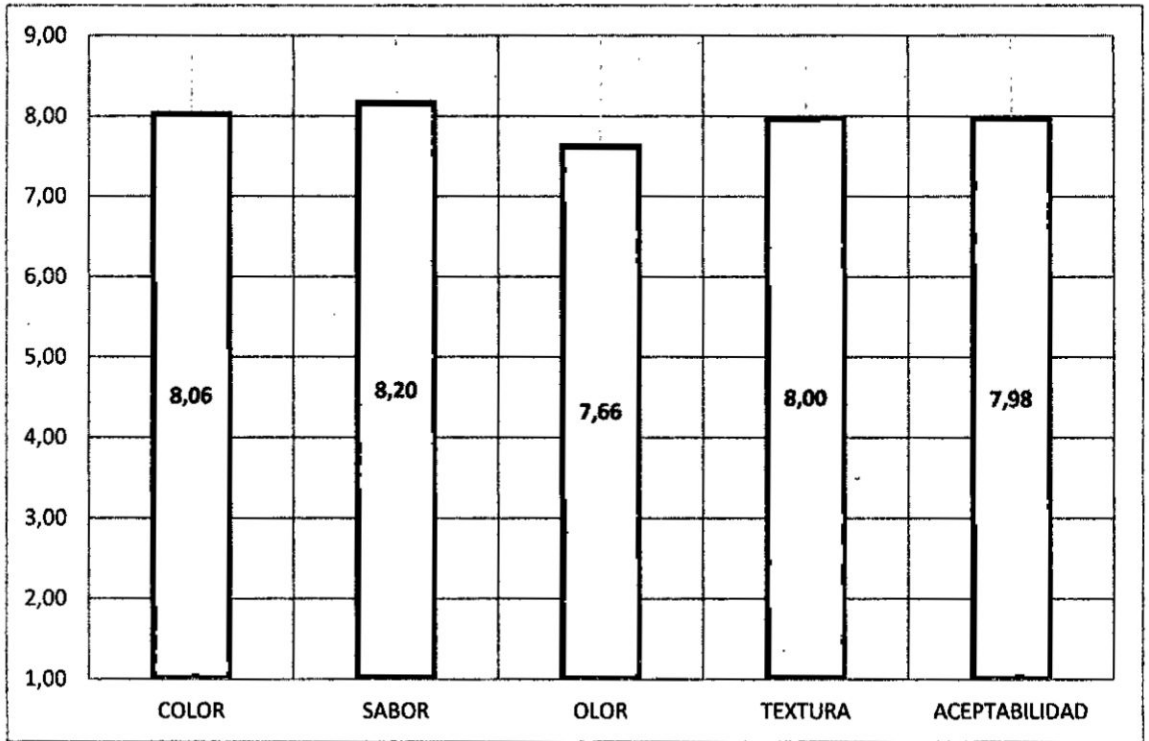
Los resultados de la evaluación sensorial de la aceptabilidad del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno, por los 50 jueces consumidores se presentan en la Tabla N° 16 que se muestra a continuación:

**Tabla 16: Resultados De La Prueba De Grado De Satisfacción Con Escala Hedónica Escrita Del Queso Fresco De Leche De Bovina**

Descripción	Atributo			
	Color	Sabor	Olor	Textura
Valor Mínimo	6	7	6	6
Valor Máximo	9	9	9	9
Valor Promedio	8.06	8.20	7.66	8.00
Desviación Estándar	0.84	0.53	0.85	0.67

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9: Resultados De La Prueba De Grado De Satisfacción Con Escala Hedónica Escrita Del Queso Fresco De Leche De Bovina**



## 5.4 Evaluación de la Calidad del Producto Final

### 5.4.1 Análisis Proximal del Queso Fresco

El análisis proximal se muestra en la Tabla N° 17 que a continuación se presenta:

**Tabla 17: Composición Proximal Del Queso Fresco De Leche De Bovina Envasado En Bolsa De Polietileno**

<b>Composición por 100g de porción comestible</b>	<b>Gramos (g)</b>	<b>INS (2009)</b>	<b>Van Hekken y Farkye (2003)</b>
Humedad	56.0	55.0	46.0 – 57.0
Proteína	19.57	17.5	17.0 – 21.0
Grasa	21.5	20.1	18.0 – 29.0
Carbohidratos	2.43	3.3	-
Ceniza	0.5	4.1	-

Fuente: Elaboración Propia



#### **5.4.2 Análisis Físico Químicos del Queso Fresco De Leche De Bovina Envasado En Bolsa De Polietileno**

El análisis físico químico del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración se muestra en la Tabla N° 18 que a continuación se presenta:

**Tabla 18: Análisis Físico Químico Del Queso Fresco De Leche De Bovina Envasado En Bolsa De Polietileno**

<b>Días de almacenamiento</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>	<b>Sinéresis (%)</b>
0	6.68	0.107	-
4	6.43	0.119	4.1
7	6.28	0.127	6.37
9	6.22	0.137	7.8
11	6.08	0.146	9.9
13	5.93	0.152	12.1
15	5.86	0.16	14.4
17	5.73	0.169	15.3
19	5.58	0.174	16.57

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3 Análisis Microbiológico del Queso Fresco De Leche De Bovina Envasado En Bolsa De Polietileno

El análisis microbiológico del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración se muestra en la Tabla N° 19 que a continuación se presenta:

**Tabla 19: Análisis Microbiológicos Del Queso Fresco De Leche De Bovina Envasado En Bolsa De Polietileno**

Días de almacenamiento	Agente Microbiano				
	Coliformes	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	Salmonella sp.
0	40	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
4	52	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
9	48	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
13	65	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
17	58	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
21	45	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
23	26	< 10	< 3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g
RM N° 591-2008	5 x 10 <sup>2</sup>	10	3	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIONES**

#### **6.1 Evaluación de la calidad de la leche de bovina empleada en la elaboración del queso fresco.**

La temperatura de la leche de bovina al momento de su recepción fue de 5°C, valor que se encuentra por debajo del valor máximo establecido por la Planta Piloto de Leche de la Universidad Agraria La Molina y dentro del rango de temperaturas seguras (4°C a 6°C) para el almacenamiento de alimentos establecido por Keating y Gaona (1999), quienes mencionan que después del ordeño la leche es necesario enfriar la leche a 4°C y almacenarla hasta una temperatura no mayor de 6°C para impedir y minimizar el crecimiento de microorganismos. Además, estos autores sostienen que temperaturas de almacenamiento inferiores a 3°C pueden dar lugar a fenómenos de congelación que deben ser evitados y, en el caso particular de leche que se va a destinar para la producción de quesos, es posible mantener la leche a aproximadamente a 10°C, ya que temperaturas más bajas afectan las características del caseinato de calcio.

La acidez de la leche expresada en °Dornic fue de 15.0, valor que se encuentra dentro del rango establecido en la Norma Técnica

Peruana 202.001 (2003) Leche cruda requisitos. Según Lora de Saint Paulet (1998) la determinación de la acidez en la leche permite apreciar el grado de deterioro que han producido los microorganismos lácticos en la leche ya que lo que usualmente se conoce como acidez de la leche es la suma de la acidez natural y la acidez desarrollada. La acidez natural, se debe a diversos factores como la acidez de la caseína anfotérica, a las sustancias minerales (fosfatos), al dióxido de carbono, a los ácidos orgánicos (ac. cítrico, ác. fórmico, ác. acético), y a reacciones secundarias de los fosfatos; mientras que la acidez desarrollada se debe a la formación de ácido láctico a partir de la lactosa por intervención de bacterias contaminantes.

El contenido de grasa en la leche fue de 3%, valor que se encuentra por debajo del valor mínimo establecido en la Norma Técnica Peruana 202.001 (2003) Leche cruda requisitos. Al respecto, Ěejna y Chládek (2005), mencionan que el contenido de grasa en la leche de vacas Holstein, oscila entre 3,5 y 4,7 %. Los ácidos grasos de la leche de vaca, se originan casi por igual de sus dos fuentes, la alimentación y la actividad bacteriana en el rumen; sin embargo, su contenido en la leche está sujeto a una amplia variación debida básicamente por el tipo de dieta, estado de la lactancia y medio ambiente (Månsson, 2008; Larson, 1985).

La densidad de la leche fue de 1.030 valor que se encuentra dentro del rango de 1.0296 – 1.034 g/mL establecido en la Norma Técnica Peruana 202.001 (2003) Leche cruda requisitos y de 1.030 – 1.033 establecido por Alais (1985). Al respecto este autor indica que la densidad de la leche de una especie dada no es un valor constante y que está determinada por la concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos) y la proporción de materia grasa, la cual presenta una valor a densidad inferior a 1, haciendo que la densidad de la leche varíe de manera inversa al contenido graso.

El valor de pH de la leche fue de 6.87, valor que se encuentra por encima de los rangos de 6.7 – 6.8 y de 6.5 – 6.8 establecidos por la Planta Piloto de Leche de la Universidad Nacional Agraria La Molina y Alais (1985), respectivamente. El pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación, el pH del calostro es más bajo que el de la leche, un pH 6.0 es explicado por un elevado contenido en proteínas (Alais, 1985). El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7.4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia. Por otro lado, valores de pH 6.9 a 7.5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor

comprendidos entre  $2 < \beta < 4$ , lo que permite una mejor estimación de la vida en anaquel.

Gacula y Kubala (1975) sostienen que los valores de  $\beta$ , por encima de 2 y menores a 5, indican que la curva de Weibull se asemeja a la curva normal (forma acampanada). Basándose en este resultado, el 50avo percentil constituye una buena aproximación del tiempo medio de fallas de la aceptabilidad analizada, ya que por la simetría de la distribución del 50avo percentil coincide con la media. A este valor se le conoce como tiempo de vida útil nominal ( $NL_{50}$ ).

En los gráficos N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se muestra la regresión de los datos sensoriales según la metodología de Gacula y Kubala (1984) de los datos ploteados entre el valor de riesgo acumulado ( $\Sigma H$ ) y el tiempo en horas, se realizó en la hoja de cálculo de Excel, correlacionándose las ecuaciones obtenidas con la ecuación propuesta por Gacula y Kubala (1984):  $t = \alpha \cdot X^{1/\beta}$ . se calcularon los parámetros de escala ( $\alpha$ ), forma ( $\beta$ ), los correspondientes tiempos de vida útil para cada atributo de calidad sensorial del queso fresco de leche de bovina y los respectivos coeficientes de correlación. Se observa que los datos se ajustan razonablemente a una línea recta ( $R^2 > 0.94$ ).

El tiempo promedio de fallas, se interpreta como, el tiempo requerido para que el 50% de las muestras defectuosas sean

detectadas como diferentes. Es decir, que se aceptan el 50% de unidades defectuosas. Macavilca (2011), indica que el tiempo estimado de vida sensorial de un producto aplica al tiempo transcurrido desde la comercialización del alimento y el tiempo que coincide con el rechazo del producto por parte de los consumidores. Por otro lado, Curia et al. (2005) mencionan que no está claro cuáles son las causas de la aceptación o del rechazo y que esto da lugar a los modelos estocásticos que predicen la probabilidad de la aceptación y/o rechazo del producto en función al tiempo de almacenaje. En ese sentido, la vida útil sensorial no es tanto una característica del alimento, sino que depende de la interacción del producto y de su usuario.

Debido a ello, Gacula y Kubala (1975) sostienen que la elección de la duración del tiempo de vida útil de un producto es una decisión hecha a criterio del investigador. Todo depende del riesgo que se está dispuesto a correr al colocar un producto con determinado porcentaje de fallas.

De acuerdo con los resultados de la Tabla N° 15, se observa que para el queso fresco de leche de bovina el final del tiempo de vida útil sensorial se fija en 14 días (redondeado al valor entero mínimo), considerando como criterio de falla la aparición de olores extraños, a una probabilidad crítica ( $P_c$ ) igual a 39.13%; 16 días para la aparición de sabores anómalos, a una  $P_c$  igual 47.35%; 17

días para la aparición de colores no característicos, a una Pc igual a 48.82% y de 19 días para el desmejoramiento de la textura, a una Pc igual a 36.38%. Siendo el atributo olor el criterio de falla que limita la vida útil del producto.

### **6.3 Estimación de la aceptabilidad del queso fresco de leche de bovina envasado en bolsa de polietileno**

En el gráfico N° 9, se observa el promedio de aceptabilidad del queso fresco envasado en bolsa de polietileno fue de 7.98 lo que indica que el producto obtuvo un nivel de agrado equivalente a *me gusta bastante*, lo que nos permitió confirmar la buena acogida de la que goza el producto en el mercado.

En la misma grafica podemos observar que todos los atributos evaluados obtuvieron una calificación mayor a *me gusta bastante*, siendo el atributo de mayor puntuación el sabor con 8.20 y el olor de menor calificación con 7.66.

### **6.4 Evaluación de la calidad del producto final**

#### **6.4.1 Análisis Proximal del Queso Fresco**

En la Tabla N° 17 se muestra que el contenido de humedad del queso fresco fue de 56%, valor ligeramente por encima del 55% reportado por el INS (2009), pero dentro del rango establecido por Van Hekken y Farkye (2003) de 46% - 57%. Al respecto, Adda et



al (1982) y Walstra (1990), mencionan que uno de los fenómenos que regulan la textura del queso es la pérdida de humedad, la que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica.

Para la proteína se obtuvo un valor de 19.57%, valor superior al de 17.5% reportado por el INS (2009), pero dentro del rango de 17.0% - 21.0% establecido por Van Hekken y Farkye (2003). La principal proteína del queso es la caseína, con pequeñas cantidades de otras proteínas llamadas alfa y beta lactoglobulinas. El método de coagulación de la leche y el tiempo de maduración influyen en el contenido de proteínas del queso.

El contenido graso del queso fue de 21.5%, valor ligeramente superior al 20.1% reportado por el INS (2009), pero que está dentro del rango de 18.0% - 29% establecido por Van Hekken y Farkye (2003).

#### **6.4.2 Análisis Microbiológico del Queso Fresco**

De la Tabla N° 18, se observa que salvo en el recuento de coliformes, todos los demás indicadores de calidad microbiológica no fueron detectados en los ensayos realizados. Además, se observa que hasta el 13<sup>avo</sup> día de almacenamiento el recuento de coliformes se incrementa; sin embargo, luego muestra una

marcada disminución hasta el día 23. Según, Adams y Moos (1997), el recuento de coliformes en productos lácteos puede mostrar una reducción debido a que este grupo de bacterias emplea la lactosa para la obtención de energía transformándola en ácido láctico disminuyendo el pH y modificando el potencial redox; esto, aunado a la disminución de la actividad del agua, genera condiciones adversas para la sobrevivencia de este grupo de microorganismos.

#### **6.4.3. Análisis Físico - Químicos del Queso Fresco durante almacenamiento.**

El valor de pH en la primera semana de almacenamiento fue de 6.68, valor cercano al 6.39 reportado por Tunick *et al.* (2012), quien obtuvo para el queso fresco almacenado durante una semana a 4°C. Durante el almacenamiento, el pH fue disminuyendo hasta alcanzar un valor final de 5.58, el cual concuerda con lo reportado por Pastorino *et al.* (2003), quienes indican que después de 21 días de almacenamiento el queso fresco alcanza un valor cercano a 5.0. Así mismo, mencionan que algunas de las causas de este descenso en el pH, se atribuyen al crecimiento de bacterias sobrevivientes a la pasteurización y/o por la contaminación cruzada en la elaboración y almacenaje del mismo. Por otro lado, García (2006) afirma que pH bajos de la cuajada promueven la

solubilización del fosfato cálcico de la misma y acerca a las caseínas a su punto isoelectrico por lo que se afectan considerablemente las propiedades funcionales.

En lo referente a la acidez, durante la primera semana de almacenamiento la acidez del queso fresco alcanzó un valor de 0.12% (expresado como ácido láctico); valor bajo debido a que estos tipos de quesos no se les adiciona cultivo iniciador. A los 19 días de almacenamiento los quesos presentaron una acidez alrededor de 0.17 %, valor muy por debajo del valor máximo establecido por la NTP 202.95, la cual permite una acidez máxima de 0.65%. Al respecto, Pinho et al. (2004), afirman que la acidez es un factor que no sólo tiene incidencia sobre el sabor, sino también directamente en los cambios que experimenta la red proteica del queso, teniendo ésta una correlación directa con los fenómenos de la sinéresis y reología final.

El grado de sinéresis aumentó significativamente hacia el final del tiempo de almacenaje con respecto al primer día. Lobato-Calleros et al. (2007), afirman que el queso fresco es un sistema metaestable que sufre con el tiempo, cambios marcados en su contenido de humedad y rendimiento.

Como se puede observar en el Cuadro N° 18, los grados de sinéresis del queso fresco en estudio, presentaron una relación

directa con la acidez e indirecta con el pH. Lu et al. (2008) y Zambrano (2010) mencionan que cuando el pH es más alto, las caseínas presentan carga negativa, lo que genera repulsión entre agregados proteicos, generando un queso con mayor humedad. Mientras que al disminuir el pH (incrementa la acidez), mayor número de iones  $H^+$  se concentran en el producto, provocando fuerzas iónicas e hidrófobas entre micelas de caseínas, provocando el desuerado.

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES

- La vida en útil sensorial del queso fresco envasado en bolsa de polietileno almacenado a temperaturas de refrigeración (1 a 4°C), estimada utilizando el diseño escalonado y el método de riesgos de Weibull fue de 14 días, con una probabilidad de supervivencia igual a 39.13% para el atributo olor.
- El criterio de falla que limita la vida útil sensorial del queso fresco envasado en bolsa de polietileno almacenado a temperaturas de refrigeración (1 a 4°C) fue la aparición de olores atípicos.
- La aceptabilidad promedio del queso fresco envasado en bolsa de polietileno fue de  $7.98 \pm 0.72$ , valor que indica que a los panelistas les *gustó bastante* el producto.
- Las evaluaciones microbiológicas del producto final indican que el producto cumple con los criterios de calidad estipulados para el queso fresco en la Norma sanitaria de criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (RM N° 591-2008-MINSA)

## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

- Emplear otro tipo de distribuciones estadísticas para la determinación de los tiempos de falla sensorial del queso fresco envasado en bolsa de polietileno almacenado a temperaturas de refrigeración (1 y 4 °C).
  
- Realizar un análisis de censura a los datos de los panelistas antes de estimar la vida útil del queso fresco mediante el método gráfico de riesgos de Weibull.
  
- Trabajar con panelistas pertenecientes a los diferentes estratos socioeconómicos para establecer correlaciones entre los tiempos de vida útil estimados para un mismo producto.

## CAPITULO IX

### BIBLIOGRAFIA

- Adams, M. y Moos, M. 1997. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Adda, J.; Gripon, J. y Vassal, L. 1982. The chemistry of flavour and texture generation in cheese. Food Chemistry. 9(1): 115 - 129.
- Alais, C. 1985. Ciencia de la Leche. Editorial Reverté, Barcelona, España.
- Álvarez, M.; Falco, S.; Castillo, A.; Núñez, M.; Hernández, G. 2011. Crecimiento de mohos visible en panqué envasado con etanol. Rev. Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos 1(2): 272 - 281.
- Anzaldúa-Morales, A. 1984. Evaluación Sensorial de Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Cardelli, C. y Labuza, T. 2000. Application of Weibull Hazard Analysis to the determination of the Shelf Life of Roasted and Ground Coffe. Academic Press.
- Chau, A. 2003. Determinación de la vida en anaquel del chorizo parrillero utilizando el diseño escalonado e el método de riesgos de Weibull. Tesis para optar el título de Ing. en Ind. Alimentarias, UNALM, Lima, Perú.

- Curia, A.; Guerrero, M.; Langohr, K. Y Hough, G. 2005. Survival Analysis Applied to Sensory Shelf Life of Yogurts. *Journal Food Science* Vol. 70, pág. 442 – 445.
- Èejn, V. y Chládek, G. 2005. The Importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation. *Journal of Central European Agriculture*, 6: 539-546.
- Indecopi. 2003. Norma Técnica Peruana 202.001. Leche y productos lácteos: Leche Cruda, Requisitos, Perú.
- Indecopi. 2008. Norma Técnica Peruana ISO 2859-1: Procedimiento de muestreo para inspección por atributos, Perú.
- Indecopi. 2010. Norma Técnica Peruana. 202.195. Queso Fresco. Requisitos, Perú.
- Fox, P. y McSweeney, P. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Blackie Academic & Professional, Londres, 478 pp.
- Gacula, M. y Kubala, J. 1975. Statistical methods for Shelf Live Failures. *Journal of Fodd Science*. N° 40: 404
- Gacula, M. y Kubala, J. 1984. *Statistical methods in food and consumer research*. Academic Press, USA.
- García, E.; Fuentes, A.; Fernández, I. 2017. Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción del azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, disponible en



<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38380/Eva%20Garc%C3%ADa.%20Calidad%20leche-2014.pdf?sequence=1>, consultado el 13 de abril del 2017.

- Hough, G. y Garritta, L. 2004. Vida Útil Sensorial definida por el Consumidor. Estadística de Supervivencia. Énfasis alimentación. ISETA. Buenos Aires, Argentina.
- Keating, P. y Gaona, H. 1999. Introducción a la Lactología. Editorial Limusa, México.
- Labuza, T.; Shimoni, E. y Duyvesteyn, W. 2001. Determination of the End of Shelf Life for Milk Using Weibull Hazard Method, disponible en <https://fsci.umn.edu//homepages/tpl.html>, consultada el 13 de abril del 2017.
- Larson, B. 1985. Biosynthesis and cellular secretion of milk. In: Lactation. Larson, B.C., Ed. Iowa State University Press.
- Lopez, M. 2004. Mejoramiento de la vida en anaquel en queso tradicional rancharo y queso de pasta hilada (Oaxaca). Tesis para obtener el grado de Magister en Tecnología de Alimentos de la Universidad Iberoamericana, México D.F, México.
- Lora de Saint Paulet, M. 1998. Guía de Prácticas del curso de Tecnología de Leche, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Pozo, R.; Herrera, A.; Polo, L.; Lopez, R.; Jodral, M. e Iglesias, J. 1997. Investigación sobre la presencia de antibióticos en la leche en la región sur de España. Archivos de Zootecnia, vol 26, 102: 125.
- Scott, R.; Robinson, R. y Wilbey, R. 1998. Cheese varieties. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA, 449 pag.
- Spreer, E. 1991. Lactología Industrial. Editorial Acribia, España.
- Tetra Pak Processing Systems AB. 1996. Manual De Industrias Lacteas.
- Van Hekken, D. y Farkye, D. 2003. Hispanic Cheeses: The quest for queso. Food Technology. 57: 32 – 38.
- Varman, A. Y Sutherland, J. 1991. Leche y Productos Lácteos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Walstra, P. 1990. On the stability of casein micelles. Journal of Dairy Science. 73: 1965 – 1979.
- Walstra, P.; Wouters, J. y Geurts, T. 2006. Dairy Science and Technology. CRC Press. New York, USA.

# ANEXO

**ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**PRUEBAS AFECTIVAS: PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

**Tipo:** Afectivas

**Nombre:** .....

**Método:** Prueba de Aceptación

**Fecha:** .....

**Producto:** .....

**Hora:** .....

**INDICACIONES:**

Sírvase evaluar la muestra y marque con una aspa en cada parámetro de calidad la aceptación o no aceptación del producto.

ATRIBUTO	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
OLOR		
SABOR		
COLOR		
TEXTURA		

**OBSERVACIONES:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Muchas gracias por su participación

**ANEXO 2: INFORME DE ANALISIS DE LECHE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
CENTRO DE PRODUCCION PLANTA PILOTO DE LECHE "La Molina"**

**INFORME DE ANALISIS DE LECHE**

FECHA : JUEVES 14 ENERO 2016.  
 PRODUCTO : LECHE CRUDA ENTERA  
 NUMERO DE MUESTRAS : 01  
**RESULTADOS:**

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
Temperatura °C	5	max 8 °C
Acidez Dornic	15.0	14 a 16.5 °D
Grasa %	3.0	min 3.2
Densidad g/ml	1.030	1.0296 a 1.034
pH	6.87	6.7 a 6.8
Antibiótico	Negativo	Negativo

**CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICO:**

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
Reductasa con Azul de Metileno	6 horas	>4 hrs

**CARACTERISTICAS SENSORIALES:**

ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
Olor	CARACTERISTICO	Exenta de olor extraño a 20 minutos
Color	Blanco opaco, característico	Exenta de color extraño a 20 minutos
Sabor	CARACTERISTICO	Exenta de sabor extraño a 20 minutos

CLIENTE : DEYSI ARAUJO TORO  
 CANTIDAD DE PRODUCTO : 560 LTRS LITROS  
 EJECUCIÓN DE ENSAYOS : JUEVES 14 ENERO 2016

**CONCLUSIÓN:** La leche es un producto **CONFORME** con los  
 análisis de recepción de materia prima efectuados en el  
 la Planta Piloto de Leche, siendo el producto **ACEPTADO**.

*[Firma]*  
 \_\_\_\_\_  
 JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 3: INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO



CENTRO DE ANÁLISIS ALIMENTARIOS  
NUTRICIONALES Y MEDICAMENTOS S.A.S

### INFORME DE ENSAYO N°160120.01

Solicitud de Servicio de Ensayo	: MS. 20160115.01
Nombre del Solicitante	: DEYSI MARISSOL ARAUJO VERA
Dirección Legal del Solicitante	: -
Procedencia de la Muestra	: Muestra proporcionada por el solicitante.
Procedimiento para la toma de muestra / muestreo	: No aplica
Producto	: M01 - QUESO FRESCO
Cantidad y Presentación de Muestra	: M01 - (M01 - F01) 01 Unidad de 1 KG / Bolsa de Poliéster
Lugar, Fecha y hora de Muestreo	: No aplica
Fecha y hora de Recepción	: 2015-01-15 / 12:30 pm
Condiciones a la recepción	: Temperatura de refrigeración
Fecha de inicio del Análisis	: 2015-01-15 / 12:50 pm
Fecha de Emisión de Informe	: 2015-01-20

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (MB)

M01 - Queso fresco

ITEM	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADO	
			MB1	MB01
01	Enumeración de Coliformes Totales (MB1)	MPN <sub>2</sub>	40	-
02	Enumeración de Escherichia coli (MB1)	UFC <sub>2</sub>	10	-
03	Prueba de Bioluminiscencia con el método (Carter, en Placa)	UFC <sub>2</sub>	10	-
04	Detección de Lactobacilos	Asencia/Presencia 2g	Ausencia / 25g	
05	Detección de Salmonella	Asencia/Presencia 2g	Ausencia / 25g	

#### ANÁLISIS FISIQUÍMICO (FO)

M01 - Queso fresco

ITEM	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADO	
			FO1	FO01
06	Humedad	%	56.00	-
07	Grasa	g	21.50	-
08	Proteína (N x 6.25)	g	19.57	-
09	Carbohidratos	g	0.50	-
10	Carbohidratos	g	2.43	-
11	Energía Total	Kcal/100g	201.50	-

Los resultados de este informe son válidos únicamente para el producto y lote analizado. No se garantiza la exactitud de los resultados si el producto o lote analizado no es el mismo que el que se describió en el momento de la solicitud de análisis. El presente informe es propiedad intelectual de CAHM y no debe ser reproducido, total o parcialmente, sin el consentimiento escrito de CAHM. El presente informe es válido por un periodo de 90 días desde la fecha de emisión.

Formulario FO7-POLIE. Ver. 09

Página 1 de 2



INFORME DE ENSAYO N° 16012801

# INFORME DE ENSAYO N° 16012801

## Detalle de Ensayo:

N°	Descripción	Observaciones
01	Intensidad de radiación Gamma (GPM)	...
02	Intensidad de radiación Alfa (GPM)	...
03	Intensidad de radiación Beta (GPM)	...
04	Intensidad de radiación Neutrones (GPM)	...
05	Intensidad de radiación Total (GPM)	...
06	...	...
07	...	...
08	...	...
09	...	...
10	...	...
11	...	...
12	...	...
13	...	...
14	...	...
15	...	...
16	...	...
17	...	...
18	...	...
19	...	...
20	...	...

### Observaciones:

El periodo de validación del presente informe es de 05 días calendario a partir de su fecha de emisión.

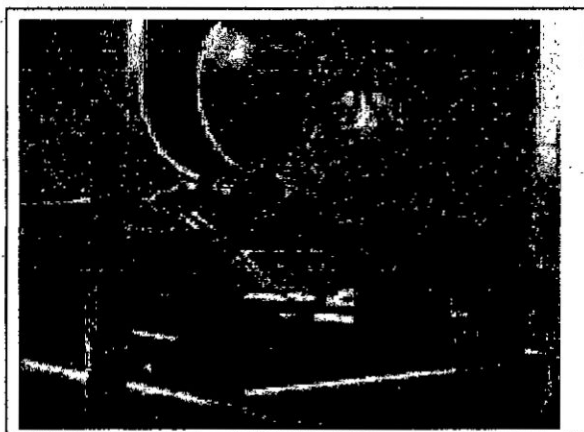
Fu. de Emisión:



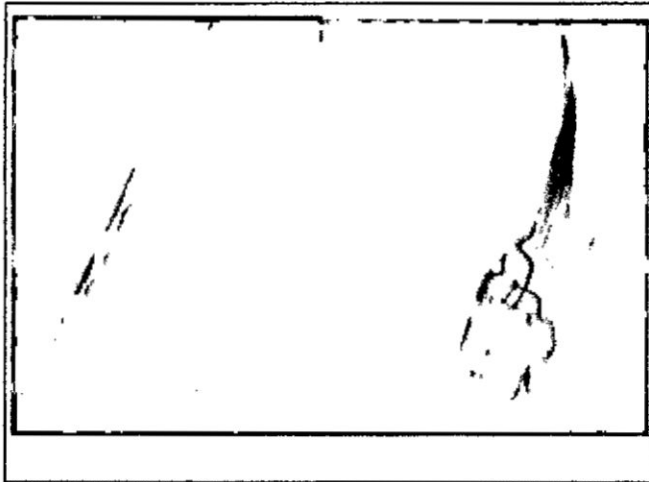
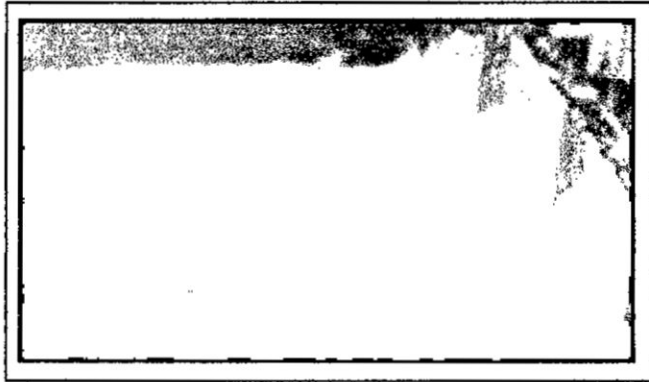
*R. Torres*  
 Ing. en Física - Física Nuclear - Doctor  
 C.A.M.

Este informe es un estudio preliminar y no debe ser utilizado para la toma de decisiones definitivas. El cliente es responsable de la verificación de los datos y de la validez de los resultados. El informe es propiedad de C.A.M. y no debe ser reproducido sin el consentimiento escrito de esta empresa.

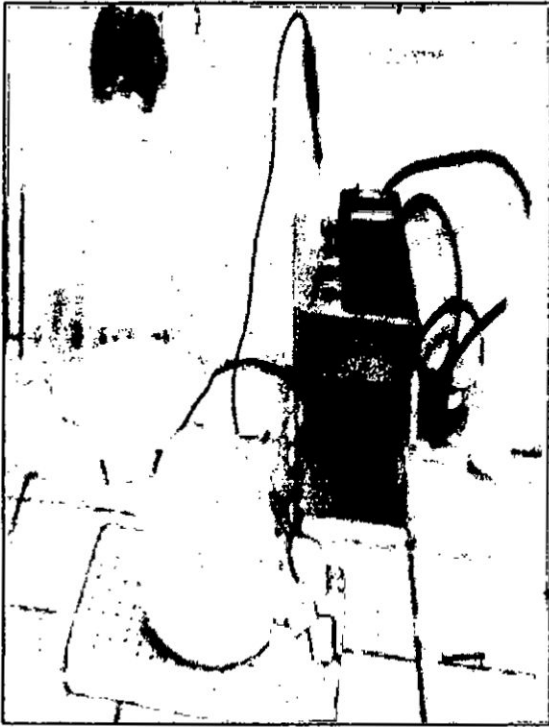
**ANEXO 4: FOTOS DE LA ELABORACION DEL QUESO FRESCO**











## **ANEXO 5**

### **Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA)**

#### **Método De Prensado**

##### **FUNDAMENTO**

Este procedimiento fue desarrollado inicialmente por Grau y Hamm [3] y en la actualidad existen diferentes modificaciones para adaptar esta metodología a diferentes tipos de alimentos. Las principales ventajas de este procedimiento son su bajo coste, ya que no precisa equipamiento específico para poder llevarse a cabo, rapidez, versatilidad y el hecho de no necesitar gran cantidad de muestra.

##### **MATERIALES Y EQUIPOS**

- Papel filtro
- Papel de aluminio
- Bolsa polietileno
- Balanza analítica
- Pesas de 1kg

##### **Procedimiento**

Se toman aproximadamente 20 gr de muestra, exactamente pesados.

La muestra se coloca entre dos papeles de filtro previamente pesados. A continuación, la muestra con el papel se pone entre las dos láminas de aluminio y se coloca dentro de una bolsa polietileno sobre las que se aplica una presión de 1 kg durante 10 min.

Transcurrido este tiempo, se retira el peso y se separa la muestra del papel filtro, procurando eliminar cualquier resto de tejido que pudiera quedar adherido. El papel de filtro se pesa

A partir estos datos y del valor de humedad del alimento se calcula la CRA de la muestra empleando la ecuación 1. El valor obtenido vendrá expresado como g de agua retenida por 100 g de agua en la muestra.

$$CRA \left( \frac{grH_2O\text{retenida}}{100grH_2O} \right) = \frac{(m_1 - H) - (m_2 - m_3)}{(m_1 - H)} \times 100$$

**Ecuación 1. Cálculo de la CRA de la muestra.**

**Donde:**

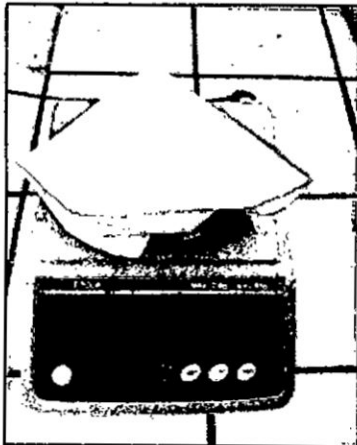
**m1 = masa de la muestra (gr).**

**m2 = masa del papel de filtro húmedo (gr).**

**m3 = masa del papel filtro (gr).**

**H = contenido en humedad de la muestra (g de H2O /g de muestra).**

**Foto: Determinación de la capacidad de retención de agua  
(CRA)  
(Método De Prensado)**



## **ANEXO 6**

### **DETERMINACION DE LA ACIDEZ**

#### **(Titulación con NaOH 0.1N)**

Se determinó mediante el método 16.267 de la A.O.A.C (2000), usando como indicador fenoftaleína y NaOH 0.1N para la titulación, expresada como porcentaje de ácido láctico. La determinación se realizó por triplicado.

#### **MATERIALES Y REACTIVOS**

- Bureta
- Soporte metálico
- Vasos Erlenmeyer
- Pipetas
- Mortero
- Lunas reloj
- Balanza analítica
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Fenolftaleína
- Piceta con agua destilada

#### **PROCEDIMIENTO**

Se toma aproximadamente 10gr de muestra homogenizada en un mortero

Se agregó 250ml de agua destilada

Se transfirió 50 ml de la solución a un Erlenmeyer de 125ml y se agregó 1ml de fenolftaleína al 1%

Se procedió a titular con NaOH 0.1N hasta que se observó una tonalidad rosa el cual permaneció por 30"

Se tomó la lectura en la bureta (el gasto) y se calculó la cantidad de hidróxido de sodio gastado para neutralizar la acidez de la muestra.

Fórmula para determinar la acides

$$ACIDEZ \frac{gr}{L} = \frac{A \times N \times meq}{m} \times 1000$$

Dónde:

A: ml de NaOH empleados en la titulación

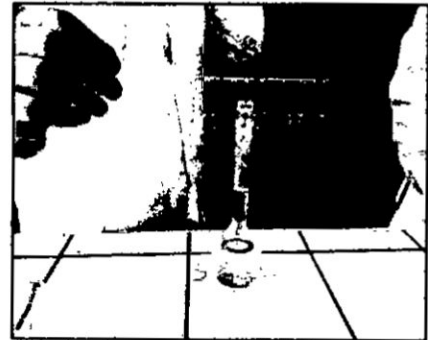
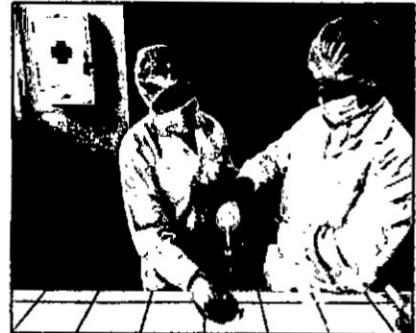
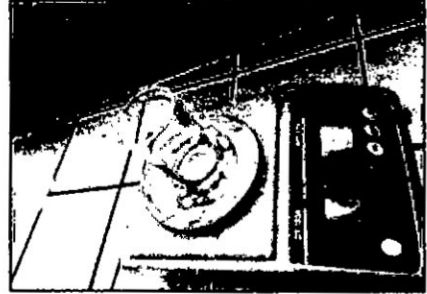
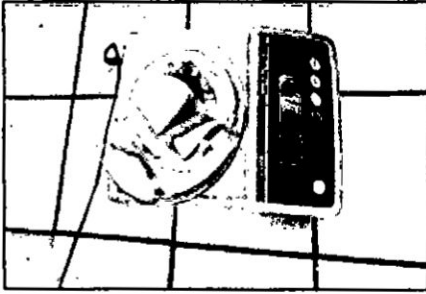
N: Normalidad del NaOH

meq= miliequivalente del ácido láctico(0.09)

m: masa de la muestra en gramos



**FOTOS DEL ANÁLISIS DE DETERMINACION DE LA ACIDEZ**



## **ANEXO 7**

### **Determinación del pH**

#### **(pHmetro)**

Los pH-metros miden la diferencia de potencial que existe entre dos electrodos, de los cuales uno de ellos es sensible a los iones hidrogeno (el más usado es el electrodo de vidrio) y el otro es un electrodo de referencia.

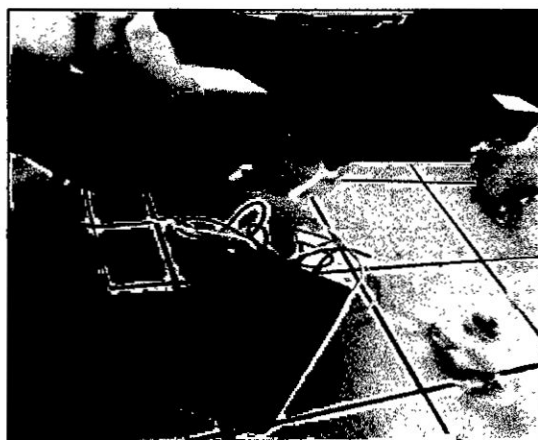
#### **Materiales y EQUIPOS**

- Mortero
- Balanza analítica
- Lunas reloj
- Potenciómetro
- Agua destilada
- Baker

#### **Procedimiento**

Se tomaron 10 gr de la muestra y se homogenizaron con agua hasta 100ml, con agitación; se filtró y se tomaron 25 ml de filtrado y se determinó por potenciómetro por lectura directa. El pH del queso se determinó por inmersión directa del electrodo, utilizando el potenciómetro calibrado, dando una lectura directa en el homogenizado descrito.

**Fotos determinación del pH**  
**(pHmetro)**



## ANEXO 8

### DETERMINACIÓN DE LA SINÉRESIS

La sinéresis se determinó mediante el método descrito por Zambrano (2010), el cual se basa en la pérdida de peso por el suero liberado durante el almacenamiento. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left( \frac{\text{Suero Liberado (g)}}{\text{Masa de queso(g)}} \right) \times 100\%$$

