

Biblioteca Central "Vicerrector Ricardo A. Podestá"  
Repositorio Institucional

# Informe de Investigación UNVM-FUNESIL

---

---

difusión de diferentes tipos de sales durante el salado  
de los quesos reducidos en sodio

Año  
2017

Autor  
Allasia, Hernán

Este documento está disponible para su consulta y descarga en el portal on line de la Biblioteca Central "Vicerrector Ricardo Alberto Podestá", en el Repositorio Institucional de la **Universidad Nacional de Villa María**.

#### CITA SUGERIDA

Allasia, H., [et al.]. (2017). Informe de Investigación UNVM-FUNESIL : difusión de diferentes tipos de sales durante el salado de los quesos reducidos en sodio. Villa María: Universidad Nacional de Villa María

# **INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**(2016-2017)**

**UNVM**

**Universidad Nacional de Villa María**

**FUNESIL**

**Fundación cultural de Profesores y Amigos de la Escuela  
superior Integral de Lechería**

**DIFUSIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE SALES DURANTE EL  
SALADO DE LOS QUESOS REDUCIDOS EN SODIO**

**Equipo de trabajo**

**Director del Proyecto**  
Mg. Hernán Allasia

**Docentes de UNVM**

Ing. Alejandro Dequino - Ing. Marcos Calvagni - Bioq. Marcos Yatchesen

**Docentes de ESIL y Graduados de UNVM**

Ing. Richard Borri - Ing. Héctor Torasso

**Graduados de ESIL y Estudiantes de UNVM**

Pamela Cordoni  
Clarisa Marcus  
María Clara Coliguante  
Leandro Piccatto

Autor: Allasia, Hernán

Informe de Investigación UNVM-FUNESIL : difusión de diferentes tipos de sales durante el salado de los quesos reducidos en sodio / Hernán Allasia ; contribuciones de Marcos Calvagni ... [et al.] ; comentarios de Alejandro Dequino ; Marcos Yatchesen ; Leandro Piccato. - 1a edición especial - Villa María : FUNESIL, 2018. Informe de Investigación UNVM-FUNESIL : difusión de diferentes tipos de sales durante el salado de los quesos reducidos en sodio / Hernán Allasia ; contribuciones de Marcos Calvagni ... [et al.] ; comentarios de Alejandro Dequino ; Marcos Yatchesen ; Leandro Piccato. - 1a edición especial - Villa María : FUNESIL, 2018. Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online. Edición para Fundación Cultural de Profesores y Amigos de la Escuela Superior Integral de Lechería.

ISBN 978-987-4005-05-2

1. Alimentos Saludables. 2. Tecnología de los Alimentos. 3. Lácteos. I. Calvagni, Marcos, colab. II. Dequino, Alejandro, com. III. Yatchesen, Marcos, com. IV. Piccato, Leandro, com. V. Título. CDD 664

## **AGRADECIMIENTOS**

Al equipo de trabajo. A las instituciones que nos permiten trabajar en este tipo de proyectos. A quienes comprenden a la investigación y a los investigadores. A los quienes no nos comprenden. Investigar de manera aplicada, es otro paradigma de aprendizaje. No es invertir el tiempo en vano. Es aprender y enseñar también. Es simplemente estudiar. A nuestras familias.

### **Equipo de trabajo**

## INDICE

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN .....	9
HIPÓTESIS .....	10
OBJETIVO GENERAL .....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
FUNDAMENTOS .....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
RESULTADOS .....	22
ANEXOS .....	23
CONCLUSIÓN .....	25
BIBLIOGRAFÍA .....	26

# DIFUSIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE SALES DURANTE EL SALADO DE LOS QUESOS REDUCIDOS EN SODIO

## RESUMEN

La creciente demanda de productos alimenticios beneficiosos para la salud y nutrición han llevado a que la industria satisfaga esta necesidad con la innovación tecnológica que ello amerite, más cuando se tiene como objetivo, regular la ingesta de sodio en la dieta diaria de las personas. La hipótesis formuladas; “La sustitución parcial de Cloruro de sodio por Cloruro de potasio (KCl) en el queso Tybo no afecta las características físicas y químicas del mismo, permitiendo obtener un producto con características sensoriales y de textura, similares al queso Tybo tradicional”. El objetivo general es estudiar un alimento como es el queso de tipo semiduro denominado tybo, con la reducción de sodio sustituido por potasio como diferencia tecnológica en el proceso de salado.

El presente proyecto se fundamenta en que el queso es un producto alimenticio de consumo masivo adquirido a diario por sus características nutricionales y organolépticas. En el mercado se ofrecen una amplia variedad, lo que hace necesario indagar sobre el contenido nutricional que los caracteriza y su contenido de sodio. El contenido de sal (NaCl) es importante en el desarrollo del queso. Cumple funciones independientemente del tipo de aplicación, es utilizada como preservante, además de participar directamente en la conformación del sabor, sin dejar a un lado que afecta el potencial de hidrogeniones (pH) del producto, el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y los procesos de maduración. Sin embargo, su consumo excesivo conlleva a problemas de salud relacionado con la hipertensión arterial junto con la obesidad como causantes de enfermedades cardiovasculares en el mundo, convirtiéndose en una problemática social (OMS, 2006).

Una de las alternativas es la sustitución parcial del NaCl por otras sales como el KCl que pueden ayudar a regular la ingesta de sodio en la dieta diaria de las personas. Para facilitar el estudio de lo concerniente a la satisfacción del consumidor recurrimos a la evaluación sensorial con fines de medir la calidad, conocer la opinión y mejorar la aceptación del producto. Consideramos importante tener en cuenta la opinión desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas, necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor. Sensorialmente se hace una prueba que se basa en comparar dos muestras de queso tybo, la de referencia o blanco y otra la cual se sustituyó el 25 %, 35 % y 50 % de NaCl por KCl, en donde el panelista indicará si se percibe la diferencia o no. Consiste en presentar simultáneamente tres grupos de tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales. El panelista debe identificar la diferente. La realización del trabajo de investigación fueron las dependencias de la FUNESIL (Fundación de Amigos y Profesores de la Escuela Superior Integral de Lechería), donde se encuentran los laboratorios y la planta piloto de productos lácteos. Los análisis correspondientes a los parámetros físicoquímicos, reológicos y evaluación sensorial durante el

desarrollo de la maduración y tiempo de comercialización, se realizaron dentro de los laboratorios de la FUNESIL.

A lo largo de la investigación se consumaron tres evaluaciones sensoriales perfeccionando la técnica como consecuencia de suponer que los resultados obtenidos en las dos primeras fueron alterados por factores externos que no se habían considerado. El fin era estimar si se percibían diferencias en el sabor al evaluar el producto problema, pero no se logró ya que además se tuvieron en cuenta características visuales y actuaron como interferencia del proceso perceptivo. La tercera y última evaluación sensorial se modificó de manera tal que los panelistas no visualizaran el producto hasta su degustación. Las pruebas triangulares fueron realizadas al cumplirse los 20 (veinte) días de maduración sobre la primera elaboración consumada el 28 de octubre de 2016; luego a los 15 y 25 días de maduración, sobre la segunda elaboración, el 23 de marzo de 2017. Especificando que en la primera evaluación triangular fue utilizado un queso tybo con una sustitución del 25 % de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; en la segunda evaluación triangular fueron utilizados tres quesos tybo con sustituciones del 25, 35 y 5 0% de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; en la tercera evaluación triangular fueron utilizados dos quesos tybo con sustituciones del 35 y 50 % de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; se decidió de común acuerdo descartar la primera evaluación por lo antes mencionado. La prueba de triángulo estipula comparar dos muestras de queso tybo, la de referencia o blanco y otra la cual se sustituyó el NaCl por KCl en donde el panelista indicará si se percibe la diferencia o no. Cada panelista realizó tres pruebas para diferentes grados de sustitución de NaCl por KCl, correspondiendo a un 25 %, 35 % y 5 0% de sustitución. El número de panelistas fue de 50 personas, de diferentes edades. Concluimos que en lo que respecta a la hipótesis formulada; “La sustitución parcial de Cloruro de sodio por Cloruro de potasio (KCl) en el queso Tybo no afecta las características físicas y químicas del mismo, permitiendo obtener un producto con características sensoriales y de textura, similares al queso Tybo tradicional”, podemos indicar que es refutada, por lo que sí encontramos diferencias entre un queso tybo tradicional y uno con sustitución del NaCl por el KCl. Más aún, esto nos permite afirmar que éste nuevo producto logrado merece una definición de perfil sensorial propio, lo que será motivo de un próximo proyecto investigativo.

**PALABRAS CLAVE:** salado, tybo, potasio, perfil, sensorial, nuevo

## ***DISSEMINATION OF DIFFERENT TYPES OF SALTS DURING THE SALTING OF REDUCED CHEESES IN SODIUM***

### **ABSTRACT**

The growing demand for food products beneficial for health and nutrition have led the industry to meet this need with the technological innovation that this merits, especially when it is aimed at regulating the intake of sodium in the daily diet of people. The hypotheses formulated; "The partial replacement of sodium chloride with potassium chloride (KCl) in Tybo cheese does not affect the physical and chemical characteristics of the cheese, allowing us to obtain a product with sensory and texture characteristics, similar to traditional Tybo cheese". The general objective is to study a food such as semi-hard cheese called tybo, with the reduction of sodium substituted by potassium as a technological difference in the salting process.

The present project is based on the fact that cheese is a food product of mass consumption acquired daily for its nutritional and organoleptic characteristics. In the market a wide variety is offered, which makes it necessary to inquire about the nutritional content that characterizes them and their sodium content. The salt content (NaCl) is important in the development of cheese. It fulfills functions regardless of the type of application, is used as a preservative, in addition to participating directly in the conformation of the flavor, without leaving aside that affects the potential of hydrogeniones (pH) of the product, the microbial growth, the enzymatic activity and the processes of maturation. However, its excessive consumption leads to health problems related to high blood pressure along with obesity as a cause of cardiovascular diseases in the world, becoming a social problem (WHO, 2006).

One of the alternatives is the partial substitution of NaCl for other salts such as KCl that can help regulate the intake of sodium in the daily diet of people. To facilitate the study of what concerns the satisfaction of the consumer we resort to the sensory evaluation in order to measure the quality, know the opinion and improve the acceptance of the product. We consider it important to take into account the opinion from the moment of the design stage of the product, in order to be able to determine the specifications according to the expectations, needs of the market and consequently of the consumer. Sensorially, a test is made based on comparing two samples of Tybo cheese, the reference or white cheese, and another one, which substituted 25 %, 35 % and 50 % NaCl for KCl, where the panelist will indicate if the difference or not. It consists of simultaneously presenting three groups of three coded samples, of which two are equal. The panelist should identify the different one. The realization of the research work were the dependencies of the FUNESIL (Friends and Teachers Foundation of the Integral Dairy Superior School), where the laboratories and the dairy products pilot plant are located. The analyzes corresponding to the physicochemical, rheological and sensory evaluation parameters during the development of the maturation and time of commercialization were carried out within the laboratories of FUNESIL.

Throughout the investigation, three sensory evaluations were completed, perfecting the technique as a consequence of assuming that the results obtained in the first two were altered by external factors that had not been considered. The aim was to estimate if taste differences were perceived when evaluating the problem product, but it was not achieved since visual characteristics were also taken into account and



acted as interference of the perceptual process. The third and last sensorial evaluation was modified in such a way that the panelists did not visualize the product until its tasting. The triangular tests were carried out at the end of the 20 (twenty) days of maturation on the first elaboration completed on October 28, 2016; then at 15 and 25 days of maturation, on the second preparation, on March 23, 2017. Specifying that in the first triangular evaluation a Tybo cheese was used with a substitution of 25 % NaCl for KCl and a reference Tybo cheese; In the second triangular evaluation, three tybo cheeses were used with substitutions of 25, 35 and 50 % NaCl per KCl and a reference tybo cheese; In the third triangular evaluation, two tybo cheeses with substitutions of 35 and 50 % NaCl by KCl and a reference tybo cheese were used; it was decided by common agreement to discard the first evaluation for the aforementioned. The triangle test stipulates comparing two samples of tybo cheese, the reference or white cheese and another which was replaced by NaCl by KCl where the panelist will indicate if the difference is perceived or not. Each panelist performed three tests for different degrees of substitution of NaCl by KCl, corresponding to 25 %, 35 % and 50 % substitution. The number of panelists was 50 people, of different ages.

We conclude that with regard to the hypothesis formulated; "The partial replacement of sodium chloride with potassium chloride (KCl) in Tybo cheese does not affect the physical and chemical characteristics of the cheese, allowing us to obtain a product with sensory and texture characteristics, similar to traditional Tybo cheese", we can indicate that is refuted, so we do find differences between a traditional tybo cheese and one with NaCl substitution by the KCl. Moreover, this allows us to affirm that this new product achieved deserves a definition of its own sensory profile, which will be the motive of a future research project.

**KEY WORDS:** salty, tybo, potassium, profile, sensory, new

## INTRODUCCIÓN

El queso llamado Tybo se fabrica en Argentina, sin embargo, su origen tiene raíces en Dinamarca, donde la tradición de sus quesos ha brillado durante siglos local e internacionalmente. Durante el siglo XVIII, fueron muchos los inmigrantes europeos que desembarcaron en Argentina y aportaron sus conocimientos artesanales en la preparación de los quesos. Este es el secreto de porqué los quesos argentinos, incluyendo el queso Tybo, son uno de los más deliciosos. El origen del queso Tybo danés sin embargo, data del siglo XII, de la isla de Samsø. Esta isla y sus granjas contaban con excelentes llanuras, las cuales producían una calidad de pasto excepcional, lo que creaba el ambiente propicio para la cría de ganado. El producto de la leche de vaca obtenida en la granja Thy particularmente, era utilizado para el pago del salario de los sacerdotes, quienes la utilizaban para elaborar **un queso de un excelente sabor**, al cual se le dio el nombre de Tybo. El queso tybo forma parte de la **familia de quesos producidos en la isla Samsø**; esta isla adquirió una gran fama por la variedad de quesos que producía la leche de sus granjas y que en la mayoría de los casos, cada queso adquirió el nombre de la granja de la cual provenía la leche. Dentro de esta variedad de quesos daneses junto al Tybo, se encuentran: el samsø, el dambo, el elbo y el tropefynbo; todos estos quesos son actualmente exportados en gran volumen, por lo que resulta muy fácil encontrarlos en cualquier tienda debidamente identificados.

El **queso Tybo argentino** en barra conserva una apariencia cremosa con un color blanco amarillento uniforme. La textura es compacta y lisa, no granulosa, tal como se percibe a la vista. La corteza es lisa y bien formada, no presenta grietas ni fisuras. Su sabor es ligeramente salado, láctico y muy dócil. Posee un olor agradable, ligero, poco acentuado. La consistencia es semi dura y un poco elástica. El queso normalmente no presenta hoyos, pero en caso de tenerlos, éstos pueden estar bien dispersos. La forma rectangular en barra del queso Tybo argentino, pesa entre 3 a 5 kg. Es un queso apropiado para utilizar en sándwichs debido a su practicidad para ser feteado. En fiambrerías y supermercados de Argentina, el tybo es uno de los quesos más vendidos para sandwiches. Popularmente, se conocen a estos como “queso de máquina”, ya que son feteados y vendidos listos para poner entre panes. El queso de máquina en Argentina puede ser de muchos tipos, pero el queso tybo reúne todas las características necesarias para ser considerado uno de los mejores.

La creciente demanda de productos alimenticios beneficiosos para la salud y nutrición han llevado a que la industria satisfaga esta necesidad con la innovación tecnológica que ello

amerite, más cuando se tiene como objetivo, regular la ingesta de sodio en la dieta diaria de las personas.

La hipertensión arterial junto con la obesidad son las causantes en gran proporción de las enfermedades cardiovasculares en el mundo, convirtiéndose en una de las problemáticas sociales con incidencia importante sobre la salud de las personas. La presión arterial alta implica un aumento desproporcionado de los valores de la presión en relación a la edad, aspecto que de no controlarse puede provocar graves daños a la salud e incluso causar la muerte de la persona que padezca esta enfermedad. Debido a esta problemática, los consumidores exigen una cantidad menor de Cloruro de sodio en los productos alimenticios que ellos adquieren, a lo que la industria responde tecnológicamente con el desarrollo de nuevos productos no solo reducidos, sino también productos a los que se ha sustituido de forma total o parcial por otro que cumple la misma función en el alimento sin alterar sus características organolépticas y sensoriales, cumpliendo así con los requerimientos que el consumidor establece.

Debido a la gran variedad de productos lácteos que en el mercado se encuentran y que presentan claros beneficios al organismo satisfaciendo así las necesidades del consumidor, la industria quesera quiere colocarse a la vanguardia dentro de este ámbito saludable y desarrollar nuevos productos que cumplan con los requerimientos que demanda el mercado, por tanto el estudio del mejoramiento en cuanto a las características organolépticas y sensoriales que son afectadas por la reducción y sustitución parcial de Cloruro de sodio (NaCl) por otras sales con características similares, que tengan diferentes efectos beneficiosos y propiedades tecnológicas como la mejora del sabor, textura y valor nutricional del queso, es de real importancia para la producción industrial de quesos.

## **HIPÓTESIS**

“La sustitución parcial de Cloruro de sodio por Cloruro de potasio (KCl) en el queso Tybo no afecta las características físicas y químicas del mismo, permitiendo obtener un producto con características sensoriales y de textura, similares al queso Tybo tradicional”.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar un alimento de consumo nacional, como es el queso de tipo semiduro denominado tybo, con la reducción de sodio sustituido por potasio como diferencia tecnológica en el proceso de salado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

a. Evaluar la sustitución del NaCl por KCl durante el salado de un queso semiduro, observando la evolución en el proceso madurativo de tal acción, tomando como referencia el queso Tybo elaborado tradicionalmente.

b. Analizar la composición cuali y cuantitativa del queso problema en la búsqueda del perfil sensorial diferencial al del queso tybo tradicional.

## **FUNDAMENTOS**

El queso es un producto alimenticio de consumo masivo adquirido a diario por sus características nutricionales y organolépticas. En el mercado se ofrecen una amplia variedad, lo que hace necesario indagar sobre el contenido nutricional que los caracteriza y su contenido de sodio. El contenido de sal (NaCl) es importante en el desarrollo del queso. Cumple funciones independientemente del tipo de aplicación, es utilizada como preservante, además de participar directamente en la conformación del sabor, sin dejar a un lado que afecta el potencial de hidrogeniones (pH) del producto, el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y los procesos de maduración.

Sin embargo, su consumo excesivo conlleva a problemas de salud relacionado con la hipertensión arterial junto con la obesidad como causantes de enfermedades cardiovasculares en el mundo, convirtiéndose en una problemática social (OMS, 2006).

Una de las alternativas es la sustitución parcial del NaCl por otras sales como el KCl que pueden ayudar a regular la ingesta de sodio en la dieta diaria de las personas.

Para facilitar el estudio de lo concerniente a la satisfacción del consumidor recurrimos a la evaluación sensorial con fines de medir la calidad, conocer la opinión y mejorar la aceptación del producto. Consideramos importante tener en cuenta la opinión desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas, necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor.

La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones que otorgan características a los alimentos, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Ésta área es tan importante como el control de calidad fisicoquímico y microbiológico en el aseguramiento de la calidad de los productos alimenticios.

Existen distintas pruebas sensoriales con diferentes características, por esto para determinar con precisión cual debe ser la apropiada, lo más útil es considerar el tipo de información que proporcionan, contando en esta investigación con la prueba sensorial: Discriminatoria, de Diferencia, Prueba de Triángulo; que hace referencia principalmente a si existen o no diferencia ente dos o más muestras o productos indicado por un panelista.

La prueba estipula se basa en comparar dos muestras de queso tybo, la de referencia o blanco y otra la cual se sustituyó el 25 %, 35 % y 50 % de NaCl por KCl, en donde el panelista indicará si se percibe la diferencia o no. Consiste en presentar simultáneamente tres grupos de tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales. El panelista debe identificar la diferente. Las muestras se tienen que presentar en distinto orden. Se definió en utilizar este formato para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible en el sabor del alimento, como resultado de la sustitución en el proceso de elaboración.

(La cantidad de sal que debe suministrarse al queso será acorde a la variedad que se fabrique ya que su función entre otras, es la de mantención de la presión osmótica; de esta forma el nivel de concentración “juega un papel igualmente importante” en la actividad de agua, el grado de proteólisis, acidez y posiblemente algún incremento en el sabor amargo, de tal forma, que a concentraciones bajas -sobre todo en el centro del producto- se produce un queso con bajo pH debido a la continua fermentación láctica por parte de los microorganismos iniciadores, lo que afecta el curso de la maduración. Por contraposición, un incremento de la concentración de sal además de afectar significativamente las interacciones proteicas, puede aumentar de manera significativa parámetros reológicos como la dureza y la adhesividad, por el contrario la disminución puede causar el decrecimiento de la cohesividad.

La concentración de sal en queso, mejora la hidratación de la proteína y la capacidad de unión de agua de esta matriz, de tal forma que el intercambio de los iones de calcio, por los iones de sodio en la caseína, ocasionan que la matriz pueda absorber más agua.

Cuando el queso es sumergido en una solución concentrada o saturada de cloruro de sodio, la diferencia en la presión osmótica entre la salmuera y el agua presente en el queso, causa difusión en la sal hacia el centro y de agua hacia el exterior del producto, lo que provoca un equilibrio en la presión osmótica. Consecuentemente, así como el contenido de sal incrementa, el contenido de humedad disminuye para cualquier método de salado.

La **ley de Fick** puede ser utilizada gracias a distintas derivaciones, para describir la difusión de sal en queso, independientemente del tipo de salado que se utilice. Las

moléculas de NaCl y H<sub>2</sub>O se mueven en respuesta a sus respectivos gradientes de concentración, no obstante el flujo de su difusión en el salado en seco es mucho menor que cuando están en solución (salmuera), debido a la incompatibilidad de la fase acuosa entre la sal seca y el producto, por ejemplo “el coeficiente de difusión del NaCl en el queso con respecto al contenido de humedad a partir de un salado en seco es de 0,2 cm<sup>2</sup>/día y en salmuera de 0,45 cm<sup>2</sup>/día a una temperatura de 12,5 °C. La difusión es un proceso mediante el cual existe un intercambio iónico entre el NaCl y el queso perdiéndose sustancias nitrogenadas solubles que quedan en la fase acuosa salina. Todo lo comentado para el NaCl es transpolable al KCl.

Químicamente, al disolver el NaCl o KCl en agua, las moléculas rodean los cristales de sal, de tal forma que los extremos positivos de la molécula de agua (H<sup>+</sup>) se orientan hacia el extremo negativo (Cl<sup>-</sup>) del cristal de sal, de la misma forma el ión hidroxilo (OH<sup>-</sup>) de la molécula de H<sub>2</sub>O se orienta hacia el ión (Na<sup>+</sup> ó K<sup>+</sup>) de la sal, ejerciéndose así una atracción dipolo-dipolo lo suficientemente fuerte como para separar los iones (Na<sup>+</sup> ó K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>) que luego serán neutros.

El intercambio iónico que se lleva a cabo entre la salmuera y el queso, tiene lugar en el paracaseinato de calcio, donde parte del calcio ligado a la proteína se intercambia por el sodio ó potasio presente en el medio salino. Este calcio es también sensible a la presencia de protones (H<sup>+</sup>), por lo tanto a mayor concentración de estos iones, más calcio dejará el complejo caseína y el H<sup>+</sup> ocupará el lugar del calcio, afectando la estructura del queso.

Bioquímicamente, la maduración de los quesos es el resultado global de una serie de variados fenómenos como son la glicólisis (producción de ácido láctico), lipólisis (degradación de triglicéridos a ácidos grasos) y proteólisis (desaminación y descarboxilación de aminoácidos), que son las responsables principalmente de los cambios en la textura y funcionalidad, así como del sabor característico del producto

Dentro de la maduración tenemos la **Lipólisis** que se ve menos afectada que la proteólisis por la adición de sal, aditivo el cual inhibe mucho menos a las lipasas que a las proteasas, por lo que la hidrolisis de la materia grasa continúa desarrollándose lentamente en los quesos, aportando sabor al producto. Cuando la difusión de agua del queso hacia el exterior aumenta, el desarrollo de la lipólisis también lo hace, debido no solo a la concentración de sal, sino de la temperatura a la que pueda estar la salmuera, de este modo se tienen valores máximos en las superficies de los quesos debido a que existen ácidos grasos libres solubles en agua (FFA) que durante el proceso de difusión de humedad del queso hacia el exterior, se acumulan en la parte externa del producto.

En cuanto a la **proteólisis**, constituye un aspecto de relevancia y gran impacto en el centro del queso donde se encuentra presente el menor contenido de sal en humedad y donde la temperatura tiene una menor influencia que en el exterior, permitiendo así un mejor desarrollo de este proceso.

La solubilización de la caseína consiste en una digestión progresiva con la cual el queso se vuelve más blando, así mismo, se desarrollan sustancias que poseen aroma y sabor debido a la degradación de los aminoácidos.

La baja concentración de sal en la salmuera, puede ocasionar inconvenientes en la hidratación de la caseína del queso, en especial la beta que debido a esto puede absorber agua del medio circundante y modificar la estructura del queso.

Si pensamos en el efecto de la sustitución de sal en el queso, la ingesta de  $K^+$  juega un papel importante en la regulación de la presión arterial. Un incremento en la ingesta diaria de potasio, alrededor de 30-45 mmol  $K^+$  al día, es capaz de provocar una disminución de la presión arterial a 2-3 mm de Hg. El KCl utilizado hasta el 50 % como sustitución parcial de NaCl no tiene influencia sobre la acidificación residual y actividad proteolítica en el queso, tampoco produce cambios significativos sobre sus características físico-químicas (humedad, pH, cloruros) ni en el desarrollo de bacterias acidolácticas y puede proveer contribuciones bajas de sodio y altas de potasio a la dieta de las personas. Sin embargo, los atributos sensoriales, color, textura, y sabor suelen verse afectados por el uso de distintas sales (Ver análisis de laboratorio).

Por otro lado, estudios realizados en queso Cheddar y Fynbo al sustituir parcialmente el NaCl por KCl, no muestran diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en cuanto al índice de maduración utilizado como medida de proteólisis entre el tratamiento con KCl (50:50) y el control NaCl (100%), lo que según los autores demuestra que la combinación de hasta un 50:50 de KCl y NaCl sería la mejor alternativa para reducir el nivel de sodio en el queso sin afectar su proceso de proteólisis.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La realización del trabajo de investigación fueron las dependencias de la FUNESIL (Fundación de Amigos y Profesores de la Escuela Superior Integral de Lechería), donde se encuentran los laboratorios y la planta piloto de productos lácteos.

### MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

- Tinas doble encamisado.

- Agitadores, liras, moldes metálicos y prensa neumática.
- Equipo de salado por inmersión.
- Recipientes de uso cotidiano de acero inoxidable.
- Acidímetro, pipeta automática, termómetro, cronómetro, termolactodensímetro y pesa sal.

#### MATERIA PRIMA REQUERIDA

- Leche estandarizada y pasteurizada.
- Cloruro de calcio.
- Coagulante.
- Colorante.

#### LABORATORIO DE ANÁLISIS

Los análisis correspondientes a los parámetros físicoquímicos, reológicos y evaluación sensorial durante el desarrollo de la maduración y tiempo de comercialización, se realizaron dentro de los laboratorios de la FUNESIL.

#### METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO

##### Queso Tybo

#### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

- 1. TRATAMIENTO TÉRMICO:** pasteurización a temperatura de 74°C durante 20 segundos en intercambiador de calor a placas.
- 2. ESTANDARIZACIÓN:** relación entre % de materia grasa y materia proteica equivalente a 1.00 .
- 3. SIEMBRA DE FERMENTOS:** en el comienzo del llenado de la tina a 33 °C. Maduración de 40 a 50 minutos.

<b>4. ADITIVOS:</b>	Colorante	70 ml	} 1000 lts. de leche
	Cloruro de Calcio	400grs.	
	Coagulante (Quimosina)	55 ml	



5. **COAGULACIÓN:** con un pH entre 6.55 – 6.60, comienzo de la floculación a una temperatura de 36° C y lirado de entre 20-23 minutos.
6. **LIRADO:** en forma de cruz con lira manual, trabajo de pala, seguidamente lirado mecánico hasta llegar a un grano de 0.5 mm. de diámetro aproximadamente. Obtención de suero con pH 6.50 y acidez 10 a 11 °D.
7. **AGITACIÓN:** 2 a 3 minutos.
8. **LAVADO:** extrayendo 200 litros de suero y agregar 100 litros de agua a 40° C.
9. **COCCIÓN:** de 36 a 42 ° C con una cinética de calefacción 1°C c/2 min..
10. **SECADO:** a temperatura constante, durante 5 a 10 minutos.
11. **PRE-PRENSADO:** pH de 6.45 – 6.50 durante 20 minutos.
12. **MOLDEO / PRENSADO:** al moldeo deberíamos obtener un pH 6.40 – 6.45, rápido y sin recortes.

Volteo: a los 30 minutos	pH 6.00 1.5 kg/cm <sup>2</sup>
120 minutos	pH 5.30 2.5 kg/cm <sup>2</sup>
Prensado: 150 minutos	pH 5.25

13. **SALMUERA:** con cloruro de sodio ó de potasio según corresponda con ingreso de quesos a pH de 5.20 – 5.25. La salmuera se pasteuriza y se enfría a 10°C, con 20 a 22 ° Bé de concentración y una acidez de 45 ° Dornic. El tiempo de salado será de 48 horas.

14. **CONDICIONES DE MADURACIÓN:** un día mantenidos entre 4 y 6 °C para oreo de superficie; luego de 25 a 30 días en cámara entre 8 y 10°C a 85-90 % de humedad relativa.

#### **Análisis físicos y químicos**

1. *Análisis materia prima.* Se realizaron análisis correspondientes al pH, materia grasa, proteína y acidez titulable.
2. *Análisis en el proceso de elaboración.* Correspondientes a todos los que se realizaron desde la adición de la leche en tina hasta la etapa del desuerado final.

3. *Análisis fisicoquímico del queso.* Se analizaron dentro de los siguientes parámetros: pH, materia grasa, humedad, concentración de iones (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), cloruros, proteínas e índice de maduración, a los 0, 20, 40 y 60 días de maduración.

Los métodos usados para los análisis de laboratorio son:

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Referencia</b>
Cloruros	Valoración de Volhard	IRAM 14023-2:2008
Determinación del contenido de sodio	Electrodo selectivo	ion MANUAL FABRICANTE
Determinación del contenido de nitrógeno en leche y productos lácteos. Parte I: Principio Kjeldahl y Cálculo de Proteína Cruda	Kjeldahl	ISO 8968-1:2014 (IDF 20-1:2014)
Determinación del contenido de materia grasa	Gravimétrico	ISO 1735 / FIL 5:2004
Hidratos de carbono	Resultado obtenido por diferencia	APHA-AWWA-3500CA D-
Calcio	Complejométrico	FIL 27: 1964
Cenizas	Gravimétrico	CASADO CIMIANO
Determinación del nitrógeno soluble en queso	Kjeldahl	CASADO CIMIANO
Determinación del nitrógeno insoluble en queso	Valor obtenido por diferencia	CASADO CIMIANO

### **Análisis sensorial y estadístico**

El sabor desarrollado en los quesos resulta de una combinación de actividades bioquímicas (glicólisis, lipólisis y proteólisis) ocurridas tanto en el procesamiento como en la maduración del queso, y actividades microbiológicas, que permiten la formación de una mezcla heterogénea de compuestos volátiles y no volátiles.

El análisis sensorial es un invaluable paquete de métodos utilizados para la investigación, comercialización y el conocimiento de la variabilidad y estabilidad de la preferencia de un producto en comparación con sus competidores, de igual forma es la técnica que puede proveer las respuestas a cualquier pregunta guiada hacia la satisfacción del consumidor y que en conjunto con el análisis instrumental son, para la industria, requerimientos para obtener un producto de buena calidad.

A lo largo de la investigación se consumaron tres evaluaciones sensoriales perfeccionando la técnica como consecuencia de suponer que los resultados obtenidos en

las dos primeras fueron alterados por factores externos que no se habían considerado. El fin era estimar si se percibían diferencias en el sabor al evaluar el producto problema, pero no se logró ya que además se tuvieron en cuenta características visuales y actuaron como interferencia del proceso perceptivo. La tercera y última evaluación sensorial se modificó de manera tal que los panelistas no visualizaran el producto hasta su degustación.

Las pruebas triangulares fueron realizadas al cumplirse los 20 (veinte) días de maduración sobre la primera elaboración consumada el 28 de octubre de 2016; luego a los 15 y 25 días de maduración, sobre la segunda elaboración, el 23 de marzo de 2017.

Especificando que en la primera evaluación triangular fue utilizado un queso tybo con una sustitución del 25 % de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; en la segunda evaluación triangular fueron utilizados tres quesos tybo con sustituciones del 25, 35 y 5 0% de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; en la tercera evaluación triangular fueron utilizados dos quesos tybo con sustituciones del 35 y 50 % de NaCl por KCl y un queso tybo de referencia; se decidió de común acuerdo descartar la primera evaluación por lo antes mencionado.

La prueba de triángulo estipula comparar dos muestras de queso tybo, la de referencia o blanco y otra la cual se sustituyó el NaCl por KCl en donde el panelista indicará si se percibe la diferencia o no. Cada panelista realizó tres pruebas para diferentes grados de sustitución de NaCl por KCl, correspondiendo a un 25 %, 35 % y 5 0% de sustitución. El número de panelistas fue de 50 personas, de diferentes edades. Como la prueba consiste en determinar de tres muestras cual es la diferente, esto se corresponde con un análisis estadístico de una distribución binomial con una probabilidad de éxito  $p_0$ , y la de fracaso  $q_0$  con un número de intentos idénticos.

Se puede hacer una aproximación normal a las probabilidades binomiales si se cumple que  $np_0 > 5$  y  $50 \times 0.333 = 16.65 > 5$  y  $50 \times 0.666 = 33.3 > 5$ ; con lo que concluimos que podemos hacer una aproximación normal de la distribución binomial.

La distribución de probabilidad binomial se aproxima mediante el uso de una curva normal con:

$$\mu = np_0 \quad y \quad \sigma = \sqrt{np_0q_0}$$

En nuestro caso los valores son:  $\mu = 16.65$  y  $\sigma = 3.52$

Se implementó una prueba de hipótesis de dos colas, para determinar si existen diferencias entre los quesos analizados para cada una de las diferentes sustituciones.

Se plantea como HIPÓTESIS NULA  $H_0$  que no existen diferencias en los quesos, es decir:  $H_0$ : y se plantea como hipótesis alternativa  $H_a$  que hay diferencias en los quesos, es decir  $H_a$ : definimos nuestra región de rechazo nivel de significancia de un 1 %, siendo el área bajo la curva normal de 0.995, pues es una prueba de dos colas como se muestra en la Figura 1.

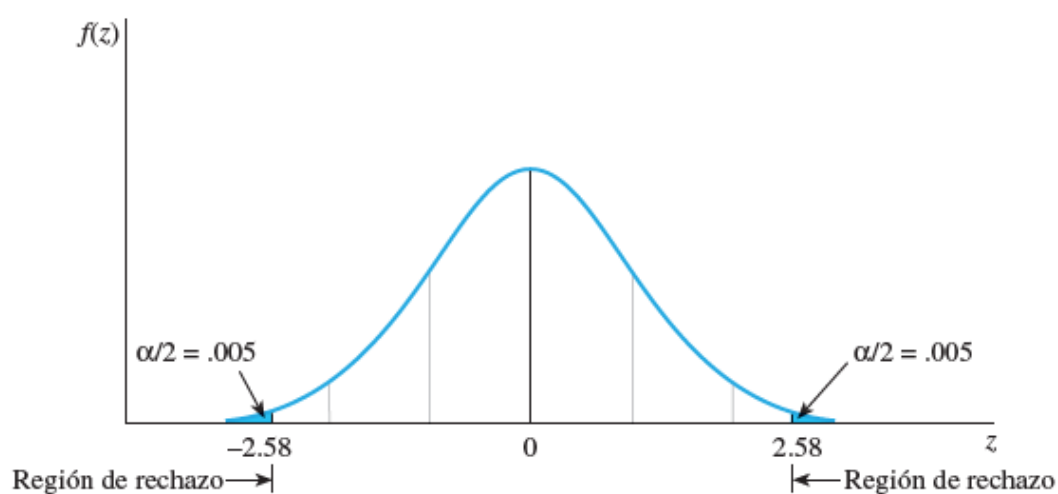


Figura 1

El punto crítico de rechazo de 2.58 según se obtiene de la tabla de áreas bajo la curva de distribución normal mostrada en la Tabla 1. Valores mayores a 2.58 rechazarían la hipótesis nula. El número de aciertos  $x$  para rechazar la Hipótesis Nula para este caso sería:

$$z = \frac{x - np_0}{\sqrt{np_0q_0}}$$

Esto implica que

$$2.58 = \frac{x - 16.65}{3.33}$$

Por lo tanto despejando  $x$  nos

indica que son necesarios 26 o más

aciertos para aceptar o rechazar hipótesis. Esto concuerda con la Tabla 2 para la interacción de Resultados de la prueba Triangular, extraída del libro Evaluación Sensorial de la UNAD, cuya autora es Elizabeth Hernandez Alarcon.

En base a este análisis se procede a evaluar los quesos tybo realizados el día 23 de marzo pasados 15 días de maduración para cada una de las sustituciones de NaCl por KCl.

**Muestra A. Sustitución del 25 %**

Número de Aciertos = 42. Hay rechazos y aceptaciones de hipótesis. Los resultados son altamente significativos, existiendo una diferencia entre los quesos.

**Muestra B. Sustitución del 35 %**

Número de Aciertos = 23. Se acepta una hipótesis. El hecho de aceptar la Hipótesis nula no asegura que no haya diferencias entre los quesos. Cabe aclarar que con un nivel de significancia del 5 % se necesitan 24 aciertos para rechazar hipótesis.

**Muestra C. Sustitución del 50 %**

Número de Aciertos = 28. Se Hay rechazos y aceptaciones de hipótesis. Los resultados son altamente significativos, existiendo una diferencia entre los quesos.

Pasados 25 días de maduración de los quesos se realizó unas nuevas pruebas sensoriales con sustituciones del 35 % y 50 %. El número de pruebas que se realizaron fue de 53 para cada sustitución.

La distribución de probabilidad Binomial se aproxima mediante el uso de una curva normal con:

$$\mu = np_0 \quad y \quad \sigma = \sqrt{np_0q_0}$$

En nuestro caso los valores son:  $\mu = 17.65$  y  $\sigma = 3.33$

Definimos nuestra región de rechazo con un nivel de significancia de un 5 % a diferencia del anterior que fue de un 1%.El punto crítico de rechazo es de 1.96. Valores mayores a 1.96 rechazarían la hipótesis nula.

El número de aciertos x para rechazar la Hipótesis Nula para este caso sería:

$$1.96 = \frac{x - 17.65}{3.33}$$

Por lo tanto despejando  $x$  nos indica que son necesarios 24 o más aciertos para rechazar o aceptar hipótesis.

**Muestra B.** Sustitución del 35 %

Número de Aciertos = 31. Hay rechazos y aceptaciones de hipótesis. Los resultados son significativos, existiendo una diferencia entre los quesos.

**Muestra C.** Sustitución del 50 %

Número de Aciertos = 24. Hay rechazos y aceptaciones de hipótesis. Los resultados son significativos, existiendo una diferencia entre los quesos.

## RESULTADOS

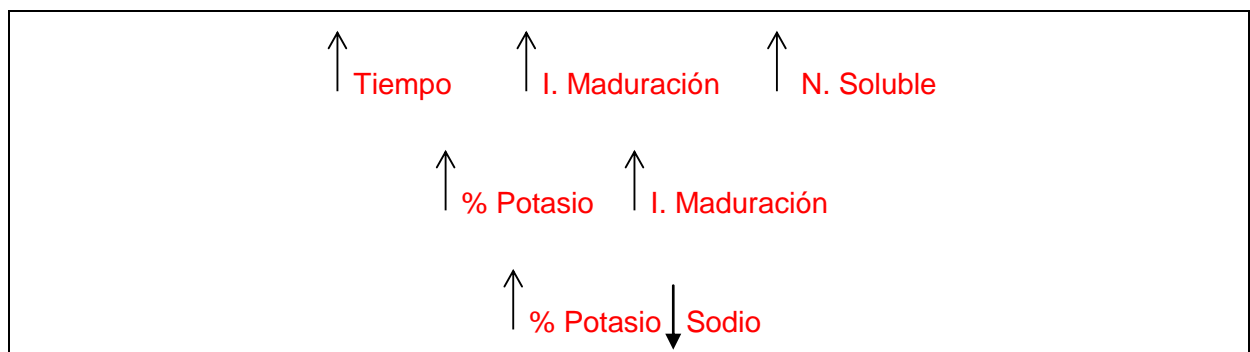
Se puede evidenciar que los cambios notables se dan con respecto al tiempo y no con respecto a las sustituciones.

SODIO				
MUESTRAS	Blanco	25% KCl	35% KCl	50% KCl
1º	880,85	1052	976,59	820.56
2º	901,63	735,68	715,72	579.35
3º	968,01	822,35	639,85	399,74
4º	953,8	903,1	685.73	564,15

Ind. Maduración				
Muestras	Blanco	25% KCl	35% KCl	50% KCl
1º	9,05	6,42	10,77	9.59
2º	12,7	10,58	14,29	16.60
3º	16,65	12,64	17,48	12,68
4º	18,52	22,88	20.34	19,66

Proteínas				
Muestras	Blanco	25% KCl	35% KCl	50% KCl
1º	25,66	23,92	26,59	27.90
2º	25,41	23,12	25,53	25.57
3º	26,15	23,63	26,48	25,82
4º	25,72	23,17	28.22	26,59

Nitrogeno Soluble				
Muestras	Blanco	25% KCl	35% KCl	50% KCl
1º	-	-	-	-
2º	0,34	-	0,33	0,44
3º	0,37	-	0,50	0,36
4º	0,43	-	0.60	0,57



# ANEXOS

Tabla I. Áreas Bajo la Curva Normal

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998



Tabla 2. Para la Interacción de Resultados de la Prueba Triangular

Número de respuestas correctas necesarias para establecer diferencia significativa			
Numero de Juicios	Nivel de Significancia		
	5%	1%	0.1%
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	9
12	8	9	10
13	8	9	10
14	9	10	11
15	9	10	12
16	10	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
19	11	12	14
20	11	13	14
21	12	13	15
22	12	14	15
23	13	14	16
24	13	14	16
25	13	15	17
35	18	19	21
40	20	22	24
45	22	24	26
50	24	26	28
60	28	30	33
70	32	34	37
80	35	38	41
85	37	40	43
90	39	42	45
95	41	44	47
100	43	46	49
200	80	84	89
300	117	122	127
400	152	158	165
500	188	194	202
1000	363	372	383
2000	709	722	737

Fuente: Roessler y col. 1948

## **CONCLUSIÓN**

En lo que respecta a la hipótesis formulada; “La sustitución parcial de Cloruro de sodio por Cloruro de potasio (KCl) en el queso Tybo no afecta las características físicas y químicas del mismo, permitiendo obtener un producto con características sensoriales y de textura, similares al queso Tybo tradicional”, podemos indicar que es refutada, por lo que sí encontramos diferencias entre un queso tybo tradicional y uno con sustitución del NaCl por el KCl. Más aún, esto nos permite afirmar que éste nuevo producto logrado merece una definición de perfil sensorial propio, lo que será motivo de un próximo proyecto investigativo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa-Morales A.. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Año de edición: 1994.
2. Baudi Dergal, Salvador. Química de los Alimentos. Pearson Educación. Año de edición: 1999.
3. Chamorro, María concepción. Losada, Manuel M.. El análisis sensorial de los quesos. AMV Ediciones. Mundi - Prensa. 1era. Edición. Año de edición: 2002.
4. Código Alimentario Argentino. Artículo 633 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006).
5. Código Alimentario Argentino. RESOLUCIÓN GMC N° 042/96 Incorporada por Resolución N° 435 del 26.06.97.
6. Estrada Martínez, Marcos A.. El libro blanco de la leche y los productos lácteos. Editorial Litho Offset. Año de edición: 2011.
7. Fennema. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Año de edición: 2002.
8. Gèosta Bylund y López Gómez. Manual de Industrias Lácteas. Editorial Mundi-Prensa Libros. Madrid. España. Año de edición: 2003.
9. Hernández Alarcón, Elizabeth. Evaluación Sensorial. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, D.C.. Año de edición: 2005.
10. Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. Vida útil sensorial. de julio. Buenos Aires. Argentina. Año de edición: 2000.
11. Mazza, G.. Alimentos Funcionales. Editorial Acribia. España. Año de edición: 2000.
12. Meilgard, M., Civille, G. V. & Carr, B. T.. *Sensory Evaluation Techniques* (2<sup>nd</sup> ed.). Boca Raton, Florida, USA: CRC Press Inc. Año de edición: 1991.
13. Richard, Noémie, Industria del queso y sus aspectos culturales en Chile, RIVAR Vol. 5, N° 14. Chile. Año de edición: 2018
14. Stephen Maill, Li. D., Mackenzie Maill, B. A. .Diccionario de Química. F.R.I.C. . Segunda traducción. Editorial Atlante S.A. . Año de edición: 1953.
15. Triviño Montenegro, Milton Ramiro. Sustitución parcial de sal (cloruro de sodio, NaCl) por cloruro de potasio y/o magnesio (KCl y/o MgCl<sub>2</sub>) en queso Gauda semidescremado. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia, Chile. Año de edición: 2010.