



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA DE DISEÑO



# NutraDesign

## [USO DE CASEINA COMO FILM COMESTIBLE]

Films de caseína como agente protector en el traslado y manipulación de los productos de exportación de la industria salmonera

Seminario de Procesos de Producción y Materiales Industriales II

Profesora: Paola de la Sotta L.

Integrantes: Sebastián Becerra López – Javier Paz Rueda

24 de Noviembre de 2009

Santiago, Chile



## ÍNDICE

Resumen	5
Palabras Claves	5
Introducción	6
Relevancia del proyecto	7
Problema de Investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Resultados Esperados	9
Metodología de Investigación	10
<b>1. CASEÍNA:</b>	<b>11</b>
1.1. Definición de Caseína	11
1.2. Obtención de Caseína	11
1.3. Usos tradicionales de la caseína	12
1.3.1 Pegamento	12
1.3.2 Industria papelera	12
1.3.3 Industria del cuero	13
1.3.4 Industria textil	13
1.3.5 Plásticos rígidos	13
1.3.6 Caseína como película y biomaterial de empaquetado	14
1.4 Glicerol como impermeabilizante y agente activo en el film de caseína.	14
1.4.1 eliminación del organismo del glicerol	15
<b>2. INDUSTRIA DEL SALMÓN</b>	<b>16</b>
2.1 Exportación del salmón	17
2.2 Conservación de los productos en la Industria del Salmón	17
2.3 Caseína como agente en la conservación del salmón	17
2.3.1 Comportamiento de la caseína en la formación de films comestibles.	18
2.2.2. Formas de aplicación de los films de caseína.	19
2.4. Crisis de la Industria Salmonera	19

<b>3. PROPUESTA DE ESTACIÓN DE TRABAJO DE APLICACIÓN DE CASEÍNA.</b>	<b>21</b>
3.1 Estudio de caso. Empresa Yadrán.	21
3.1.1 Lay out de una Salmonera	21
3.1.2. Descripción de los procesos realizados	22
3.1.3. Tipos de corte del Salmón según el estándar internacional	26
3.1.4. Problemas principales en las tipologías de envasados del salmón	27
3.2. Propuesta de maquinaria NutraDesign	31
3.2.1 Propuesta conceptual	31
3.2.2. Propuesta formal	31
3.2.2.1. Partes de la estación de trabajo	32
3.3.. Beneficios de la implementación de la Maquinaria aplicadora de Caseína	36
3.4. Componentes para fórmula de caseína líquida	37
<b>4. CONCLUSION</b>	<b>38</b>
<b>5. ANEXO DE IMÁGENES (PRODUCCIÓN DE CASEÍNA)</b>	<b>39</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>40</b>

## **Resumen**

En el siguiente seminario, se toman en cuenta los problemas por los que están pasando la industria láctea y la salmonera, y cómo es posible mediante un subproducto de la leche, la caseína, elaborar un sistema de beneficios mutuos. Para la aplicación de la caseína se propone la creación de un film comestible con propiedades conservantes para la carne del salmón, integrando un nuevo paso en la línea productiva de esta industria. Con esta aplicación se busca una mejora en la calidad de la carne gracias a la forma en como protege el film. Por ser un hidrocoloide, se aplica en líquido llenando todas las cavidades, posteriormente coagulando, protegiendo al salmón de las microbacterias y el congelamiento sobre la piel en el almacenado, dando valor agregado por el resultado final en el destinatario y una diversificación mayor de productos con la inclusión de condimentos en la solución de la caseína.

**Palabras clave:** Caseína, film, film comestible, film de caseína, hidrocoloide, procesamiento del salmón, conservación de alimentos.

## **Introducción:**

En Chile, el sector lácteo se constituye como uno de los más importantes dentro del rubro agropecuario. La recepción de leche en plantas va en aumento considerable, sin embargo, cada vez es mayor el número de productores que abandona el sector debido a las frecuentes bajas en los precios y la consecuente pérdida de rentabilidad.

La industria lechera, sobre todo los pequeños productores, ha sufrido con las constantes alzas y bajas de precios sumado a una inestabilidad constante que no les permite proyectar futuras inversiones con plena confianza. Esto cobra relevancia si se considera que cerca del 96% de los 13.000 productores chilenos son Pymes.<sup>(1)</sup>

En este contexto, la producción de caseína en Chile nunca fue bien acogida por los productores, principalmente dedicados al mercado de los yogurts, leches y quesos. El problema principal era en este caso la competencia que tenía la caseína con los productos tradicionales, puesto que para producir caseína se deja de elaborar leche, yogur y queso, elevando los precios y provocando un posible rechazo de parte del consumidor.

A lo largo de esta investigación se analizarán las variables que permitan introducir la caseína en el área alimentaria, principalmente como agente protector en la industria del salmón con tal de impulsar tanto la industria láctea como la exportación nacional de salmón.

---

1 FEDELECHE, *jueves, 12 de noviembre de 2009*  
[http://www.fedeleche.cl/pub/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1567&Itemid=1](http://www.fedeleche.cl/pub/index.php?option=com_content&task=view&id=1567&Itemid=1)

## **Relevancia del proyecto**

Durante el año 2007 la escasez mundial de leche mantuvo en su máxima producción al sector nacional e internacional debido a las continuas alzas de los precios que beneficiaban a los productores y permitían proyectar un fuerte crecimiento del mercado, principalmente para los pequeños productores. Estas proyecciones influyeron en que pasado un período de escasez se llegara rápidamente a altos niveles de sobreproducción. Esto se puede comprobar al analizar los precios, en un mes normal para el año 2008, se pagaban 200.26 pesos por litro al productor, en cambio este año a la misma fecha se pagan 110.26 pesos por litro al productor.

Sin embargo las bajas de precio no se dan a lo largo de toda la cadena de consumo de la leche, ya que para el consumidor final, estos precios no han significado una baja importante, lo que genera malestar entre los pequeños productores, quienes han decidido rematar sus animales y buscar otros rubros. En cuanto a este problema, la postura del gobierno ha dicho que "sigue siendo vital y estratégico lograr acuerdos dentro de la cadena (de consumo) para distribuir internamente los costos de una fase reconocidamente crítica para los productores"(2)

Siguiendo con el discurso de la ministra de Agricultura, Marigen Hornkohl "... es necesario seguir profundizando la búsqueda de fórmulas que permitan compartir el diagnóstico y las soluciones para resolver esta complicada situación actual, minimizando los efectos negativos para toda la cadena, especialmente para los productores pequeños y medianos"

Es en este contexto en donde la producción de caseína se hace viable, ya que un producto derivado de la leche puede ayudar a estabilizar este mercado regido principalmente por los grandes compradores (Soprole, Colún, Calo, Loncoleche, etc.) quienes fijan los precios a los pequeños productores. Al contar con un producto destinado fuera del mercado lechero, se puede salir de este círculo de consumo con la posibilidad de lograr precios más justos.

Uno de los productos derivados de la leche que se sale del mercado lechero es la caseína, por lo que cobra importancia el potenciar su desarrollo, según un trabajo de la FAO, "el suero, residuo líquido de la fabricación de queso y caseína, es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que quedan todavía fuera de los canales del consumo

---

2 Marigen Hornkohl ministra de agricultura. Lunes, 07 de septiembre de 2009.  
<http://www.gobiernodechile.cl/viewNoticia.aspx?idArticulo=28612>

humano. Resulta paradójico que aún en la actualidad se siga desperdiciando una gran proporción de los litros totales que se generan día a día.”<sup>3</sup>

Queriendo generar un mercado más justo para consumidores y productores, se identifican las propiedades de la caseína y su potencialidad para generar valor en la protección de alimentos, por lo que las industrias receptoras pueden ser cualquiera que tenga problemas en cuanto a los costos de refrigeración y mantención de sus productos durante los viajes realizados al consumidor final. Esto nos da una aproximación sobre qué tipo de industrias requieren del uso de la caseína, pudiendo ser industrias exportadoras de alimentos.

---

<sup>3</sup> Ing. Agr. Aníbal Schaller. Dirección de Industria Alimentaria y Agroindustrias.

## **Problema de Investigación**

El desaprovechamiento del uso de la caseína derivada de la industria lechera, en la formación de films comestibles con el fin de prolongar la vida útil de productos como la industria de la carne, salmonera y de las frutas.

## **Objetivo General**

Potenciar la industria láctea y del salmón, formando una relación simbiótica de beneficio económico entre ellas.

## **Objetivos Específicos**

Convertir subproductos de la industria lechera en productos elaborados.

Encontrar aplicaciones de la caseína para la industria alimentaria.

Contribuir a solucionar el problema del mantenimiento y refrigeración en la industria salmonera.

Contribuir a una reposicionamiento de la industria salmonera chilena al generar nuevos productos.

## **Resultados Esperados**

Poder potenciar ambas industrias mencionadas desde la óptica del diseño, agregando valor a los productos e innovando en los procesos productivos tradicionales con tal de generar beneficio económico y social al ayudar a recuperar los niveles productivos de años anteriores y generando desarrollo en las regiones, esto como una forma de contribuir al crecimiento del país.

## **Metodología de Investigación**

Se ha escogido realizar una investigación mixta Aplicada y Documental. El objetivo de esta investigación es recabar información para después tomar decisiones estratégicas en cuanto a las mejores proyecciones para los usos de la caseína anteriormente señalados, tomando en cuenta factores económicos y de políticas de desarrollo. La metodología de recopilación de información escogida es la documental, debido a que será la que arrojará mejores resultados en tanto cantidad de datos y facilidad de aplicación consultando a papers, libros y revistas científicas que traten sobre la temática de la caseína y la conservación de alimentos.

También se realizarán entrevistas a representantes de la industria salmonera, ingenieros en alimentos y académicos que tengan relación con los procesos de degradación de alimentos congelados.

Toda esa base teórica es necesaria para una posible aplicación tecnológica que sirva como un nexo entre la industria del salmón y láctea. Es de alta importancia comprender todas las características y propiedades de la caseína, ya que sólo de esta manera se podrá aplicar en el proceso adecuado que permita agregar el máximo valor al salmón como producto de valor agregado y no como materia prima, sistema que es típico en la industria chilena.

## **CASEÍNA**

### **1.1. Definición de Caseína**

La caseína se define como un grupo de proteínas ( $\alpha$ - caseína,  $\beta$ -caseína,  $\mu$  caseína y  $\kappa$ -caseína), que son dominantes en la composición de la leche. Estas proteínas se producen o se obtienen por medio de la precipitación ácida o enzimática.

La caseína no sólo está presente en la leche sino que también en algunos de sus derivados como el yogur o el queso. Representa el 80% de las proteínas de la leche. Esta proteína es el componente básico del queso ordinario y durante el proceso de elaboración de quesos la caseína precipita por la acción enzimática del cuajo, formándose un coágulo de caseína, seroproteínas, grasa, lactosa y las sales minerales de la leche. Por estar asociada a la fabricación del queso, ésta proteína se puede obtener en las mismas instalaciones de una quesería.

### **1.2. Obtención de Caseína**

La caseína comercial se obtiene a partir de leche desnatada por medio de uno de los dos métodos generales de precipitación por ácido o coagulación mediante el cuajo. En este proceso de separación es necesario eliminar, en la medida de lo posible y mediante lavados en varias etapas con agua, la grasa, las seroproteínas, las sales y la lactosa de la leche ya que dichas sustancias reducen la calidad de la caseína y el mantenimiento de la misma. La caseína seca y adecuadamente obtenida se conserva relativamente bien y se utiliza principalmente en la elaboración de alimentos y en las industrias químicas. El formato de venta de la caseína es en sacos, en formato grano fino o grueso. También existe la “Harina de caseína” la cual ha sido molida más finamente, muy similar a la leche en polvo.

Cabe destacar la relativa facilidad de producción de la caseína, ya que no requiere de un proceso químico complejo y la posibilidad de utilizar las instalaciones de la industria del queso. Ante esto destaca el poco beneficio a nivel nacional que se ha obtenido de este subproducto, el cual se vende comercialmente a altos precios, tanto en el uso de films como también para uso de suplemento alimenticio. Habiendo revisado esto, se ha definido una posible aplicación comercial en el área alimentaria por la complementariedad que tiene con la industria lechera. Pero primero se deben revisar los usos tradicionales de la caseína para rescatar las principales propiedades con tal de definir con mayor precisión un posible uso comercial.

### **1.3. Usos tradicionales de la caseína**

Los principales usos de la caseína se desarrollan en áreas como el pegamento, pinturas acuosas, fabricación de papel, textiles, recubrimientos para cuero, packaging, cosméticos y como complementos para la fabricación de cemento y concreto. No obstante, su uso nunca ha sido predominante, sino que siempre es un agregado a una serie de compuestos químicos, por lo que no obtiene valor como producto.

La fórmula para potenciar la caseína como un subproducto importante de la industria lechera, es analizar sus capacidades principales y generar un producto en el que la predominancia de la caseína como compuesto principal sea suficiente para poder motivar a los pequeños productores a independizarse de los mercados tradicionales e incursionar en la producción de caseína.

#### **1.3.1. Caseína como pegamento**

El pegamento de caseína fue fabricado por primera vez a principios del siglo diecinueve y fue utilizada sobre todo en la carpintería. Hasta el día de hoy se siguen patentando distintas formulaciones de pegamentos en base a caseína, en la mayoría de los casos, este pegamento está disponible como polvo que contiene dos componentes principales, caseína y un álcali (óxidos, hidróxidos y carbonatos de los metales alcalinos).

Hoy en día, el pegamento de caseína es suplantado por el pegamento sintético en la carpintería, pero aún se utiliza en pegamentos de etiquetado, en la industria de embotellamiento y en la carpintería interior (el chapeado, paneles de puertas, lamina Formica, etc.)

En esta área la caseína encuentra una competencia muy dispar por parte de la industria química. Por otra parte se desaprovechan las cualidades alimentarias de esta proteína.

#### **1.3.2. Industria papelera**

La caseína tiene una gran afinidad para los pigmentos, gracias a sus características de adherencia de la tinta y a varios substratos. En la industria de papel, la caseína se utiliza como cubrimiento para los papeles esmaltados de alta calidad. La resistencia al agua se logra por exposición a vapores de formaldehído. El papel pintado se convierte en lavable en agua agregando una capa de solución de la caseína con una solución del formaldehído. La caseína todavía se utiliza en el acabado de papel de la alta calidad.

La caseína destaca dentro de esta industria por sus capacidades de transportador de sustratos y pigmentos, pudiendo ser utilizados en la industria alimentaria para aumentar la percepción en cuanto a color y sabor de algún producto en especial.

### **1.3.3. Industria del cuero**

El plastificado de caseína se utiliza en el proceso de acabado en la industria del cuero, combinada con componentes adicionales como los ácidos acrílicos derivados del fenol, pigmentos para los productos coloreados o cubrimientos tales como gelatina. La solución es revestida en el cuero antes de que la superficie se procese mecánicamente (cepillado, planchado, esmaltado, etc.).

Se puede observar el uso de la caseína como protector y recubrimiento. Más adelante se analizarán estas propiedades dentro de la industria alimentaria.

### **1.3.4. Industria textil**

En un comienzo, la caseína fue empleada de manera análoga a la industria del papel: las telas se impregnaban con una solución de caseína y vulcanizaban con vapores de formaldehído.

Las capas de caseína junto al pigmento permiten que el textil sea impermeable. Debido a sus capacidades de cubrimiento (film) y adhesivas, las caseínas se convierten en una capa protectora contra envejecimiento del algodón.

Estas capacidades de recubrimiento pueden ser utilizadas en la industria alimentaria para proteger alimentos que tengan una corta vida útil y que por lo tanto encuentren dificultades durante el transporte al mercado de destino.

### **1.3.5. Plásticos rígidos de caseína**

El plástico rígido derivado del cuajo de caseína es uno de los ejemplos más conocidos para el uso no alimenticio de la proteína de leche. El cuajo de caseína se mezclan con agua en una relación del 20-35% antes de ser procesado mecánicamente por alta presión, luego se curan durante varios días en una solución diluida del formaldehído, en ese momento se pueden agregar pigmentos para dotarlos de color.

No obstante, la importancia de los plásticos de la caseína ahora ha declinado debido a la competencia que ofrecen los plásticos sintéticos con mejores características, por lo que esta área queda descartada por las pocas ventajas comparativas que presenta.

### **1.3.6. Caseína como película y biomaterial de empaquetado**

La transparencia, la biodegradabilidad y las buenas características técnicas (características de barrera al oxígeno y el dióxido de carbono) hacen de las películas de caseína los materiales más innovadores para empaquetar. Sin embargo, los materiales basados en la caseína, tienen dos desventajas importantes en común con otros biomateriales a base de proteínas: poseen limitadas propiedades mecánicas y tienen poca resistencia al agua. Para superar la debilidad y la fragilidad, se agregan plastificantes para realzar la elasticidad y flexibilidad. Los plastificantes reducen la vinculación intermolecular del hidrógeno mientras que aumenta el espacio intermolecular.

Para un mayor cumplimiento de las propiedades conservantes de la caseína, es necesario crear una mezcla que incremente sus propiedades, es por esto que se propone la adición del compuesto glicerol que ya es usado en la industria alimentaria.

Compuestos como el glicerol aumentan notablemente la resistencia al agua, por lo que cabe definir sus propiedades con tal de ver su aplicabilidad en la industria alimentaria.

### **1.4. Glicerol como impermeabilizante y agente activo en el film de caseína.**

El glicerol, como su propia terminación indica, es un alcohol que está presente en la estructura de los triglicéridos. Los principales componentes de casi todos los aceites y grasas animales y vegetales son triglicéridos de ácidos grasos. La hidrólisis de esos glicéridos produce ácidos grasos libres y glicerol.

El compuesto de caseína destinado a convertirse en film comestible, puede ser mezclado con glicerol aumentando sus propiedades de retención de la humedad, acrecentando sus propiedades impermeabilizantes, además de incrementar sus propiedades mecánicas, agregándole flexibilidad.

Entre otros usos aplicables en la industria alimentaria se encuentra el uso del glicerol como hidratante, puede que esta función del glicerol sea la más conocida debido en parte a la gran cantidad de estudios en deportistas de resistencia que se han llevado y actualmente se llevan a cabo. Este estado de hiper-hidratación, lleva a un aumento de rendimiento y el glicerol, sería un mediador perfecto para favorecer esta situación facilitando la rehidratación en un escenario de deshidratación o de mayor necesidad de líquido en el proceso de transporte y almacenado de la carne de salmón.

#### **1.4.1. Eliminación del glicerol**

El glicerol es absorbido y metabolizado sin ninguna complicación en la mayoría de personas. Se absorbe a nivel intestinal y es transportado al hígado donde comienza su metabolización. Cierta cantidad de glicerol, es transportada del hígado a otros tejidos/órganos para continuar su metabolización.

Se elimina renalmente por filtración; cuando se produce una saturación, el glicerol puede aparecer en orina provocando una diuresis osmótica. La tasa de eliminación media del glicerol esta en el rango de 20 a 50 minutos dependiendo de distintos factores. Lo que lo hace un componente factible de ser utilizado en los films comestibles de caseína.

## INDUSTRIA DEL SALMÓN

### 2.1 exportación del salmón

La industria chilena del salmón, ha disminuido considerablemente en cuanto su producción y cantidad de industrias existentes. En el caso de las grandes empresas, aun mantienen sus principales mercados extranjeros. La situación de la exportación de salmónes y debido a la proliferación de salmónes infectados en Chile, se tienen que someter a rigurosos controles de normas internacionales de seguridad y calidad, asegurando óptimos resultados en su cosecha, selección y procesamiento.

Los principales mercados se encuentran en: Asia Pacífico, Japón, Europa (UK, Dinamarca, Francia, Italia y Alemania), Estados Unidos y Latinoamérica (principalmente Brasil). La modalidad de transporte para cada caso depende de la lejanía y el tiempo que demora en llegar el embarque a su destino, es por eso que se utilizan transportes aéreos, marítimos o terrestres, sobre la base de un estricto seguimiento desde su despacho hasta la recepción conforme en su destino final.



La importancia de la conservación y el tiempo que demora, radica directamente en la calidad del salmón ya que este debe estar almacenado bajo estrictas condiciones de temperatura, que muchas veces puede dañar la carne, influyendo en su textura, sabor color, etc. disminuyendo la calidad estándar, que tiene estricta relación con la devaluación de los productos.

## **2.2. Conservación de los productos en la Industria del Salmón**

La descomposición de los productos derivados del mar comienza tan pronto mueren, es por esto que se han desarrollado materiales y procesos en los cuales se prolonga y mantiene la vida útil de dichos productos. Una de las técnicas más utilizadas en las industrias de procesamientos de mariscos, es el congelamiento de los productos una vez que se han seleccionado las partes comestibles.

En el caso del salmón se ocupa el procedimiento de envasado al vacío, envasado bajo atmósfera modificada (estas técnicas se ocupan principalmente cuando es ahumado y fresco). El salmón fresco es la modalidad de exportación más solicitada, gracias a su versatilidad a la hora de cocinarlo, este puede durar aproximadamente 7 días en temperatura de 0° C para luego comenzar su deterioro.

En el proceso de almacenado es común el surgimiento de factores que disminuyen la calidad de la carne del salmón, como pérdida de agua, trastornos en el color y quemado por contacto permanente con el hielo. también existe la posibilidad de que el oxígeno ingrese por filtración en los contenedores de salmón lo que influirá en el desarrollo de microorganismos, o que la impermeabilidad al agua dentro del empaque provoque cambios no deseados como endurecimiento por desecación, absorción de humedad en la superficie, generación y acumulación de agua líquida, y condensación sobre el material.

## **2.3. Caseína como agente en la conservación del salmón**

Respondiendo a estos problemas en la conservación del salmón fresco, se han demostrado varias alternativas de fácil aplicación, todas derivadas de las aplicaciones de la caseína. Si bien el uso de alternativas de conservación provenientes de la industria de los plásticos otorgan buenas cualidades en cuanto a estabilidad, carecen de otras propiedades que sí tienen los films de origen proteico, los cuales han demostrado prevenir la pérdida de humedad, reducir la oxidación de lípidos y mejorar los atributos de sabor, como también aumentar la retención del color.(4)

A nivel internacional se ha investigado sobre las propiedades de las cubiertas de caseína como barrera en la industria del salmón. En un estudio hecho por Stuchel & Krochta las cubiertas de caseína fueron evaluadas en cuanto a su efectividad contra la pérdida de humedad y oxidación líquida de salmón congelado. Las coberturas de proteína fueron

---

4 Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods, Catherine Nettles Cutter. Meat Science Volume 74, Issue 1, September 2006, Pages 131-142

efectivas en reducir el grado de pérdida de humedad en un 42 – 65% durante las primeras tres semanas de almacenamiento.(5)

Según otro estudio se ha demostrado también que las cubiertas laminadas que incluyen caseína protegen de la pérdida de humedad y oxidación en frutas deshidratadas y vegetales.(6)

Otros investigadores han buscado aplicaciones comerciales para la caseína en la industria alimentaria: En la investigación de A. Gennadios, M.A. Hanna y L.B. Kurth (1997) se afirma que los films comestibles de origen proteico “pueden mejorar la calidad de mariscos y carnes congeladas, frescas y procesadas al retardar la pérdida de humedad, la decoloración, aumentando la apariencia del producto en el comercio retail al eliminar el goteo y sellando los sabores volátiles, funcionando como portador de aditivos y agentes antimicrobianos.(7)

Estas últimas propiedades descritas son de gran importancia para la industria del salmón, ya que uno de sus mayores atributos para gatillar la compra y diferenciar un producto es el color y la apariencia del mismo. Por esta razón al generar nuevas propiedades en el salmón procesado podemos agregar nuevas categorías de productos no explotados anteriormente por la falta de durabilidad o deficiencias en la conservación. Al sumar más durabilidad, color y permanencia del sabor se pueden desarrollar productos con mayor valor agregado e insertarse tanto en el mercado nacional como internacional.

### **2.3.1. Comportamiento de la caseína en la formación de films comestibles.**

En cuanto a la aplicación de la caseína como film hay que entender que por film nos referimos a un término genérico para definir una capa protectora que actúa como barrera física y no necesariamente a una película procesada.

La caseína forma un tipo de film Hidrocoloide. Un hidrocoloide es una sustancia que forma un estado de gel en contacto con el agua y que tiene la capacidad de coagular. Esta propiedad es crucial para la formación del film y la protección de alimentos. (8)

---

5 Edible Coatings on Frozen King Salmon: Effect of Whey Protein Isolate and Acetylated Monoglycerides on Moisture Loss and Lipid Oxidation YVONNE M. STUCHELL<sup>1</sup> JOHN M. KROCHTA.

6 Edible coatings and films to improve food quality. John M. Krochta, Elizabeth A. Baldwin, Myrna O. Nisperos-Carriedo

7 Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. A. Gennadios, M. A. Hanna and L. B. Kurth. Industrial Agricultural Products Center, University of Nebraska, Lincoln, NE, 68583-0730, (U.S.A.)

8 Texture: A hydrocolloid texture collection. Martin Lersch. 2000

### **2.3.2. Formas de aplicación de los films de caseína.**

Según A. Gennadios, M.A. Hanna y L.B. Kurth (1997), *aprovechando la estructura de hidrocoloide existen 4 procesos de fácil aplicación de la caseína*: el proceso de inmersión, de pulverización, fundición o formado y la aplicación por rodillos.

El proceso de inmersión es útil sobre alimentos que requieran varias aplicaciones de material o cubrir superficies irregulares. Después de la inmersión se escurre el exceso de material del producto y luego se seca para que se solidifique. Esta técnica encuentra su aplicación en los productos cárneos

La pulverización forma una capa más uniforme y delgada que la inmersión, La pulverización, a diferencia de la inmersión, es más adecuada para aplicación por un solo lado del producto a ser cubierto.

El proceso de fundición o formado toma prestadas técnicas de la fabricación de films plásticos. El espesor controlado por un esparcidor tiene un reservorio del producto y una salida ajustable, altura que puede ser cambiada y ser reproducida posteriormente. El esparcidor deposita una capa del espesor deseado, que luego es secado. Esta técnica es preferible para la creación de packaging, pero no tiene muchas ventajas comparativas respecto de los films tradicionales. (9)

Cualquiera de los procesos anteriores se pueden aplicar con tecnologías genéricas, por lo que el traspaso de tecnología a industrias nacionales sería de bajo costo. Si tomamos el rol de la industria lechera como productor de caseína y la salmonera como consumidor, tenemos dos industrias que están pasando por un mal momento económico pero que presumimos podemos unir en una relación de beneficio simbiótica.

### **2.5. Crisis de la industria salmonera**

La industria salmonera, que una vez fuera la de más rápido crecimiento de Chile llegando a exportar 724 millones de dólares anuales (10) enfrenta ahora una profunda crisis que ha provocado una caída del 40 por ciento de su producción y un aumento de despidos equivalente al 40 por ciento de toda la fuerza laboral, (Unas 58.000 personas

---

9 Edible coatings and films to improve food quality. John M. Krochta, Elizabeth A. Baldwin, Myrna O. Nisperos-Carriedo

10 ESPECIAL: En crisis, industria salmonera de Chile. [http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2009-06/18/content\\_894785.htm](http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2009-06/18/content_894785.htm)

aproximadamente era el número total de trabajadores, pero sólo 38 mil lograron conservar sus empleos)

Esta caída de la industria salmonera se debe principalmente a la gran cantidad de enfermedades que han asolado a los salmones, desde bacterias que se han hecho resistentes a las vacunas y medicamentos, hasta los llamados piojos de mar, parásitos que se alimentan de la sangre del salmón y que bajan el rendimiento en cuanto a crecimiento.

Toda esta debacle ha significado para la industria que de 500 plantas que existían en el país, sólo queden operativas 200, lo que equivale a una baja de cerca de un 60 por ciento.

Frente a esto, sólo queda pensar que esta industria que tenía altamente posicionada a Chile como uno de los principales productores de salmón del mundo debe innovar en sus procesos para poder otorgar mayor valor agregado a sus productos, y si bien puede haber dejado de competir en cantidad, si puede hacerlo en calidad, aplicando diseño a su línea productiva con tal de entregar un producto más elaborado y que tenga mayor ganancia.

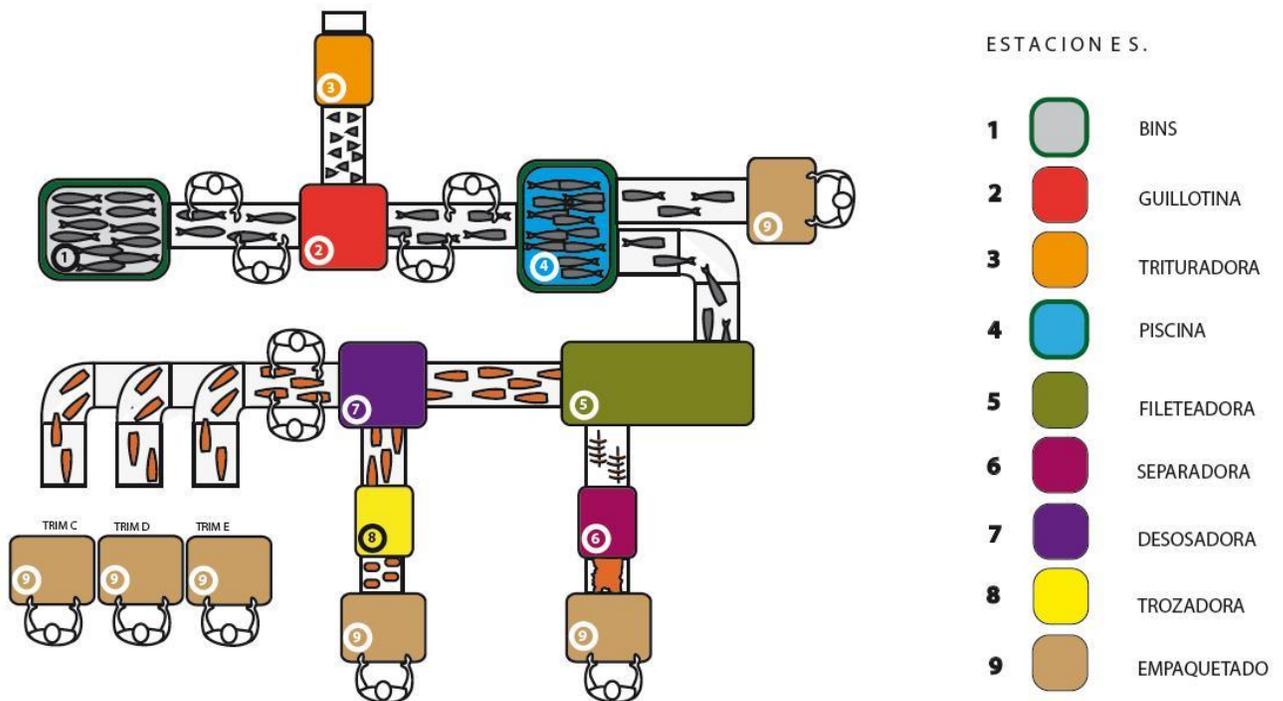
## PROPUESTA DE ESTACIÓN DE TRABAJO DE APLICACIÓN DE CASEÍNA

### 3.1. Estudio de caso. Empresa Yadrán.

Yadrán es una empresa dedicada a la producción del salmón y trucha desde 1986, con exportaciones en Asia, Europa, Estados Unidos y América Latina, por lo que sus procesos son altamente estandarizados y se pueden tomar como un referente a la hora de analizar una empresa salmonera.

Una planta procesadora de salmón tradicional cuenta con una serie de pasos orientados a utilizar todas las partes del salmón y no desaprovechar nada. El proceso sigue un orden lógico desde el producto menos elaborado, como sería la harina de pescado en base a las cabezas desechadas, hasta los costosos filetes que son el producto principal de la industria.

#### 3.1.1. Lay Out de una Salmonera



### 3.1.2. Descripción de los procesos realizados

**Paso1:** Llegada de los bins de salmón con hielo a la línea de producción.

**Paso2:** Se ordenan manualmente para pasarlos por una guillotina cortándoles la cabeza.

**Paso3:** Extracción manual de las agallas.

**Paso4:** Cabezas son llevadas por una cinta transportadora hacia una máquina trituradora.

**Paso5:** El pescado sin cabeza pasa por una sección de eviscerado manual.

**Paso6:** Los pescados se dejan caer a una piscina donde son lavados quitándole los restos de vísceras.

**Paso7:** una cinta transportadora lleva los pescados a la zona de corte y fileteado y luego un área de empaquetado.

**Paso8:** en el proceso de fileteado, se elimina la espina central salmón, la cual es transportada a una máquina que separa las espinas de la carne

**Paso9:** los filetes se transportan hacia una máquina desosadora que al aplastarlos les quita las principales espinas, al final del proceso las últimas espinas se retiran a mano.

**Paso10:** los filetes se destinan a distintas secciones dentro de la industria para lograr diferentes acabados.

- **Trim C** (Sin espinas ventrales, sin hueso de collar, sin aleta dorsal, rebaje espina lateral dorsal, rebaje de grasa y aleta ventral, sin espinas)
- **Trim D** (Características Trim C más rebaje en cola, totalmente rebajado)
- **Trim E** (Características Trim D más sin piel)

Uno de los puntos críticos de la industria del salmón es su almacenamiento y refrigeración para los productos de exportación, por lo que se define el problema principal como “Mantenimiento y prolongación de la vida útil del salmón una vez procesado.”

**Paso1:** Llegada de los bins de salmón con hielo a la línea de producción.



**Paso2:** Se ordenan manualmente para pasarlos por una guillotina cortándoles la cabeza.

**Paso3:** Extracción manual de las agallas



**Paso5:** El pescado sin cabeza pasa por una sección de eviscerado manual.

**Paso7:** una cinta transportadora lleva los pescados a la zona de corte y fileteado y luego un área de empaquetado.



**Paso9:** los filetes se transportan hacia una máquina desosadora que al aplastarlos les quita las principales espinas, al final del proceso las últimas espinas se retiran a mano.



**Paso10:** los filetes se destinan a distintas secciones dentro de la industria para lograr diferentes acabados.



### 3.1.3 Tipos de corte del Salmón según el estándar internacional

#### Trim A



Sin espinas ventrales.

#### Trim B



Sin espinas ventrales, sin aletas dorsales, sin hueso de collar, rebaje de grasa y aletas.

#### Trim C



Trim C (Sin espinas ventrales, sin hueso de collar, sin aleta dorsal, rebaje espina lateral dorsal, rebaje de grasa y aleta ventral, sin espinas)

#### Trim D



Trim D (Características Trim C más rebaje en cola, totalmente rebajado)

#### Trim E



Trim E (Características Trim D pero sin piel)

Todos los cortes tienen dimensiones similares, a los que la maquinaria industrial ya está adaptada, por lo que las correas transportadoras comparten siempre un ancho regular. La maquinaria a proyectar debe adaptarse a este ancho y considerar las dimensiones y cuidado necesarios que un producto de exportación requiere.

#### **3.1.4. Problemas principales en las tipologías de envasados del salmón.**

Los problemas principales de esta industria son la pérdida de color por la prolongación del almacenado, quemaduras por el contacto con el hielo, deshidratación de la carne, los problemas de evaporación dentro del empaque que facilita la proliferación de microorganismos afectando la textura, color y olor, el gasto necesario para mantener una gran infraestructura de refrigeración, además de que el área de contacto de los actuales empaques no es la suficiente para prevenir la descomposición por microorganismos.

La configuración porosa del salmón y de la mayoría de las carnes, dificulta la conservación por medio de capas plásticas. Incluso los envases al vacío no cumplen a cabalidad su función de protector, ya que al quedar microscópicos espacios con aire entre la cubierta y la carne, no se produce un sellado total, dejando espacio para la proliferación de microorganismos que descomponen a una velocidad mayor el producto carneo.

A continuación se hace una descripción de las cuatro tipologías mayormente utilizadas al momento de conservar el salmón para su exportación.

##### **Al vacío**

El proceso en que la carne es envasada al vacío tiene como objetivo prolongar su vida útil, con el objetivo de que la conservación del alimento resulte segura, sin tener que recurrir al congelado u otros métodos de conservación.

El período de prolongación de la calidad del producto depende de los factores involucrados en el proceso del vacío, ya que cada uno interactúa entre sí durante el mismo, estos factores generalmente están relacionados con la cantidad de agua, oxígeno o bacterias que pudiera quedar entre la capa cobertora y la carne.

La finalidad de este proceso es que la carne sea recubierta por un film que actúe como barrera tanto para el vapor de agua como para el oxígeno, de manera que se logre el microclima adecuado entre el film y el corte para la proliferación de bacterias benéficas tales como las lácticas (parecidas a las que se encuentran en el yogurt) ya que el ácido láctico es un conservante natural para los alimentos.

Las desventajas de la utilización de este sistema de envasado, es el extremo cuidado que se debe tener para no crear un hábitat propicio para el desarrollo de bacterias indeseadas que perjudiquen la carne o la tornen peligrosa para su consumo.

Ya que al quedar arrugas en el envoltorio o un mal sellado, puede permitir la entrada de oxígeno o de agua que ayudan al rápido proceso de descomposición del producto mediante las bacterias que ahí se generan. Además es necesario contar con maquinaria que al momento de envasar saque la mayor cantidad de oxígeno y ocasionalmente, cambiarlo por otro gas que no permita el crecimiento de las bacterias.

### **Atmosfera modificada**

La atmósfera modificada se consigue realizando vacío y posterior reinyección de la mezcla adecuada de gases, de tal manera que la atmósfera que se consigue en el envase va variando con el paso del tiempo en función de las necesidades y respuesta del producto.

Para esta técnica se deben tener en cuenta cuatro variables: envase empleado, mezcla de gases, los materiales de envase y los equipos de envasado, los cuales están condicionados a su vez por la naturaleza del producto a envasar.

La utilización de este sistema proporciona mayor tiempo para distribuir y negociar un alimento, pero exige un detallado y persistente trabajo de control y aseguramiento de la calidad para evitar contaminaciones peligrosas.

La elevación del costo de este sistema se debe a la necesidad de conocimientos precisos del control de temperatura, así como del PH, la actividad de agua y el control de la presión, esto también aumenta el costo de producción, la especificación de que se debe tener una fórmula de gas diferente para cada exigencia del producto, equipo especial y personal especializado.

### **Congelamiento:**

La conservación de alimentos mediante congelación se produce debido a diferentes mecanismos. La reducción de la temperatura del producto a niveles por debajo de 0°C produce un descenso significativo en la velocidad de crecimiento de microorganismos y, por lo tanto, en el deterioro del producto debido a la actividad microbiana. La misma influencia de la temperatura puede aplicarse a la mayoría de las reacciones que pudieran ocurrir en el producto tanto enzimáticas como de oxidación.

Existen desventajas al conservar alimentos y mayormente carne por sistemas de congelamiento, ya que se producen cambios en las propiedades de la membrana celular debido a pérdida de la impermeabilidad que tras el descongelado causa la disminución del color y la fibrosidad de la carne. Se producen daños mecánicos por los cristales de hielo que se manifiestan por fenómenos de osmosis que origina la salida del jugo celular hacia los espacios intercelulares, provocando deshidratación irreversible.

Además los sistemas de congelación a ocupar deben tener en cuenta el tiempo para cada producto a conservar, ya que la lentitud en el proceso puede producir la salida de toda el agua libre, quedando una capa de hielo en la superficie del alimento que puede llegar a quemar el mismo por estar en contacto directo, afectando su presentación final a la hora de cocinarlo.

## **Ahumado**

El proceso del ahumado consiste en quitar el agua a los alimentos por la acción del humo y de la corriente de aire seco. El ahumado se realiza en hornos adaptados para esta tarea por donde pasa el humo de un fuego. Podemos clasificar los ahumados en dos tipos diferentes, en caliente y en frío.

### **Ahumados en caliente**

Esta es la técnica más sencilla de realizar el ahumado, y básicamente se hace en un horno de ahumado donde hay una rejilla y una bandeja ambas elevadas unos centímetros del piso, que es donde se hace el fuego con virutas de la selección de maderas aromáticas elegidas. A unos pocos centímetros del fuego se dispone el alimento a ahumar. El alimento, en este caso la carne del salmón debe pasar primero por una etapa de salazón ayudando a disminuir el agua que pese.

### **Ahumado en frío**

Esta forma de ahumar consiste en que el alimento en ningún momento sobrepasa la temperatura de 60 grados. El proceso de ahumado se alarga y el resultado es completamente distinto del anterior.

El sistema es un poco más complejo ya que es necesario que el fuego esté más alejado del alimento. Este procedimiento es más largo y se suele usar piezas más grandes que antes se filetean y se salan bien. Aquí el arte es conocer el tiempo del salado, el grosor de los filetes y el tiempo de exposición al humo.

La forma de conservar el alimento de esta manera es eficaz, ya que no necesita de mayores implementos para llevar a cabo su función, además cumple con todos los requisitos de la conservación de alimentos que al quedar desprovisto de agua es menos probable la proliferación de bacterias en el producto, sin embargo esta forma de comer salmón, no es muy apetecida para los exportadores ni para los importadores, ya que sus clientes finales prefieren el salmón fresco por la capacidad de diversificación de productos y comidas que se pueden crear con él, lo cual no lo hace una buena tipología de conservación en vista del beneficio y participación dentro del mercado de la industria salmonera.

## **3.2. Propuesta de maquinaria NutraDesign**

### **3.2.1 Propuesta conceptual**

Al aplicar la cobertura de caseína en estado líquido a la carne del salmón, se produce un envolvimiento total del producto, ya que la solución es capaz de cubrir la superficie total del producto incluyendo las porosidades que antes no se lograban alcanzar con protectores plásticos al vacío, aumentando así la durabilidad de la carne, la retención de olores y sabores propios del salmón y la conservación de un mejor color por mayor tiempo.

Por esta razón, nuestra propuesta de maquinaria aplicará un proceso continuo de inmersión en caseína que sellará por completo la superficie del salmón y de manera uniforme.

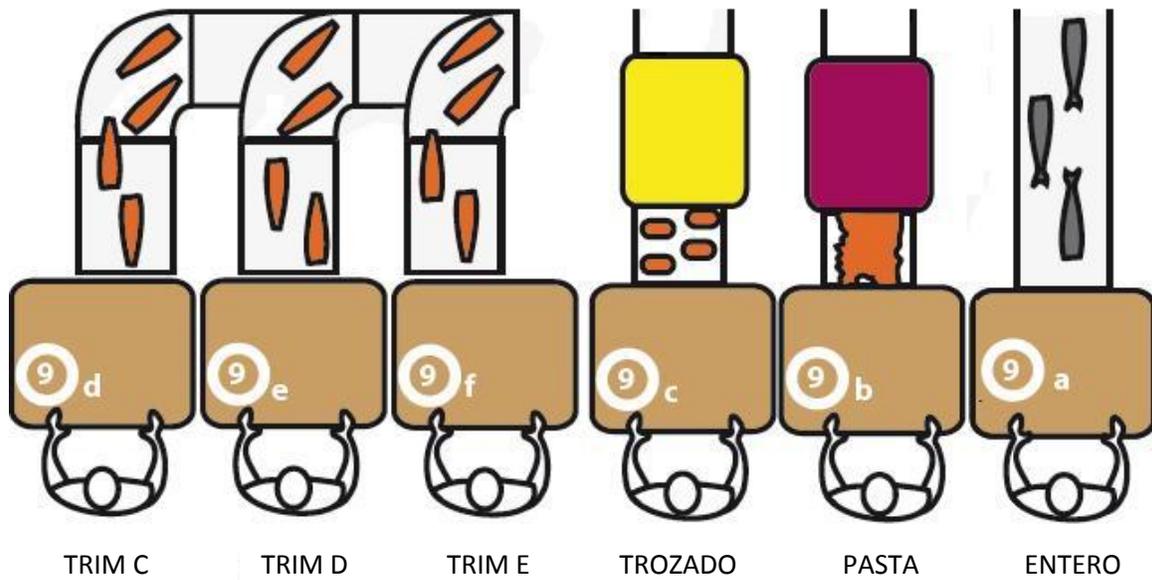
### **3.2.2. Propuesta formal**

Dado el patrón similar en la configuración de las plantas procesadoras de salmón, se toma como ejemplo la disposición y maquinaria que la empresa anteriormente mencionada

En el caso de la procesadora de salmón Yadrán, se analizaron las distintas modalidades de productos procesados por la empresa, los cuales van desde salmón entero con piel, hasta trozos y filetes de salmón sin piel y sin espinas. Se propone un terminal en el proceso de manipulación del salmón, antes de su empaquetado final.

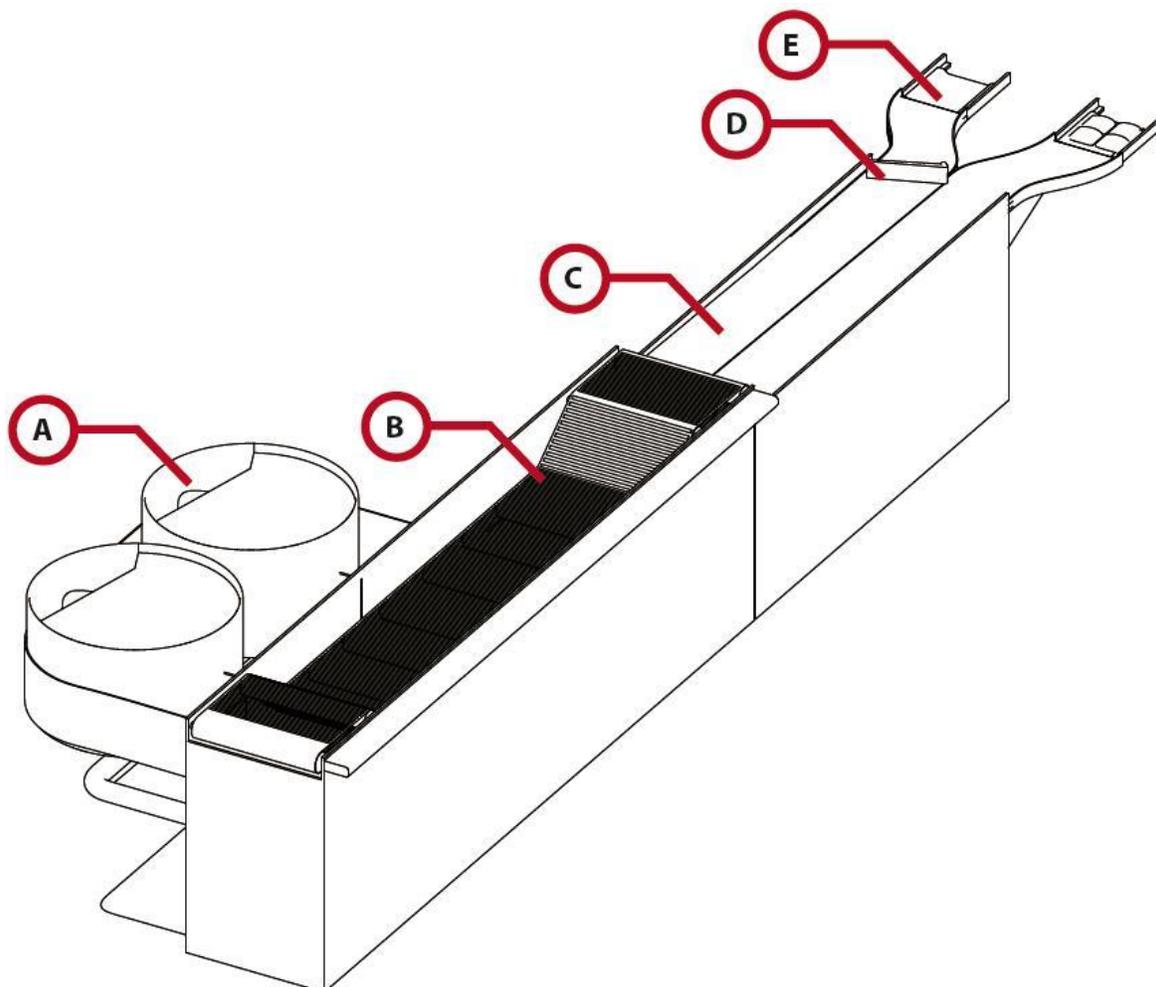
Esta estación para la aplicación de caseína se justifica en diversos estudios anteriormente nombrados, que dan cuenta de una mayor conservación de los productos cárneos al aplicarles capas de compuestos caseinosos.

El producto de caseína que se le aplicará a los diversos productos de la empresa corresponde a una capa microscópica que se adhiere a la superficie del salmón. El proceso de adherencia consiste en pasar el producto mediante la aplicación de los sistemas ya utilizados en las maquinarias de la empresa, una cinta transportadora, que canalice todo el proceso de aplicación del film comestible, por medio de sumergimiento en un piscina contenedora de la solución protectora, para luego pasar a un área de coagulado de la mezcla en donde se conducirá posteriormente al empaquetado final.



Para comprender mejor el proceso que sufrirá el salmón antes de su empaquetado, se describirán las partes y zonas que configuran la propuesta, y cuál es su función dentro del proceso.

### 3.2.2.1. Partes de la estación de trabajo



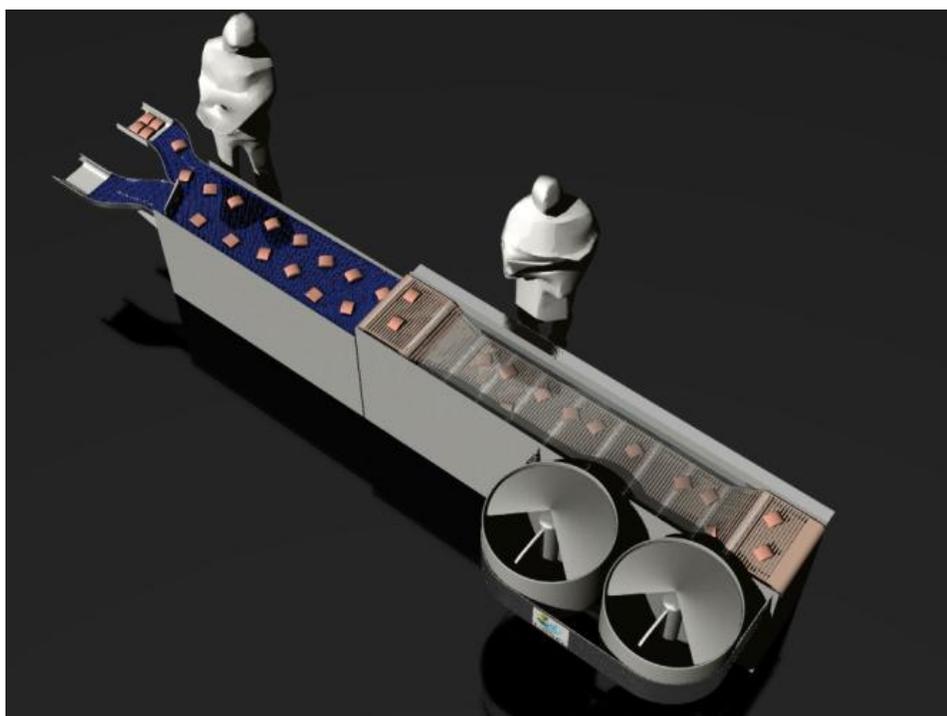
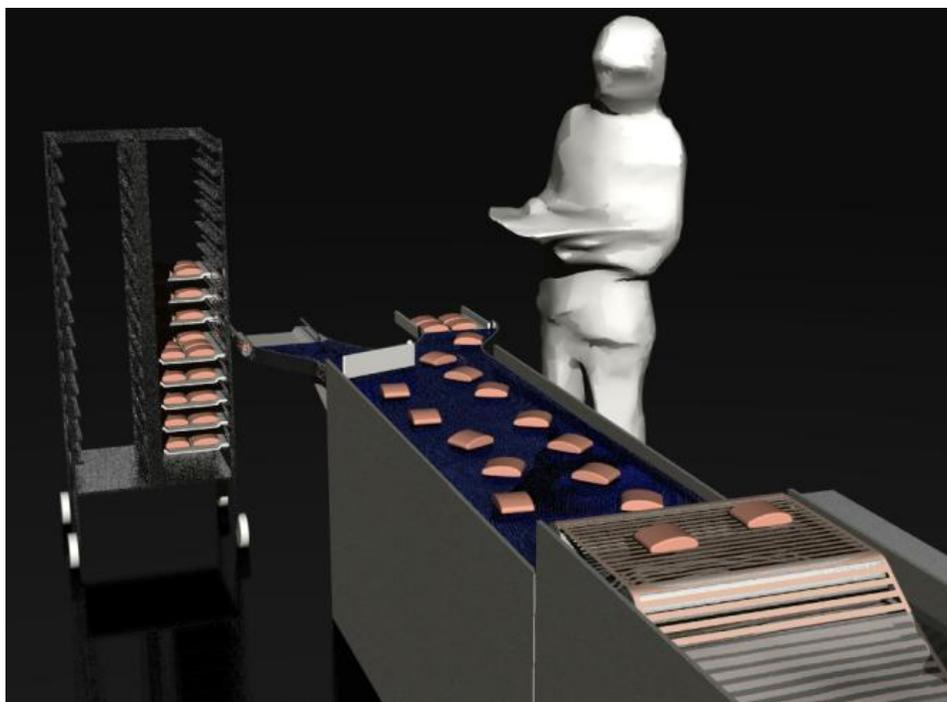
**a) Contenedores:** Área en donde se vierten y mezclan específicamente los componentes de la solución para el film comestible a base de caseína, dichos componentes son: caseína, glicerol y condimentos.

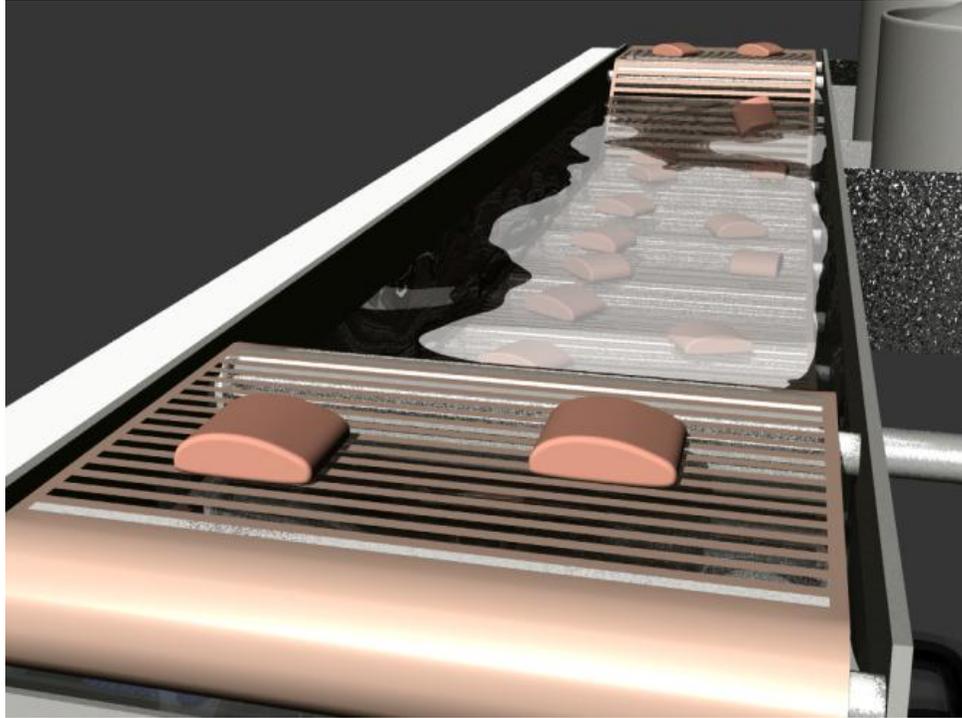
**b) Piscina:** es donde se vierte la mezcla hicrocoloide, por la que recorre una banda que lleva los distintos cortes de salmón con el fin de sumergirlos en la solución, quedando completamente cubiertos.

**c) Banda vibradora:** Consiste en una banda que permite el escurrimiento de excedente del líquido en el salmón por medio de vibraciones que no dañan la integridad de la carne. Esta banda conduce al producto hacia las bandejas.

**d) Divisor:** Su función consiste en dirigir la carne de salmón hacia una de las dos salidas, con el fin de mantener una línea de producción continua evitando pausas en el proceso mientras se llenan las bandejas.

**e) Soporte:** En donde se ubican las bandejas para dejar reposar el salmón con la mezcla y lograr la coagulación de la mezcla.





### **3.3. Beneficios de la implementación de la Maquinaria aplicadora de Caseína**

Cabe destacar que dentro de las posibilidades de la aplicación de la caseína sobre los productos en bruto, es decir, productos que no poseen mayores procedimientos de los antes descritos, como fileteado, cortes, extracción de espinas, etc. se puede llegar a la confección, variedad y mayor valor agregado mediante la aplicación a la adición de condimentos a la mezcla, entrando en un mercado objetivo nuevo, que va más allá de los destinatarios que compran en grandes cantidades. Esto se logra mediante las capacidades mencionadas de la caseína como portador de pigmentos y sabores, por lo que puede ayudar a potenciar sabores específicos según sea el destinatario.

Otro alcance en la incursión de la caseína como film protector y alargador de la vida útil del salmón, corresponde a la aplicación e inserción en otras industrias alimentarias, como el área de las frutas y verduras, o alimentos ya procesados listos para el consumo.

### **3.4. Componentes para fórmula de caseína líquida**

Como ya se ha hablado anteriormente, las cubiertas confeccionadas con caseína se pueden reforzar con otros componentes para mejorar su estabilidad, propiedades protectoras y mecánicas. En nuestro caso se propone el uso del glicerol que aporta propiedades mecánicas a la mezcla, además del aumento de resistencia al agua. La solución nombrada es la solución base para la aplicación del film a los diferentes productos de la empresa salmonera. La derivación en otras formas de mezclas, tiene relación con la adición de diferentes condimentos. Esta visión es el principio de infinitas propuestas que caben dentro de la empresa salmonera como fuera de ella, en un principio se pueden confeccionar productos condimentados dirigidos a compradores directos en los supermercados, tomando en cuenta la diversidad de países a los cuales se exporta el salmón se puede crear una especie de representación de la preparación del salmón con especias chilenas, potenciando a grandes y pequeños empresarios.

Otro punto que podría atacarse desde la perspectiva de las cubiertas de caseína, va de la mano con el desarrollo de productos alimenticios con propiedades proteicas y / o vitamínicas, es decir, el recubrimiento de los salmones, carnes, frutas o verduras al natural o productos elaborados con cubiertas que conserven su calidad durante el tiempo y además agregándoles mejores propiedades alimenticias por la adición de distintos componentes, abre un mercado nuevo dirigido especialmente a niños y adultos con problemas alimenticios, optando por una alternativa distinta a las soluciones que hoy existen como las vitaminas o proteínas en polvo o pastillas.

#### 4. CONCLUSIÓN

Se ha comprobado en esta investigación aplicada que el diseño acompañado de un análisis riguroso de conocimientos procedentes desde otras disciplinas tan distantes como la ingeniería en alimentos por ejemplo, puede llegar a obtener resultados potencialmente provechosos para el sector productivo del país.

Se ha visto en todas las investigaciones a las que se recurrió para realizar este seminario la falta de aplicabilidad a la que llegaban investigaciones de alto potencial. Es por esta razón que el diseño industrial se alza como un factor de innovación potente ya que cuenta con la perspectiva necesaria para generar vínculos entre diversas disciplinas y sectores productivos, y con la capacidad necesaria para materializar conocimiento teóricos en know-how que ayuden al desarrollo industrial del país.

Materias primas como la caseína tienen un alto valor si se encuentra la aplicación más idónea en el mercado. Recursos inexplorados así abundan en nuestro país, por lo que la labor del diseñador ya no sólo queda relegada a la forma sino que se abre un amplio campo de acción para la innovación.

Ha quedado demostrado que se pueden generar procesos productivos más eficientes con tecnologías genéricas, en este caso la producción de caseína, por lo que esperamos que en el futuro se invierta en investigaciones de este tipo que generen desarrollo y realcen a los diseñadores industriales como verdaderos agentes de cambio.

## Anexo de imágenes

### PRODUCCIÓN DE CASEÍNA EN POLVO Y DE FILM DE CASEÍNA

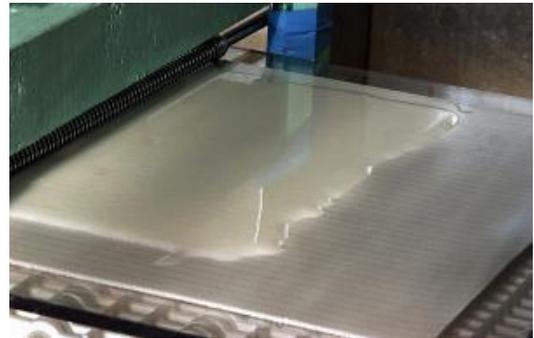
#### Separación de la caseína del suero del queso



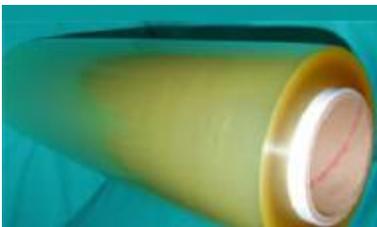
Caseína deshidratada



Caseína en estado de Hidrocoloide siendo transformada en film



#### Film de caseína



## BIBLIOGRAFÍA

1. FEDELECHE, *jueves, 12 de noviembre de 2009*  
[http://www.fedeleche.cl/pub/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1567&Itemid=1](http://www.fedeleche.cl/pub/index.php?option=com_content&task=view&id=1567&Itemid=1)
2. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods, Catherine Nettles Cutter. *Meat Science* Volume 74, Issue 1, September 2006, Pages 131-142
3. Edible Coatings on Frozen King Salmon: Effect of Whey Protein Isolate and Acetylated Monoglycerides on Moisture Loss and Lipid Oxidation YVONNE M. STUCHELL<sup>1</sup> JOHN M. KROCHTA.
4. Edible coatings and films to improve food quality. John M. Krochta, Elizabeth A. Baldwin, Myrna O. Nisperos-Carriedo
5. Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. A. Gennadios, M. A. Hanna and L. B. Kurth. Industrial Agricultural Products Center, University of Nebraska, Lincoln, NE, 68583-0730, (U.S.A.)
6. Texture: A hydrocolloid texture collection. Martin Lersch. 2000
7. Edible coatings and films to improve food quality. John M. Krochta, Elizabeth A. Baldwin, Myrna O. Nisperos-Carriedo
8. ESPECIAL: En crisis, industria salmonera de Chile.  
[http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2009-06/18/content\\_894785.htm](http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2009-06/18/content_894785.htm)
9. Food Proteins: Properties and Characterization. Shuryo Nakai, H. Wayne Modler
10. Protein-based films and coatings. Aristippos Gennadios.
11. Functional Properties of Edible Films Using Whey Protein Concentrate. R. BANERJEE and H. CHEN. Northeast Dairy Foods Research Center. Department of Animal and Food Sciences. The University of Vermont.
12. Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review. Jean-Luc AUDIC, Bernard CHAUFER, Georges DAUFIN. 2003
13. La proteína concentrada del suero de leche: Una super estrella en la nutrición. Amanda Archibald.