

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE WPC 80 COMO EMULSIONANTE EN LA ELABORACIÓN DE ADEREZOS

Barragan, Gonzalo Matías – LU 1014977

Ingeniería en Alimentos

Tutor:

Scaramal, Luis Omar, UADE

Colaborador:

Larsen, Martín, Arla Foods Ingredients S.A.

Septiembre 22, 2014



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecerle a mi familia por el apoyo incondicional en todas las etapas de este proyecto y de mi carrera. Sus consejos, guías y constantes reconocimientos fueron el motor que me impulsó a intentar superarme día a día en el sinuoso pero emocionante camino de mi carrera en la Universidad Argentina de la Empresa.

Además, le quiero agradecer a mi tutor del Proyecto Final de Ingeniería, Luis Scaramal, quien desde el principio demostró un alto nivel de interés y compromiso con el trabajo y me guió para poder lograr mi objetivo.

Es importante para mí demostrar mi eterna y más profunda gratitud hacia el Ing. Martín Larsen, de la empresa Arla Foods Ingredients S.A., quien no solo ha compartido muchos de sus conocimientos conmigo y facilitado los insumos y maquinaria para la completa realización del trabajo, sino que además me ha impulsado y guiado en momentos de duda y nervios surgidos durante el desarrollo del Proyecto.

También me gustaría agradecerle a Marcelo Portela, de la empresa Givaudan Argentina S.A., por facilitarme insumos requeridos para el desarrollo y presentación del producto final.

No me quiero olvidar de agradecerle al Lic. Sebastián Oddone, Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, por siempre brindar su apoyo, seguimiento y confianza durante toda la carrera, y contestar mis dudas de manera rápida, cordial y efectiva.

Por último, agradezco a todos los docentes y ayudantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Argentina de la Empresa por haberme brindado no solo los conocimientos necesarios a lo largo de la carrera, sino también una forma de pensar y ver el mundo necesaria para ser un gran profesional el día de mañana.

Resumen

APLICACIÓN DE WPC 80 COMO EMULSIONANTE EN LA ELABORACIÓN DE ADEREZOS

El objetivo general de este proyecto es el estudio del uso de concentrado de lactosuero en polvo como emulsionante en la elaboración de aderezos como reemplazante del huevo, a escala de planta piloto. Se plantean como objetivos específicos: imitar, y de ser posible mejorar, las características físico-químicas, nutricionales y organolépticas de los aderezos que utilizan huevo en su formulación, reducir el costo del producto final y sentar las bases para un futuro diseño de una planta industrial elaboradora de aderezos emulsionados.

El suero lácteo, también llamado suero de queso o lactosuero, es la fase acuosa obtenida luego del lirado y prensado del cuajo que se forma durante la elaboración del queso. Constituye un 80-90% del volumen total de leche que ingresa al proceso y contiene alrededor del 50% de los nutrientes presentes en la leche original, principalmente proteínas solubles, lactosa, vitaminas y minerales.

El concentrado de lactosuero en polvo se obtiene en dos grandes etapas, la etapa de concentración del suero y la etapa de secado. La etapa de concentración involucra llevar la concentración de proteínas al valor requerido, el cual es definido previo a comenzar el proceso. El suero es sometido a procesos de tecnología de membranas, en donde el producto que ingresa pasa por etapas ultrafiltración hasta que se obtiene la concentración deseada de proteínas. Este líquido concentrado es enviado a cámaras de secado Spray, obteniéndose así el producto en polvo.

En este informe se detalla lo realizado durante este proyecto, desde las proporciones requeridas del concentrado de proteínas de suero en polvo para reemplazar el huevo, sus beneficios nutricionales, tecnológicos y ambientales, siguiendo por las pruebas a escala de planta piloto realizadas, pruebas de estabilidad de emulsión y finalmente mostrando la reacción de los consumidores en paneles sensoriales y desarrollo de la evaluación de costos de fabricación.

Se concluye que el concentrado de proteínas de suero en polvo es un gran reemplazo para el huevo en aderezos por varias razones. Primero, las proteínas de suero tienen un alto poder emulsionante, manteniendo la emulsión de los aderezos estable durante varios meses, incluso a temperatura ambiente. Además, tienen una gran resistencia a los tratamientos térmicos, lo que permite llevar esta fase de la operación al final, reduciendo el número de Puntos Críticos de Control. También contienen aminoácidos esenciales para la alimentación humana, casi no contienen colesterol y, al estar en forma de polvo, permiten su almacenamiento a temperatura ambiente. Por último, su utilización permite reducir la cantidad de desechos de las plantas elaboradoras de queso, bajando considerablemente su nivel de impacto en el ambiente.

Abstract

APPLICATION OF WPC 80 AS EMULSIFIER IN THE MANUFACTURE OF DRESSINGS

The main objective of this project is the study of whey protein concentrate as emulsifier in the preparation of dressings as a replacement of egg, in a pilot plant scale. The specific objectives are: imitating, and enhancing if possible, the physicochemical, nutritional and organoleptic characteristics of dressings that use egg in their formulation, reducing the cost of the final product and laying the groundwork for a future design of an industrial dressing manufacturing plant.

Whey is the aqueous phase obtained after cutting and pressing the curd formed during the production of cheese. It constitutes about 80-90% of the total milk volume entering the process and contains about 50% of the nutrients from the original milk, mainly soluble proteins, lactose, vitamins and minerals.

Whey powder concentrate is obtained in two stages, whey concentration and drying stage. Whey concentration involves obtaining a determined protein concentration in the product, defined previous to the beginning of the process. Whey undergoes a membrane process, where the product that enters goes through a stage of ultrafiltration until the desired protein concentration is obtained. The concentrated liquid is sent into a Spray drier, finally obtaining a product in the form of powder.

This report shows in detail everything that has been done throughout the project, from the required proportion of whey protein concentrate for egg replacement, its nutritional, technological and environmental benefits, to pilot plant scale trials, emulsion stability tests and finally showing the consumers' response to the product in sensory panels.

As a conclusion of this work, it is found that whey protein concentrate is a very good replacement for egg in dressings for several reasons. To begin with, whey proteins have a high emulsifying power, keeping emulsions stable for several months even at room temperature. Besides, these proteins have a high resistance to thermal treatments, allowing to move the pasteurization phase to the end of the process, thus reducing the number of Critical

Control. What is more, they contain essential amino acids for human consumption, are nearly cholesterol free and, being in the form of powder, allowing the storage of the whey protein concentrate at room temperature in a regular deposit. Finally, the fact that this product is not discarded reduces the amount of waste disposal from cheese manufacturing plants, resulting in a remarkable drop of impact to the environment.

Contenidos

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
CONTENIDOS	7
INTRODUCCIÓN	9
1. ANTECEDENTES	11
2. SUERO DE LECHE	21
2.1 HISTORIA.....	21
2.2 OBTENCIÓN	23
2.3 COMPOSICIÓN.....	26
2.4 TRATAMIENTO.....	30
2.4.1 <i>Concentración por evaporación</i>	30
2.4.2 <i>Concentración por tratamiento de membranas</i>	30
2.4.3 <i>Secado</i>	32
2.5 PRODUCTOS.....	35
2.6 FUNCIONALIDAD	37
2.7 APLICACIONES.....	39
2.7.1 <i>Lácteos</i>	40
2.7.2 <i>Confitería</i>	41
2.7.3 <i>Panadería</i>	43
2.7.4 <i>Cárnicos</i>	44
2.7.5 <i>Fórmulas infantiles</i>	46
2.7.6 <i>Alimentos dietéticos</i>	47
2.7.7 <i>Productos farmacéuticos</i>	49
2.7.8 <i>Nutracéuticos</i>	49
3. TEORÍA DE EMULSIONES	52
3.1 FORMACIÓN DE EMULSIONES Y MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD EMULSIONANTE DE LAS PROTEÍNAS.....	53
3.2 EMULSIONES EN ADEREZOS	54
3.2.1 <i>Microestructura</i>	54
3.2.2 <i>Reología</i>	57
3.2.3 <i>Procesamiento de aderezos emulsionados</i>	61
3.2.4 <i>Diseño de proceso y selección de equipamiento</i>	63

4. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO	65
4.1 MÉTODO INDUSTRIAL DE ELABORACIÓN DE ADEREZOS	65
4.1.1 Fase de Aceite	67
4.1.2 Fase ácida	67
4.1.3 Fase de Pasta de almidón	68
4.1.4 Fase de Huevo	70
4.1.5 Proceso productivo actual de aderezos que utilizan proteínas lácteas	73
4.2 ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL	74
4.3 FORMULACIÓN	79
4.3.1 Fórmula original	80
4.3.2 Equipo utilizado y lay out	84
4.3.3 WPC utilizado	90
4.3.4 Cálculo de WPC 80 a utilizar	93
4.4 LEGISLACIÓN	95
5. PRUEBAS REALIZADAS	97
6. EVALUACIÓN SENSORIAL	121
7. EVALUACIÓN DE COSTOS	127
8. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES FINALES	134
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXO A	140

Introducción

El suero lácteo, también llamado suero de queso o lactosuero, es la fase acuosa obtenida luego del lirado y prensado del cuajo que se forma durante la elaboración del queso. Constituye un 80-90% del volumen total de leche que ingresa al proceso y contiene alrededor del 50% de los nutrientes presentes en la leche original, principalmente proteínas solubles, lactosa, vitaminas y minerales.

En sus inicios, el suero era utilizado como alimento para animales o desechado. Los únicos registros de utilización del lactosuero con fines benéficos para la alimentación y salud humana datan de la antigua Grecia, en donde se lo consumía como un desintoxicante natural.

En los últimos años, el suero lácteo dejó de considerarse únicamente un subproducto de descarte altamente contaminante, para comenzar a ser considerado la materia prima para alimentos de alto valor nutritivo, muy beneficiosos para la alimentación humana. Este cambio de posicionamiento del suero en la mente de los productores industriales de alimentos generó un considerable aumento del volumen de suero procesado mediante distintas tecnologías. Esto se debió a una serie de factores que permitieron su valorización, principalmente desde el punto de vista ambiental y del aprovechamiento de nutrientes claves para la alimentación que estaban siendo descartados.

Desde hace poco más de diez años se han desarrollado diversos productos que contienen en su formulación ingredientes derivados del procesamiento del suero lácteo en cualquiera de sus formas. A pesar de que hay algunos desarrollos de bebidas que utilizan el suero en estado líquido, el principal derivado del suero utilizado en formulaciones de alimentos es el concentrado de proteínas en polvo. Desde el punto de vista de las aplicaciones, la versatilidad del concentrado de proteínas en polvo permite su utilización no solo en el rubro de productos lácteos sino también en otros rubros como cárnicos, panificados y confitería, en donde se lo utiliza principalmente por su capacidad de formar geles proteicos estables. Sin embargo, en Argentina el desarrollo de productos que utilizan las proteínas de suero por su capacidad emulsionante es prácticamente nulo, por lo que en este proyecto se decidió incursionar en el estudio de la aplicación de concentrado de proteínas de suero en el desarrollo de aderezos emulsionados, analizando las características físico-químicas, nutricionales y

organolépticas del producto final, buscando un costo de fabricación bajo y sentando las bases para un futuro desarrollo de una planta industrial elaboradora de aderezos.

El presente informe está compuesto por las siguientes secciones:

Antecedentes: Productos que estuvieron o están en el mercado, y se encuentran relacionados con el desarrollo presentado en este informe.

Suero lácteo: Historia, obtención, composición, tratamientos, productos, características nutricionales, beneficios tecnológicos y aplicaciones.

Teoría de emulsiones: Breve reseña acerca de los mecanismos de formación de emulsiones y su aplicación en la industria de los aderezos.

Producto: Descripción de los pasos y pruebas realizadas hasta lograr la formulación final. Inconvenientes afrontados y solución planteada. Maquinaria, métodos e ingredientes utilizados.

Evaluación sensorial: Resultado de los paneles sensoriales, respuestas de los posibles consumidores.

Evaluación de costos: Desarrollo de los pasos necesarios para obtener el costo de fabricación del envase tipo *squeeze* de 350 gramos.

Conclusiones finales: Revisión de lo desarrollado a lo largo del trabajo y análisis del logro de los objetivos propuestos.

1. Antecedentes

El estudio del reemplazo del huevo en aderezos se remonta a algunos años atrás.

El precursor de los aderezos sin huevo en Argentina fue la empresa Unilever, con su desarrollo de reemplazo de huevo por lecitina de soja en el año 1998. Este aderezo, comercializado bajo la marca AdeS, utilizaba la lecitina de soja obtenida a partir de su operación de envasado aséptico de leche de soja. Debido a lo novedoso del producto y la marca que lo respaldaba, logró mantenerse en el mercado por algunos años a pesar de su precio por encima del resto de los aderezos. Se discontinuó su producción en el año (poner año) por su bajo volumen y consumo, además de los altos costos y dificultades tecnológicas que suponían la obtención de la lecitina para el aderezo. Además, el producto obtuvo la mala fama de utilizar soja transgénica, algo que en la ignorancia del consumidor lo llevó a dejar de consumirlo.

Como competencia al aderezo AdeS, desde la compañía Aceitera General Deheza (AGD) surgió el aderezo Sojola, el cual es similar al AdeS por la utilización de proteínas cuyo origen es la soja en su elaboración. Sojola actualmente se mantiene en el mercado, aunque su participación es muy pequeña.



Figura 1: Aderezo “Sojola”, en cuya composición se encuentran proteínas originarias de la soja.

En su afán de no perder mercado, Unilever relanzó un aderezo libre de colesterol, esta vez bajo la marca Hellmann's. La principal novedad era que no utilizaba yema de huevo en su composición, sino que la emulsión se producía únicamente con proteínas provenientes de la clara de huevo.



Figura 2: Primera versión de Hellmann's Libre Colesterol, cuyo componente emulsionante eran las proteínas de la clara de huevo.

Sin embargo, la investigación por el reemplazo del huevo en aderezos cambió su curso con la aparición y aumento de la fama de las proteínas de origen lácteo. Es así como Unilever además lanzó al mercado su aderezo Hellmann's Deleite, el cual era el primero en el mundo en incorporar leche en su formulación, sin presentar productos tanto provenientes del huevo como de la soja. Esto permitía obtener un producto de textura más cremosa, sabor más suave y menos invasivo al paladar.



Figura 3: Hellmann's Deleite. El primer aderezo comercializado en el país con proteínas de origen lácteo.

Finalmente, con la evolución de los procesos de obtención de suero en polvo aparecieron dos aderezos que contienen proteínas de origen lácteo en su formulación: El relanzamiento del aderezo Libre Colesterol de Hellmann's y una línea de aderezos de La Parmesana, en sus variedades Cesar y Ranch.



Figura 4: Hellmann's Libre Colesterol y aderezos La Parmesana, variedad Cesar y Ranch.

Estos aderezos son los que se encuentran actualmente en el mercado cuya formulación contiene proteínas obtenidas de la leche.

A primera vista estos aderezos pueden parecer semejantes, dada la generalidad con la que se declaran los componentes de origen lácteo en la declaración de ingredientes. Sin embargo, los compuestos que utilizan los distintos. Por un lado, el aderezo de Hellmann's utiliza lactosuero líquido reconstituido, mientras que La Parmesana utiliza un concentrado de proteínas lácteas denominado MPC (Milk Protein Concentrate). En la declaración de ingredientes de Hellmann's figura como "Suero de queso", mientras que en La Parmesana figura únicamente como "Proteínas lácteas".

Es sencillo confundirse en estos insumos, pero la principal diferencia radica en que el suero líquido, como ya se mencionó, proviene del producto de desperdicio en la elaboración de queso, mientras que el MPC es un producto derivado directamente de la leche.

Además, los aderezos de La Parmesana no utilizan las proteínas lácteas principalmente por su función emulsionante, sino que se incorporan a los ingredientes por la capacidad de formar geles y conferir textura al producto. Si se observa la declaración de ingredientes se ve que contiene huevo en polvo (ver Figuras 5 y 6).



Figura 5: La Parmesana Cesar en góndola, con sus ingredientes. Se puede observar que contiene no solo proteínas lácteas sino también huevo y que la emulsión se encuentra cortada.



Figura 6: La Parmesana Ranch en góndola, con sus ingredientes. Se puede observar que contiene no solo proteínas lácteas sino también huevo.

Inclusive con el huevo en polvo, y ayudado por la capacidad inherente de emulsionar de las proteínas lácteas, se pudo observar que en la mayoría de las unidades de aderezo variedad “Cesar” se había cortado la emulsión, con dos fases claramente definidas.

A su vez, el producto que se utiliza en este proyecto es WPC 80 (Whey Protein Concentrate), es decir, concentrado de proteínas de suero al 80%. Este producto es más similar al suero en polvo que al MPC, pero dista de ser suero en polvo no solo por los

tratamientos necesarios para su obtención sino principalmente por la tolerancia a los tratamientos térmicos y la proporción de proteínas, lactosa y demás componentes que contiene.

Como se desarrollará más adelante, el aderezo Hellmann's Libre de Colesterol posee un proceso tecnológico más complejo aún que el de la mayonesa con huevo. En este trabajo se buscará, entre otras cosas, lograr la fórmula de un aderezo que contenga WPC 80 en su formulación y que a su vez tenga un proceso productivo más sencillo para fomentar su elaboración a gran escala, evitando la utilización de suero líquido reconstituido y su almacenamiento en tanques refrigerados.

A continuación se desarrolla la fórmula del aderezo Hellmann's Libre de Colesterol, la cual será usada posteriormente para calcular la cantidad de WPC 80 a utilizar en el desarrollo del producto:

TABLA I: Formulación de Hellmann's Libre Colesterol.

Ingrediente	%
Aceite de girasol refinado	18
EDTA en polvo	0,008
Agua	39,062
Ácido sórbico	0,1
Sal	1,38
Jugo concentrado de limón	0,03

Aceite esencial de mostaza	0,23
Betacaroteno 0,33%	0,13
Sabor líquido huevo	0,03
Goma xántica	0,217
Cloruro de potasio	0,782
Suero de queso líquido reconstituido	22,861
Almidón modificado	5,5
Vinagre de alcohol	5,926
Ácido láctico	0,039
Azúcar	5,705

Como se puede observar en la fórmula, el producto más parecido al desarrollado en este proyecto corresponde a una formulación de las denominadas light en grasas, dado que solo contiene un 18% de aceite de girasol, mientras que los productos que desarrolló el autor corresponden a productos con alrededor de un 40% de aceite. Este valor se condice con el de las mayonesas denominadas “Regular” presentes en el mercado.

Desde el punto de vista del patentamiento del producto, lo más cercano existe desde el 2007 en Europa, en donde la patente WO2007096444 A1 protege un producto similar a la

mayonesa pero que utiliza *buttermilk* (suero de manteca) como emulsionante en su formulación. A continuación se cita:

Food product in the form of a mayonnaise-type sauce and preparation method thereof
WO 2007096444 A1

SUMMARY

The invention relates to a mayonnaise-type sauce, the composition of which includes only buttermilk by way of an emulsifier. The remaining components are those normally used in this type of product, such as vegetable oil, water, wine vinegar, sugar, salt, lemon juice, a preservative and, optionally, a colouring agent and a stabiliser. The preparation method is carried out in a rotary mixer and the aforementioned components are added in a predetermined order. The product thus obtained is stable for at least 16 months at ambient temperature or in cold storage at 4°C.

Producto alimenticio en forma de salsa tipo mayonesa y procedimiento de preparación
WO 2007096444 A1

RESUMEN

Salsa tipo mayonesa en cuya composición se incluye como emulsionante exclusivamente suero de mantequilla. Los restantes componentes son los habitualmente utilizados en este tipo de productos, como aceite vegetal, agua, vinagre de vino, azúcar, sal, zumo de limón, conservante y, opcionalmente, colorante y estabilizante. El procedimiento de preparación del producto se lleva a cabo en un equipo mezclador rotatorio, siguiendo un orden determinado de adición de dichos componentes. El producto obtenido es estable al menos 16 meses a temperatura ambiente o mantenido en frío a 4°C.

Fuente: <http://www.google.com/patents/WO2007096444A1?cl=es>

Además, la patente WO 2000030473 A1 del año 2000 menciona una mayonesa en cuya composición se incorpora aceite de oliva como fuente de ácidos grasos poliinsaturados y suero líquido como regulador de acidez y saborizante:

Mayonnaise comprising olive oil and whey
WO 2000030473 A1

RESUMEN

Mayonnaise comprising basic ingredients olive oil and whey used as substitutes for other edible oils or water solves a problem of making a light mayonnaise, however at the same time it improves the quality of mayonnaise and its nutritional value. Ingredient olive oil contains high values of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and therefore it makes a positive influence at human health. Ingredient whey contains all the essential and nonessential aminoacids and proteins and therefore it improves nutritional value of the product. Simultaneously whey acts as a regulator of taste and acidity of the mayonnaise.

Fuente: <https://www.google.com/patents/WO2000030473A1?cl=en&hl=es>

2. Suero de leche

2.1 Historia

A pesar de que las aplicaciones de derivados del suero tienen poco más de diez años, el suero de leche es tan rico en tradición como el queso mismo. Apenas hay otro producto natural que haya sido objeto de tantos elogios, y durante tanto tiempo. La producción de suero tiene una antigüedad de cinco mil años, aunque el conocimiento de las bondades del suero de leche data de hace más de dos mil años.

La producción de suero se remonta al año 3.000 A.C., tiempo en que los Beduinos transportaban la leche de sus animales dentro de bolsas a través del desierto. El calor del ambiente provocaba acidificación y coagulación de la leche, la cual se separaba en una capa de suero sobrenadante sobre una capa de sedimentos. Los reportes históricos afirman que los Beduinos ocasionalmente observaban un líquido amarillento, ácido pero dulce, separado de una fase sólida cuando transportaban la leche en sacos obtenidos a partir del secado de estómagos de animales.

Hipócrates, médico de la Antigua Grecia hacia el 400 A.C., ya recomendaba el suero de leche de cabra, de oveja y de vaca a sus pacientes, preparando brebajes que contenían suero, jugo de higos y vinagre. Quinientos años después, Galeno, el célebre médico del emperador Marco Aurelio, prescribía curas de suero de leche a sus pacientes, dado que funcionaba como un depurador y curaba las afecciones de la opulenta sociedad romana. En los antiguos centros de salud, el suero de leche se utilizaba para curar un gran número de enfermedades, siendo las más importantes los trastornos digestivos, hepáticos y renales, aunque también se utilizaba para tratar artritis y adiposidad. Desde entonces, la historia cultural del suero de leche ha sido variada y cautivadora.

Durante los siglos XVII y XVIII, el suero de leche volvió a cobrar la importancia que supo tener antaño debido al redescubrimiento de sus bondades y beneficios por parte de reconocidos médicos de la época. El célebre doctor Christoph Wilhelm Hufeland, responsable de la sanidad pública del reino de Prusia y médico personal del Rey menciona el suero como parte de la cura de distintas afecciones en varios tomos de su libro “Manual de la medicina práctica fundado en la experiencia de cincuenta años.”

» En la tos flogística puede emplearse con mucha confianza el suero solo ó unido con crémor tártaro. «

(Hufeland, 1832).

Aparte del ejemplo citado, se observa una gran cantidad de referencias al suero lácteo en cada uno de los tomos correspondientes a la colección. Hufeland no solo consideraba el suero como una fuente de salud, sino que además afirmaba que prolongaba la juventud.

A comienzos del siglo XIX, el lactosuero tuvo un auge de consumo en el sector de Europa central, más precisamente en Suiza, Alemania y Austria. Con la fundación de nuevos centros de salud dedicados al tratamiento de enfermedades con el uso de suero, se disparó el consumo de este producto en forma líquida, inclusive llegando a ser consumido por varios miembros de las monarquías de países vecinos.

En la actualidad, el suero líquido se ha dejado de consumir a gran escala debido a que se estropea fácilmente, adquiriendo gusto a queso.

2.2 Obtención

El suero de leche es un subproducto líquido obtenido a partir del tratamiento de la leche en la elaboración de queso.

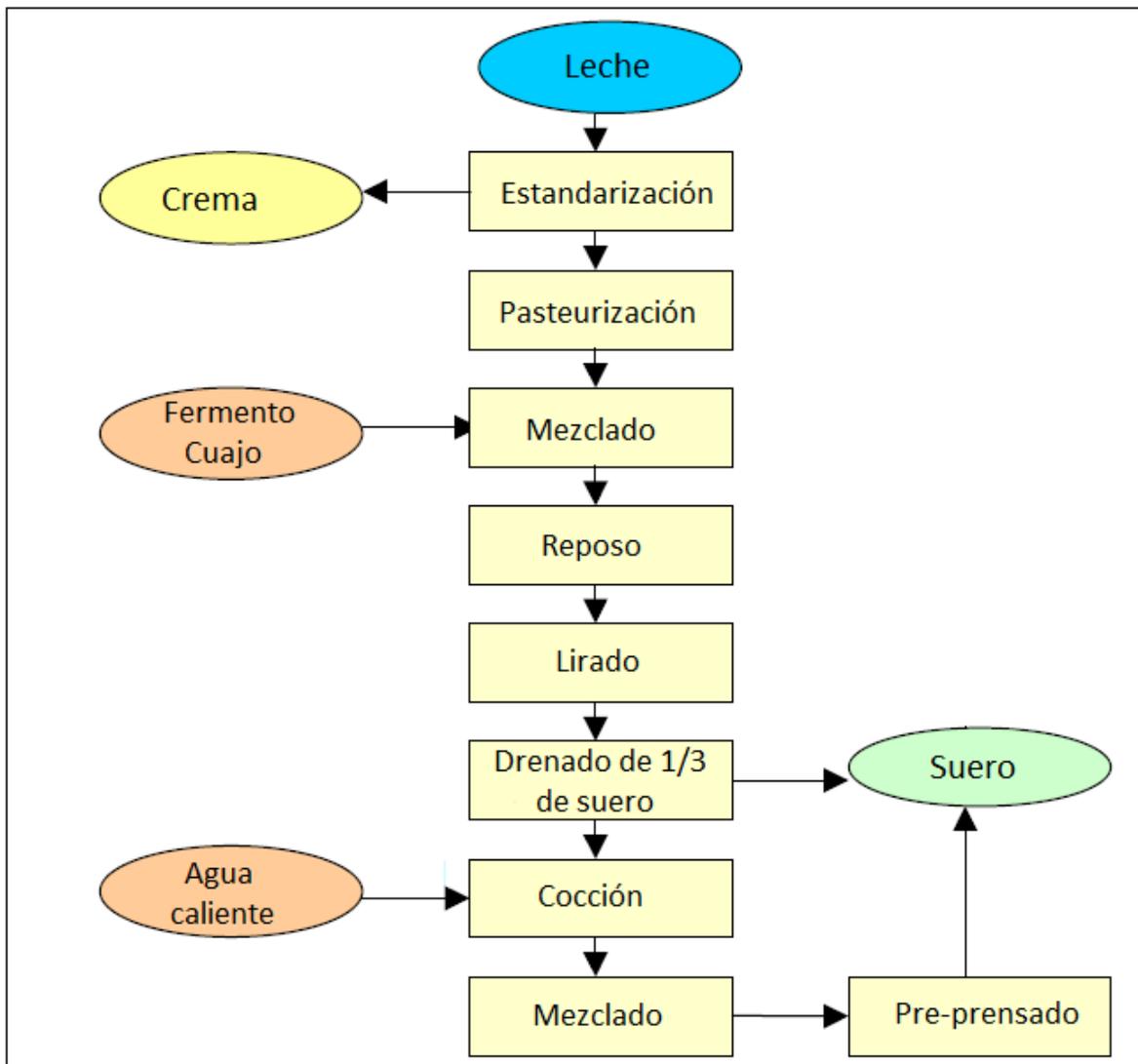


Figura 7: Diagrama de flujo de operaciones para la obtención de suero

La leche obtenida en los tambos y transportada por camiones refrigerados es recibida a granel por la planta elaboradora de queso, en donde se estandariza a un contenido de grasa de entre 2,5% y 3,5%, dependiendo del tipo de queso a producir. Luego de la operación de estandarización se realiza la pasteurización de la leche, realizándose un tratamiento térmico

que generalmente es de 72°C por 15 segundos y que tiene la finalidad de inactivar las bacterias contaminantes propias de la leche.

Posteriormente, la leche es enfriada a una temperatura de 30°C e inoculada con un cultivo starter, generalmente bacterias ácido lácticas, para bajar el pH de la misma y conferirle un flavor determinado al producto final, y adicionada con cuajo. El cuajo es una mezcla de las enzimas quimosina y pepsina, el cual induce la coagulación de la caseína, formando una red que rodea los glóbulos de grasa propios de la leche. Esta coagulación se logra en dos fases, primero mediante la hidrólisis de la k-caseína, seguido por una fase de agregación y sinéresis, en donde las moléculas de caseína se aglomeran rodeando los glóbulos de grasa.

Una vez que se introduce el cuajo, se lo deja actuar por 30 minutos a 30°C. En este tiempo se logra que entre un 70% y un 90% de la k-caseína se encuentre hidrolizada. La reacción de coagulación y agregación son controladas por diversos factores:

- Tipo y dosis de coagulante
- Temperatura y pH logrado por la inoculación
- Contenido de k-caseína en la leche
- Concentración de calcio y sodio, necesarios para la fase de agregación
- Variación de caseínas por genética del animal ó alimentación
- Calidad de la leche
- Etapa de lactación

Luego del tiempo necesario para lograr la coagulación y agregación de las micelas de caseína, se procede a la etapa de corte ó lirado. En esta etapa, la cuajada es cortada en cubos mediante unos cuchillos ó liras móviles. Esto provoca que precipiten los trozos de cuajada, separándose del suero, el cual queda como líquido sobrenadante.

Aproximadamente un tercio del suero es drenado y removido, reemplazado por la misma cantidad de agua a aproximadamente 40°C. Este proceso se conoce como cocción ó escaldado, y se realiza para comprimir las partículas de cuajada obligándolas a expulsar cualquier remanente de suero que hubiese quedado atrapado. El resto del suero se separa en la etapa de pre-prensado, en donde la cuajada es presionada y separada de lo que quedaba de

suero. La presión ejercida sobre la mezcla de suero y cuajada hace que el suero escape por las perforaciones de una sección de la máquina.

El suero expulsado es recolectado en tanques. Generalmente contiene 0,2 - 0,5% de grasa de la leche y pequeños fragmentos de cuajada, los cuales deben ser removidos mediante una etapa de centrifugación. El suero descremado resultante puede sufrir diversas rutas de tratamiento las cuales serán discutidas más adelante.

2.3 Composición

El suero es un líquido muy nutritivo, el cual contiene principalmente proteínas de suero, lactosa, vitaminas y minerales, aunque también contiene enzimas y factores de crecimiento.

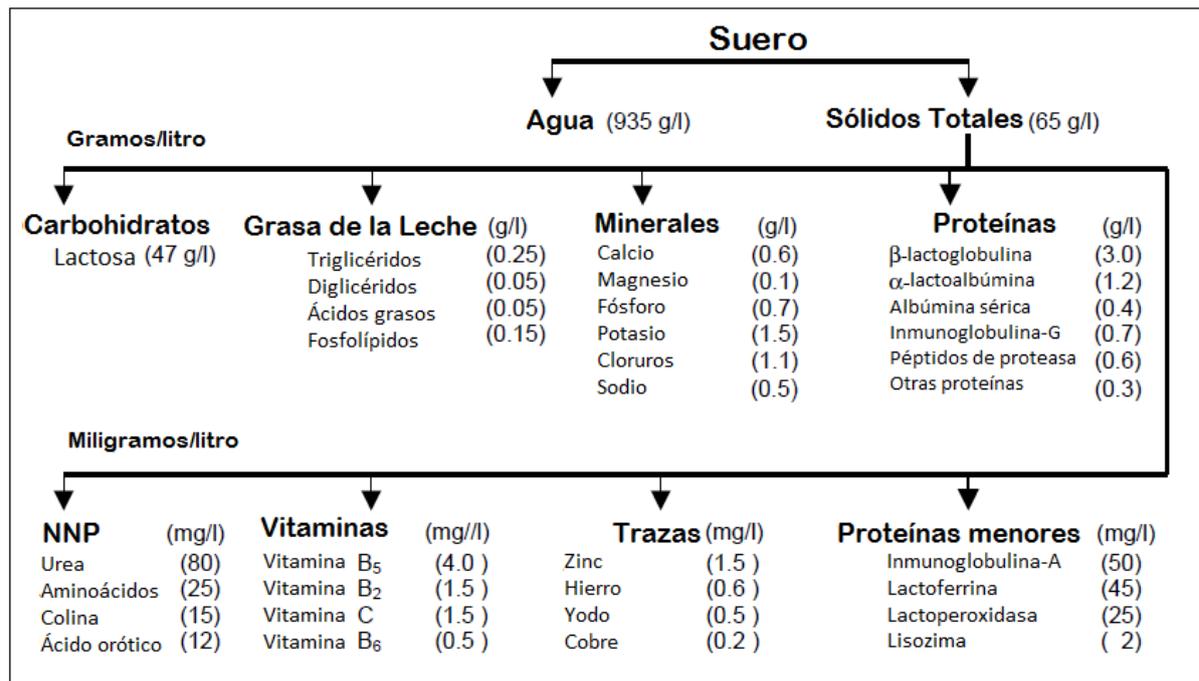


Figura 8: Diagrama de nutrientes del suero lácteo

La figura 8 ilustra los nutrientes presentes en el suero. Estos valores son aproximados, debido a que la composición depende ampliamente de la leche de origen, pudiendo estos valores variar dependiendo de de la raza del animal, su alimentación y etapa de lactación.

A continuación se detallarán los principales nutrientes:

Lactosa: Es un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y una molécula de galactosa. Es una importante fuente de energía en la dieta, además de mejorar la absorción de calcio a nivel del intestino. Para poder utilizar la lactosa como fuente de energía es necesario contar con la enzima lactasa, la cual se encarga de romper la unión entre los dos monosacáridos.

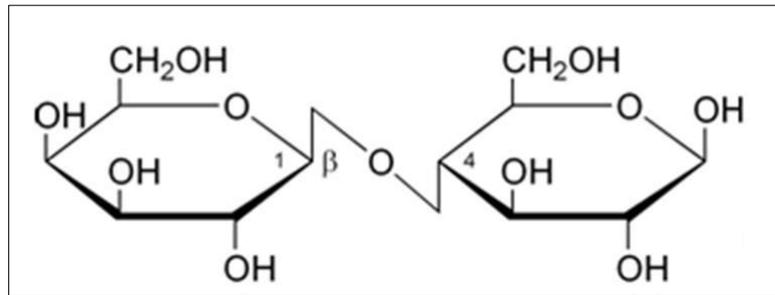


Figura 9: Estructura de la lactosa

Proteínas: Las proteínas de suero nativas, es decir con la forma y estructura con la que son sintetizadas por la vaca, reflejan una variada funcionalidad en soluciones acuosas, aunque la misma se ve modificada durante el procesamiento del producto, obteniendo nuevas funcionalidades. Esto depende no solamente de las propiedades intrínsecas de la proteína sino también de algunos factores externos.

Las propiedades intrínsecas como la composición y secuencia de aminoácidos, la conformación, el tamaño de molécula, la flexibilidad, la hidrofobicidad determinan el plegamiento de las cadenas y la forma final de la proteína.

β -lactoglobulina: Es la proteína más abundante en el lactosuero bovino, representando aproximadamente la mitad de las proteínas presentes en el mismo. Está formada por una cadena de 162 aminoácidos, siendo su estructura terciaria globular y mantenida por dos puentes disulfuro, en una conformación que mantiene a los aminoácidos hidrofóbicos en el interior y los residuos polares en el exterior. Esta proteína es capaz de interactuar con distintas moléculas hidrofóbicas, especialmente el retinol y los ácidos grasos, lo cual hace que tenga buenas propiedades emulsionantes. Es la más hidrofóbica de las proteínas comunes del suero.

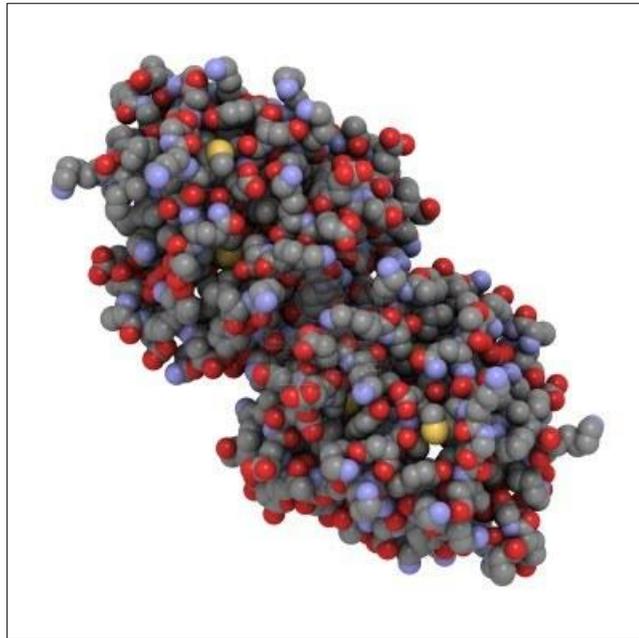


Figura 10: Estructura de la β -lactoglobulina

α -lactoalbúmina: Es una proteína que se encuentra en la leche de casi todas las especies. Su misión biológica es la síntesis de la lactosa, siendo esta función disparada por los procesos hormonales que inducen la lactación. Es una proteína formada por una sola cadena de 123 aminoácidos, teniendo una estructura terciaria muy compacta y globular mantenida por cuatro puentes disulfuro. Además, posee un ión Ca^{2+} unido, imprescindible para el mantenimiento de su estructura y de su actividad. Desde el punto de vista nutricional, esta proteína es importante dada la abundancia de triptófano, un aminoácido esencial que representa un 6% en peso de la molécula.

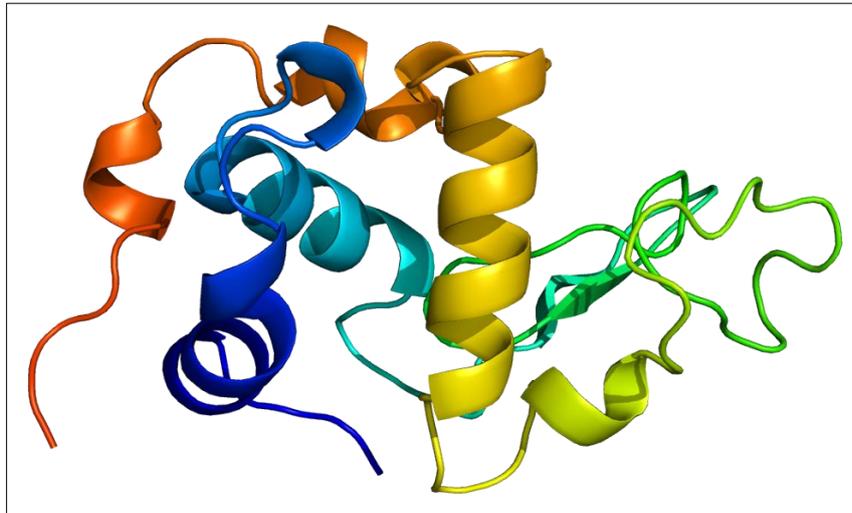


Figura 11: Estructura de la α -lactoalbúmina

Minerales: Los minerales presentes en el suero son aquellos que se encargan de regular el flujo de agua corporal mediante ósmosis. Se puede observar que en su composición, el suero presenta una baja relación sodio/potasio, lo cual es importante para prevenir la hipertensión. El calcio y el fosfato, por su parte, actúan colaborando en el crecimiento tanto óseo como dental. El calcio presente en el suero es fácilmente absorbido en el tracto digestivo, favorecido por la presencia de lactosa y de fosfatos, estos últimos reduciendo el nivel de calcio eliminado en la orina.

2.4 Tratamiento

El suero es concentrado y secado por varias razones, como por ejemplo reducir el costo de transporte y almacenamiento, o para inducir la cristalización de la lactosa. A continuación se explican las operaciones necesarias para obtener tanto suero en polvo como concentrados de proteína de suero en polvo, aunque a fines prácticos de este proyecto sólo es éste último el que tiene relevancia.

2.4.1 Concentración por evaporación

Este tratamiento requiere una gran cantidad de energía, ya que se debe hervir el producto para llevarlo de una concentración de 6,5% de sólidos a una concentración del 50-60%. Esta energía se encuentra en la forma de vapor de agua a presión reducida. Para reducir la cantidad de vapor necesaria para realizar la operación, el evaporador de suero se diseña como un evaporador de múltiple efecto.

Dos o más unidades operan progresivamente a menores presiones, induciendo un descenso progresivo de la temperatura de ebullición. El vapor de agua desprendido del primer efecto generalmente se utiliza para elevar la temperatura del suero a medida que pasa al siguiente efecto, y así sucesivamente.

2.4.2 Concentración por tratamiento de membranas

Otra forma de concentrar el suero es a través de mecanismos de filtración por membranas. La ventaja que tiene esta operación por sobre la concentración en evaporadores subyace en el hecho de que el suero no recibe ningún tratamiento térmico, reduciendo el nivel de estrés y desnaturalización de las proteínas. Sin embargo, debido a que este método de concentración es más caro, el mismo no se utiliza para obtener suero concentrado sino que se profundiza en la obtención de proteínas de suero concentradas, comúnmente denominadas WPC (Whey Protein Concentrate).

Esta operación utiliza principalmente ultrafiltración, basando la separación de los compuestos en sus diversos tamaños de molécula. La separación se lleva a cabo a través de membranas semipermeables, utilizando un gradiente de presión hidrostática como fuerza

Operación continua	50°C
Velocidad del flujo	>1,5 m/s
Flux	20-60 l/m h
Materia seca en concentrado	Hasta 22%
Pre-tratamiento del suero	Pasteurización, descremado (cont. grasa < 0,05%)

El límite práctico para la concentración de proteínas de suero es de aproximadamente 20 veces. Un mayor grado de fraccionamiento deriva en un retentado de muy alta viscosidad y difícil manipulación. La composición de los concentrados de proteína de suero depende tanto de las propiedades de la membrana como de la duración del proceso de filtrado. Mediante ultrafiltración es posible producir diversos tipos de WPC, con contenidos de proteína que varían entre 25-80% del total de sólidos.

2.4.3 Secado

La operación de secado puede ser vista como una continuación de la operación de concentrado, con la intención de producir un producto estable, de baja humedad y con buenos atributos desde el punto de vista funcional y nutricional. El secado tanto del suero concentrado como del concentrado de proteínas se realiza de la misma manera que el secado de la leche, es decir a través de una operación de secado en rodillos o secado Spray.

El secado por rodillos consiste en la utilización de dos rodillos metálicos, calentados internamente mediante el uso de vapor a una temperatura de superficie de aproximadamente 100°C. Estos rodillos giran en direcciones opuestas, secando el concentrado alimentado y entregando un producto en polvo. A pesar de ser el método más barato de secado, no de los principales problemas que reviste el secado en rodillos es que resulta difícil rascar el suero secado que queda adherido a la superficie de los rodillos, por lo que es necesario adicionar salvado de trigo o centeno para facilitar su desprendimiento. Además, esta operación puede causar daños no deseados por las altas temperaturas, anulando las características funcionales de las proteínas del suero.

Actualmente, el secado Spray es la operación de secado de suero y concentrado de proteínas más utilizada en la industria. Previo a ingresar a la cámara de secado, tanto el suero concentrado como el concentrado de proteínas son sometidos a un leve tratamiento térmico, el cual tiene la finalidad de formar pequeños cristales de lactosa, confiriéndole al producto final la característica de no ser higroscópico, es decir que se evita que el polvo obtenido forme grumos por absorción de humedad.

El secador Spray más utilizado en este tipo de secados es el de tres etapas. Este secador está formado por una cámara de secado, un lecho fluidificado interno y uno externo. La ventaja de este tipo de aparatos es que son muy eficientes energéticamente hablando y ocupan poco espacio.

El concentrado, conteniendo cristales de lactosa, ingresa a la cámara a través de un atomizador, el cual produce gotas que varían en tamaño. Dentro de la cámara, las gotas sufren la extracción de su contenido de humedad mediante el bombeo de aire caliente. El aire que ingresa a la cámara de secado se encuentra a una temperatura de 150-250°C, y remueve el agua de las gotas de concentrado durante el secado. Sin embargo, la temperatura de las partículas nunca sobrepasa los 65-75°C.

Las partículas se secan dentro de la cámara hasta un contenido de humedad de alrededor del 6%. El aire de secado que escapa de la cámara arrastra consigo partículas muy pequeñas de producto, las cuales son recogidas en un ciclón y devueltas a la cámara de secado en donde participan en un proceso de aglomeración. Las partículas ya secas son transportadas a través de un lecho fluidificado dentro de la cámara de secado hacia un lecho fluidificado en el exterior de la misma. Este lecho externo está formado por una cubierta perforada en su parte inferior, en donde ingresa aire a aproximadamente 100°C, reduciendo aún más el contenido de un humedad, hasta un 3-4% final. Luego se inyecta aire frío para bajar la temperatura del producto final, y se lo envasa en bolsas impermeables al aire (ver Figura 13).

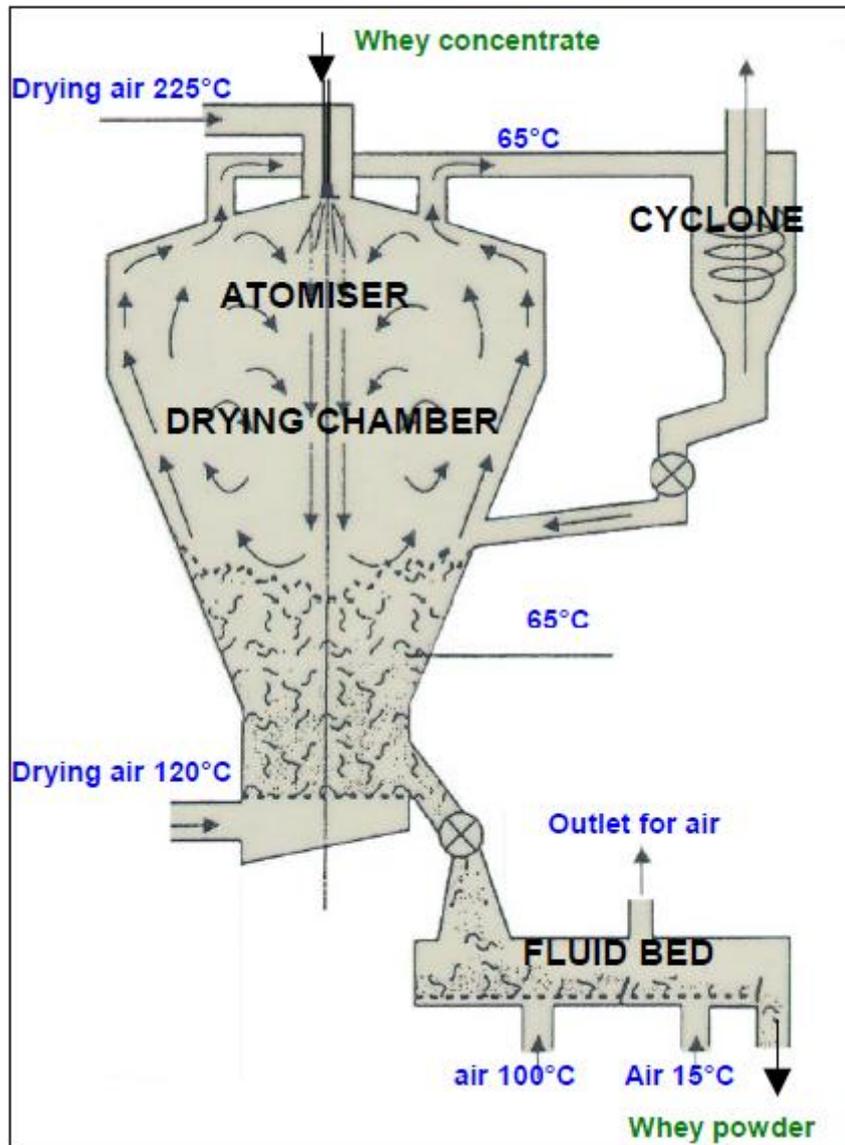


Figura 13: Diagrama de secador Spray de concentrado de proteínas de suero (De Wit).

2.5 Productos

Los concentrados de proteínas de suero producidos industrialmente se pueden clasificar según su contenido de proteína en:

WPC de Baja Proteína: 25-45%

WPC de Media Proteína: 45-60%

WPC de Alta Proteína: 60-80%

WPI (Whey Protein Isolate): 90-95%

Cada tipo de concentrado de proteínas tiene características funcionales, nutricionales y composicionales definidas.

TABLA II: Composición aproximada de polvos de permeado y distintas categorías de WPC's.

Componente (%)	Permeado	WPC 35	WPC 60	WPC 80
Proteína Total	3,3	36,2	63,0	81,0
Proteína Real	0	29,7	59,4	75,0
NNP	3,3	6,5	3,6	6,0
Lactosa	81,3	46,5	21,1	3,5
Minerales (ceniza)	8,2	7,8	3,9	3,1
Lípidos	0	2,1	5,6	7,2

Ácido láctico	3,2	2,8	2,2	1,2
Humedad	4,0	4,6	4,2	4,0

Fuente: Dr. J. N. de Wit, 2001

La composición de algunos tipos de WPC se puede observar de manera gráfica en la siguiente figura:

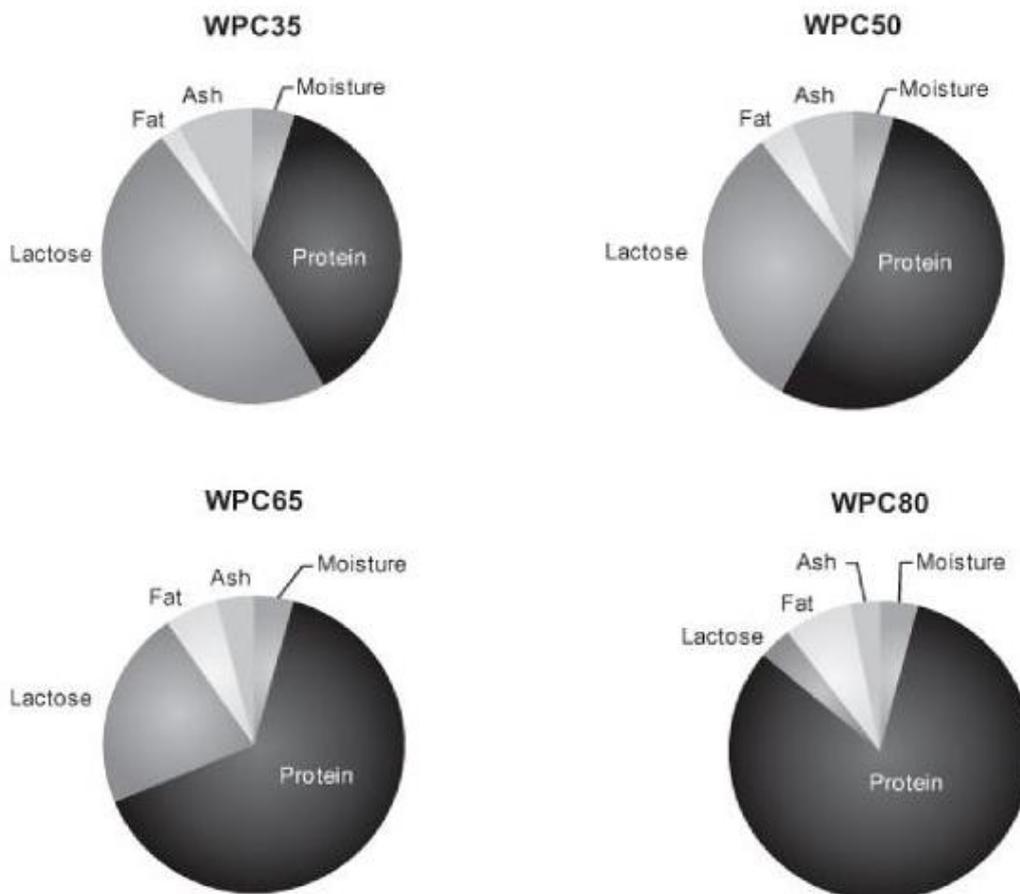


Figura 14: Composición de WPC35, WPC50, WPC65 y WPC80 expresadas en gráficos de torta.

2.6 Funcionalidad

Las propiedades funcionales como la solubilidad, capacidad de formar espuma, capacidad emulsionante y gelificante de las proteínas de suero informan acerca del proceso productivo de obtención y de la composición de los diversos WPC. Estas propiedades, sin embargo, son determinadas en soluciones acuosas y no siempre se relacionan con la funcionalidad que se obtiene aplicando estos productos en diversos alimentos. La funcionalidad refleja la manera en que las proteínas de suero interactúan con los distintos compuestos presentes en los alimentos, como las grasas, azúcares, sales e inclusive otras proteínas. Estas interacciones se encuentran gobernadas por los efectos del procesamiento de los alimentos, como la homogeneización, calentamiento, congelado e inclusive las condiciones de almacenamiento del producto final. Es por esto que cada aplicación requiere atributos funcionales específicos para obtener la performance deseada, y la gran mayoría se obtiene mediante prueba y error, realizando una gran cantidad de ensayos. Esto se debe a que pequeñas variaciones en la composición de cada ensayo producen resultados de alta variabilidad.

TABLA III: Propiedades funcionales típicas en sistemas alimenticios.

Propiedad funcional	Modo de acción	Sistema alimenticio
Solubilidad	Disolución/Dispersión	Bebidas proteicas
Absorción de agua	Ligazón con agua	Cárnicos/Panificados
Viscosidad	Espesamiento	Sopas/Salsas
Gelificación	Formación de estructura	Cárnicos/Pescados
Emulsificante	Estabilización de emulsiones	Aderezos

Formación de espuma	Aireación por batido	Cremas batidas/Helados
---------------------	----------------------	------------------------

La mayoría de las propiedades funcionales presentadas en la Tabla III son relevantes para diversos tipos de alimentos, generalmente combinando dos o más para obtener las características deseadas.

2.7 Aplicaciones

En un principio, el suero remanente de las plantas elaboradoras de queso era utilizado para alimentación animal. Conforme avanzó la tecnología, mediante la aparición de técnicas de fraccionamiento y aislación de componentes del suero, se incrementaron exponencialmente las potenciales aplicaciones en diversos tipos de alimentos, tanto desde el punto de vista nutricional como desde el punto de vista de la funcionalidad, tal como se muestra en la Figura 15.

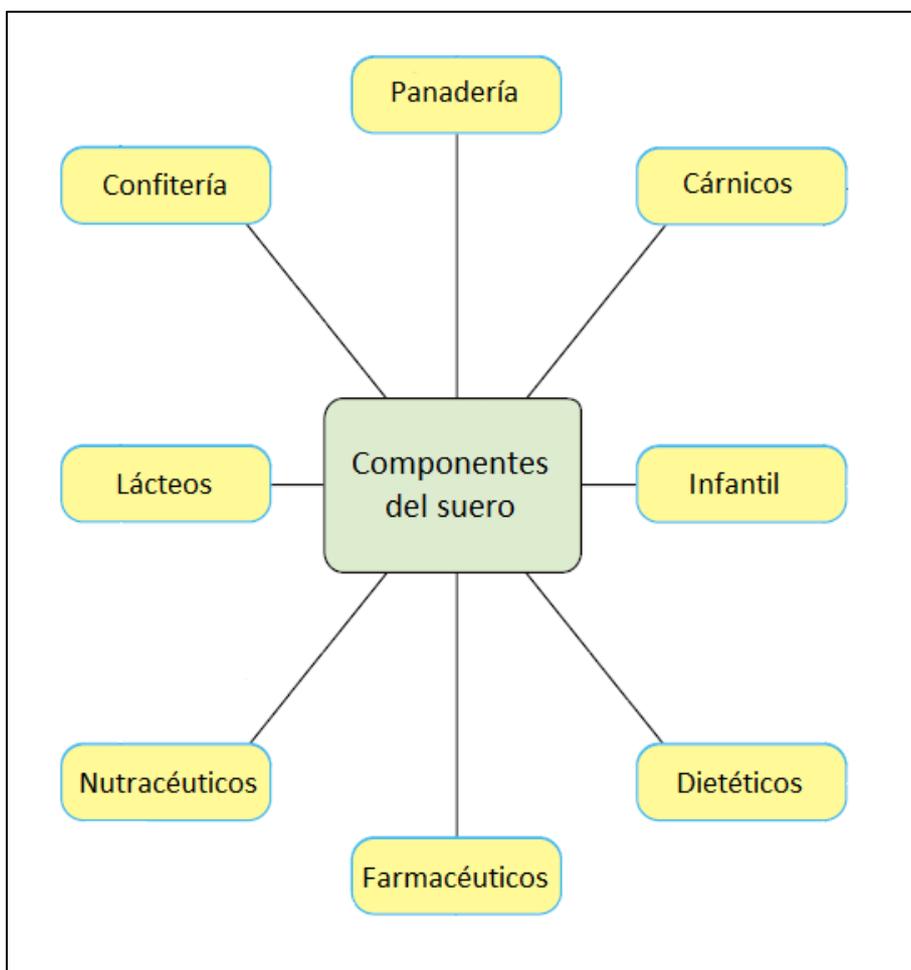


Figura 15: Ramas de aplicación de componentes del suero lácteo

Las aplicaciones de los diversos productos obtenidos a partir del suero en la rama de confitería y panadería son importantes a nivel mundial, especialmente en los países más desarrollados. La lactosa, el mayor componente del suero, contribuye y ayuda al color y el

sabor de estos productos. Se encontró que tanto el suero como los productos obtenidos a partir del suero ayudan a mejorar el sabor, aroma, color, textura y, en algunos casos, la vida útil de los alimentos. La aparición de las técnicas de fraccionamiento mediante la filtración por membranas permitió la obtención de las proteínas concentradas, ampliando aún más el espectro de aplicaciones de productos de suero. En particular, la forma en que se comportan las proteínas luego de sufrir tratamientos térmicos contribuye a la estructura de muchos productos que requieren ser tratados a altas temperaturas.

2.7.1 Lácteos

Los WPC pueden ser aplicados en una gran cantidad de productos lácteos, utilizándose tanto por su capacidad de formar geles y espumas como de su poder emulsionante.

En helados, por ejemplo, se reemplazan parte de los sólidos de la leche por WPC-35. El reemplazo de sólidos no grasos por concentrado de proteína de suero tiene varios efectos deseables en las características del producto final. Por un lado, la estructura de las proteínas de suero en su estado desnaturalizado luego de la pasteurización adquieren se organizan de acuerdo a una configuración simil red, la cual es muy estable y permite incrementar el overrun de la mezcla. Esto no solo permite incrementar el volumen por kilo de producto, sino que impacta a nivel sensorial, derivando en un producto más aireado, menos arenoso y más agradable para el consumidor. Además, por sus características propias de emulsionante, las proteínas de suero permiten mantener una emulsión estable durante tiempo más prolongado. El hecho de que se establezca la emulsión le confiere una mayor vida útil al producto terminado, reduciendo la tensión de las fases no miscibles y evitando el deterioro por emulsión cortada. Las características de las proteínas de suero en presencia de frío también permiten una mayor estabilidad en la congelación y descongelación del producto, disminuyendo la formación de cristales de hielo de gran tamaño que puedan aportar sensaciones desagradables durante el consumo.

En yogurts, la principal razón por la que se utilizan combinaciones de WPC-35 y WPC-80 es la obtención de una textura determinada. Esto se logra gracias a la característica que tienen las proteínas de suero de formar geles cuando se somete la solución a un tratamiento térmico. La desnaturalización de las proteínas por calor altera la morfología de la

proteína, las cuales se reorganizan en una estructura de red, atrapando agua y confiriendo textura al producto final. Además, el gel proteico formado tiene la propiedad de retrasar la sinéresis del producto dada su alta estabilidad. Este es uno de los atributos más buscados en los yogurts, ya que el consumidor asocia la sinéresis instantáneamente con producto cortado o en mal estado. En yogurts del tipo “set”, también denominados firmes, se busca principalmente formar estructuras más estables y rígidas, mientras que en los tipos batido y bebible lo que se busca es lograr una buena textura que derive en un buen *mouthfeel* y retrasar la sinéresis.

Actualmente, las proteínas de suero concentradas también se utilizan para reemplazar queso en los quesos procesados. Al principio, los quesos procesados se obtenían de fundir el queso en agua con la ayuda de sales fundentes. Sin embargo, con la explosión de popularidad de este producto en sus variedades untable o feteable, se buscaron alternativas para la reducción de costos y aumento de la rentabilidad. El aporte de las proteínas de suero a la preparación permite estirar el queso real utilizado, ya que agregando una determinada proporción de cada variedad de WPC se pueden obtener texturas muy similares a las del queso fundido, las cuales requieren únicamente ser saborizadas y coloreadas.

2.7.2 Confitería

La rama de la confitería es una de las que mayor variedad de productos contiene, ya que son todos aquellos cuyo principal ingrediente es el azúcar, e incluye tanto chocolate y derivados como baños de repostería, caramelos y productos del estilo del *fudge*. Dentro de esta rama, se descubrió que se puede utilizar los concentrados de proteínas de suero en una gran variedad de aplicaciones.

Desde el punto de vista del chocolate, se utilizan proteínas de origen lácteo (aparte de aquellas proporcionadas por la leche de la formulación) para aportar tanto sabor y color. Además, por sus características también aportan valor nutricional ó como carga de sólidos. Se estima que con un reemplazo del 5% de los sólidos lácteos (como en la formulación de la Figura 16) por productos derivados del suero se puede ahorrar hasta un 14% del costo de leche en polvo manteniendo un producto final de buena calidad.

Milk Chocolate (%)		
	Standard	WPC-34*
Sucrose	47.53	47.53
Cocoa Butter	20.00	20.00
Non Fat Dry Milk	15.12	10.12
WPC-34	—	5.00
Butteroil	4.00	4.00
Cocoa Liquor (mass)	12.90	12.90
Lecithin	0.40	0.40
Vanillin	0.05	0.05

Figura 16: Fórmula de chocolate con leche estándar y con adición de WPC 34. En este caso se reemplaza un 5% de la leche en polvo descremada por el ingrediente funcional.

Estos derivados del suero no solo se aplican en el chocolate, sino que son más versátiles aún en la industria de los baños de repostería. Estos sustitutos del chocolate proporcionan una alternativa económica o de manipulación. Sensorialmente no tiene la calidad del chocolate real, pero la mayor versatilidad a nivel texturas y aplicaciones abren una amplia gama de variaciones en la formulación. Los WPC son utilizados en la formulación como fuente de sólidos lácteos en reemplazo de la leche en polvo. Además, en baños bajos en calorías y grasas se utilizan para aportar textura y notas de sabor lácteo al producto.

Otras investigaciones demostraron que el concentrado de proteínas de suero al 60% era muy efectivo para reemplazar la clara de huevo en la elaboración de merengues industriales. Se encontró que el producto final era muy similar al original, que inclusive la espuma formada era más estable y que las proteínas de suero no tienen un punto de corte en el batido. Este último punto es clave dado que facilita en gran medida el proceso de elaboración. En la Figura 17 se puede observar que la diferencia a nivel visual es mínima.



Figura 17: Merengue hecho con clara de huevo (izquierda) y WPC-60 (derecha)

Además, los productos derivados del suero que se encuentran en estado líquido (sin haber sido secados mediante Spray) también se utilizan para productos como caramelos, toffees y fudges, en donde la combinación de proteínas de suero y lactosa presentes favorecen la reacción de Maillard, la cual forma compuestos pardos y confiere el sabor y color típico de estos productos.

2.7.3 Panadería

Una de las primeras aplicaciones de productos derivados del suero en productos para alimentación humana se realizó en la rama de los panificados. Se utilizan principalmente el suero líquido o en polvo por su bajo costo, y los WPC por su funcionalidad. Generalmente se utiliza el WPC 35 por su sabor, menor costo y similar porcentaje de proteína que la leche en polvo, mientras que los WPC superiores como el WPC 80 se utilizan como reemplazo de huevo para mejorar la textura y el color.

En el caso del pan, el volumen, textura, corteza y retención de la frescura son optimizados por el reemplazo de hasta un 2% de harina por sólidos de suero. Mediante la adición de derivados de suero se obtiene una corteza más suave y tierna. La interacción entre las proteínas y el almidón del pan generan redes más estables que retrasan la retrogradación del pan, manteniéndolo más fresco por más tiempo. El gluten interactúa con las proteínas séricas durante el horneado mejoran el color y la palatabilidad del pan. Además, la lactosa

incorporada inherente al WPC tiene una gran capacidad de retención de agua contribuyendo a la textura y suavidad del producto, a la vez de colaborar en el pardeamiento de la corteza.

También se producen tanto galletitas como tortas a escala industrial que contienen WPC en su formulación, tanto para mejorar el aspecto nutricional de las primeras como para reemplazar el huevo en estas últimas. En el caso de las tortas, el concentrado de proteínas de suero aporta cuerpo y una mayor viscosidad, lo que luego se traduce en mayor retención de dióxido de carbono durante el levado y mayor retención de humedad. Por el lado de las galletitas, el reemplazo de ingredientes por WPC es más sencillo dado que no requieren la formación de estructuras que soporten ser levadas, por lo que su uso está referido más que nada a mejorar el producto a nivel nutricional y reducir costos.

2.7.4 Cárnicos

Tanto el control de los costos como la variación de la calidad de las proteínas de la carne son un importante estímulo para la utilización de otros tipos de proteínas en productos cárnicos de pieza entera y chacinados. En estos productos, hay dos propiedades de las proteínas que son importantes: su capacidad de retener agua y de ligarse con la materia grasa.

En productos como el jamón, la adición de WPC y sal permiten restaurar parte del agua perdida por el músculo durante el rigor mortis, mejorando la ternura, textura y jugosidad de la pieza. Además, previenen la reducción de tamaño durante la cocción y la sinéresis durante el almacenamiento. Las proteínas de suero se inyectan en la carne en forma de solución, y la misma es masajeadada para una distribución uniforme del contenido de la inyección. Como se observa en la Figura 18, reemplazando parte del agua por WPC80 en la elaboración de jamón se logra bajar el porcentaje de colesterol y sodio del producto final, a la vez de incrementar el aporte de Vitamina A y minerales como el Calcio.

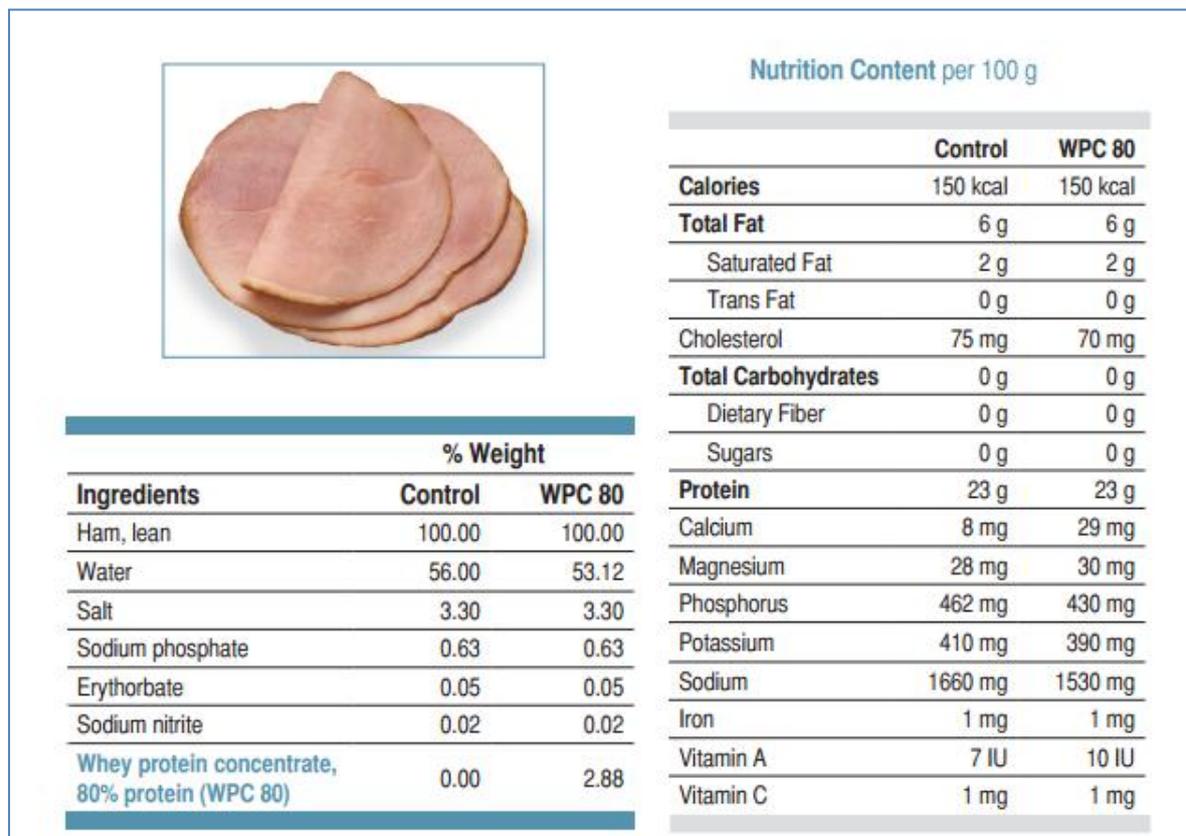


Figura 18: Composición y tabla de información nutricional de un jamón clásico y uno con un 1,8% de WPC80 en su formulación. Fuente USDEC.

Dentro de los chacinados también hay varios ejemplos de productos que pueden contener proteínas de suero en su formulación. Tal es el caso del paté, en donde se utilizan WPC para aumentar la capacidad de ligazón con el agua, compensando la pérdida sufrida durante la cocción de las piezas de carne. Algo similar sucede en la elaboración de salchichas, en donde se puede reemplazar parte o la totalidad del agua por suero líquido, lo cual incrementa notablemente la estabilidad de la emulsión sin comprometer en gran medida las características sensoriales.

Algo similar sucede con los productos congelados elaborados a partir de pollo procesado o *minced* de pescado, tales como medallones ó nuggets. Estos productos pueden hasta un 3% de concentrado de proteínas de suero en su formulación, el cual tiene la función de retener agua y aportar palatabilidad. Además, la incorporación de WPC80 mejora el sabor,

la textura, aporta jugosidad y reduce el costo de este tipo de productos como el que se muestra en la Figura 19:

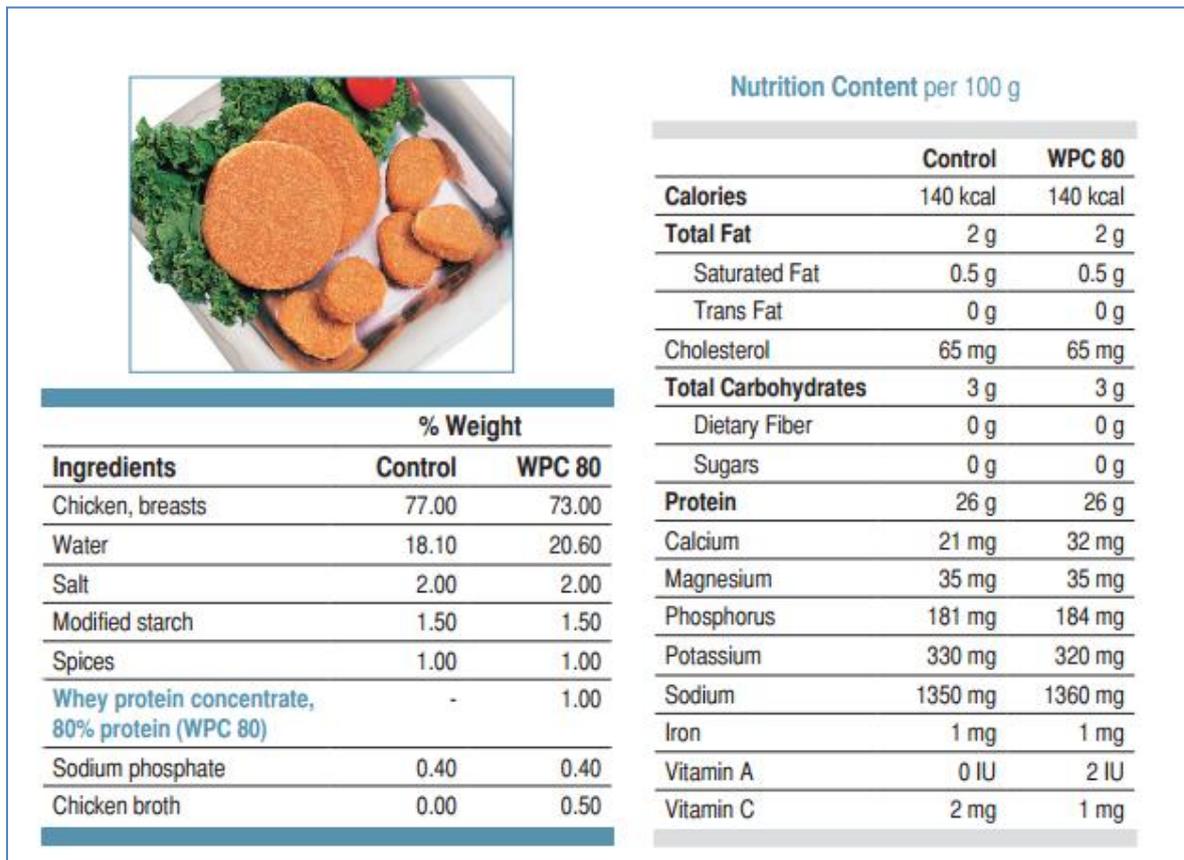


Figura 19: Formulación y tabla de información nutricional de un medallón de pollo clásico y uno con un 1% de WPC80 en su formulación. Fuente USDEC.

Para el caso de músculos enteros o piezas grandes, también es posible incorporar WPC 80 hidratado mediante el método de inyección. Esto logra que luego de la cocción de la pieza se pueda apreciar una mayor firmeza, mejores características en el feteado y mayor jugosidad.

2.7.5 Fórmulas infantiles

Son productos destinados para recién nacidos, y tienen como objetivo el reemplazo de la leche materna. Se utilizan las proteínas concentradas de suero en combinación con leche en polvo emulando la composición de la leche humana, tanto la cantidad de proteína como la relación proteína/caseína. Además se agregan aceites vegetales y vitaminas liposolubles previo a una fuerte pasteurización de la mezcla y posterior secado Spray.

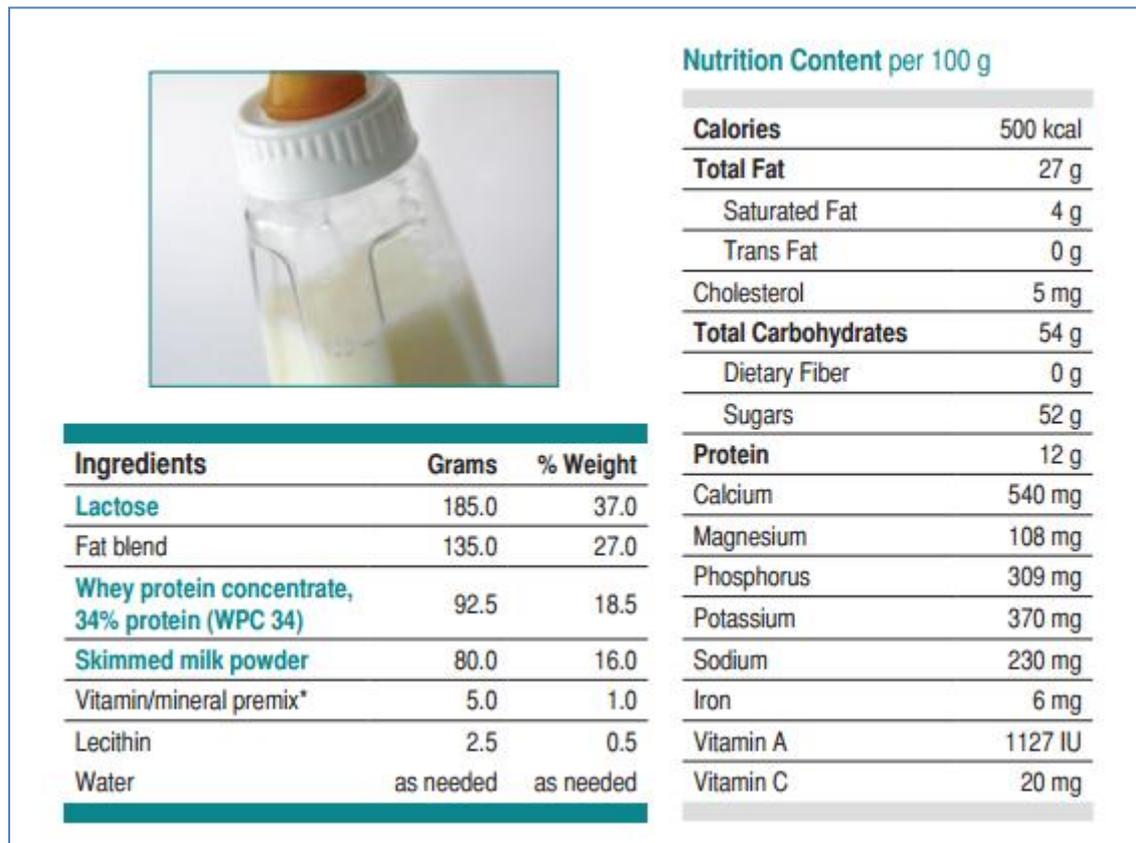


Figura 20: Formulación y tabla de información nutricional de fórmula infantil que reemplaza la leche materna. Se observa que no solo utiliza el WPC sino que también se incorpora la lactosa obtenida a partir del suero. Fuente USDEC.

La selección de estas proteínas para este tipo de alimentos es muy importante, dado que su estabilidad frente a altos tratamientos térmicos permite que se mantengan establemente en solución inclusive luego de la esterilización de 120°C durante 15 minutos, confiriéndole al producto una vida útil de dos años.

2.7.6 Alimentos dietéticos

Este tipo de alimentos fue introducido inicialmente para prevenir y controlar la obesidad, uno de los principales desórdenes de los países más desarrollados. La obesidad puede ocasionar graves trastornos y consecuencias en la salud de las personas, por lo que se desarrollaron alimentos que son altos en proteínas y bajos en grasas y carbohidratos.

Estos productos se comercializan en la forma de alimentos muy sencillos, principalmente en polvo para disolver (obtenidos a través de secado Spray), bebidas altas en proteínas y barras proteicas para incluir entre comidas. La ventaja de utilizar proteínas obtenidas del lactosuero sobre otras fuentes, como puede ser la soja, se basa principalmente en sus beneficios a nivel de aminoácidos y su sabor. A diferencia de otras proteínas, las de suero tienden a tener un sabor cargado de suaves notas lácteas y agradables.

La ventaja de las proteínas es que generan sensación de saciedad semejante a la de los hidratos de carbono, aunque sin almacenarse en forma de grasa.



Figura 21: Suplemento dietario a base de WPC 80, en formato de polvo para disolver. Marca Star Nutrition.



Figura 22: Alimentos líquidos altos en proteína, con concentrado de proteínas de suero en polvo en su formulación. Dentro de los beneficios declarados se encuentra “Reemplazo de comidas”, “Ayuda a bajar de peso” y “Alto en proteínas”.

2.7.7 Productos farmacéuticos

La lactosa, además de ser el compuesto más abundante en el suero, es además el excipiente más utilizado en la industria farmacéutica. Esta industria consume miles de toneladas al año de este azúcar, el cual es obtenido a partir del suero. La lactosa refinada es un muy buen transporte para los compuestos activos de los remedios, debido a que es inerte y muy estable a nivel físico y químico.

2.7.8 Nutracéuticos

También denominados alimentos funcionales, son productos ó ingredientes que están presentes en los alimentos y aportan beneficios a la salud, inclusive en la prevención y tratamiento de enfermedades.

El suero contiene diversas proteínas aislables que tienen amplios beneficios para la salud humana. Está comprobado que la lactoferrina actúa durante y luego de la digestión en el tracto intestinal, incluyendo actividad antibacteriana, transporte de hierro y regulación del

sistema inmune. La lactoperoxidasa y la lisozima son antibacteriales naturales presentes en el suero lácteo, y pueden ser utilizadas como aditivos en leche y productos lácteos ayudando a protegerlos del deterioro ocasionado por microorganismos. Además, el suero presenta inmunoglobulinas, las cuales protegen al ser humano de enfermedades producidas por virus y bacterias diversas. Sumado a estos compuestos, el suero también presenta factores de crecimiento, los cuales son proteínas semejantes a hormonas y tienen efectos sobre la regulación y el estímulo celular.

En la Tabla IV se detallan los beneficios a la salud y los componentes del suero que lo provocan:

TABLA IV: Componentes del suero y su beneficio para la salud humana.

Beneficio	Componentes
Inmunomodulación	Lactoferrina Lactoperoxidasa k-Caseína glucomacropéptido
Protección contra algunos tipos de cáncer	WPC Lactoferrina a-lactalbúmina Péptidos Esfingolípidos
Protección contra la hipertensión	Péptidos
Antiinflamatorios	Péptidos Colostro
Anti trombosis	Lactoferrina Péptidos
Reducción de niveles de colesterol	WPC
Actividad simil opioide	Péptidos
Prebióticos	Caseína glucomacropéptido Oligosacáridos

Efecto antioxidante	WPC/WPI Lactoferrina Albúmina sérica bovina
---------------------	---

3. Teoría de emulsiones

El sabor y textura de un alimento procesado que percibe el consumidor depende de una gran variedad de factores, entre los que se destacan las estructuras formadas por los ingredientes que lo componen. Estas estructuras se ensamblan durante el procesamiento, el cual gobierna las características que poseerá el producto final. Dentro de las estructuras formadas en los alimentos, las emulsiones tienen un rol preponderante en la percepción y aceptación de un producto por parte de los consumidores. Es por esto que entender los mecanismos de formación y propiedades de las emulsiones es muy importante para poder desarrollar un producto que cumpla con las exigencias de un público que día a día aumenta sus expectativas.

Dentro de los alimentos que nos rodean cotidianamente, muchos de ellos son principalmente productos emulsionados. Tal es el caso de los helados, leche, quesos procesados, manteca, margarina, mayonesa y aderezos entre otros.

Una emulsión se puede definir como una suspensión de una fase dentro de otra en la cual no sería miscible en condiciones normales. Una de las fases existe como pequeñas gotas suspendidas en la otra fase, cuya interfase se encuentra ocupada por un elemento emulsionante. Las emulsiones en alimentos se dividen básicamente en dos tipos: emulsiones oil-in-water (o/w), en las cuales pequeñas gotas de una fase de aceite ó lipídica e hidrófoba se encuentran en suspensión en una fase acuosa ó hidrofílica, y emulsiones water-in-oil (w/o), en donde la fase continua está formada por componentes hidrófobos. Dentro del primer grupo se puede encontrar la mayor cantidad de alimentos, como la leche, el helado y los aderezos, mientras que en el segundo grupo se encuentra formado por productos como la manteca y la margarina. Algunas emulsiones inclusive pueden formar geles durante una operación de tratamiento térmico, creando nuevas estructuras dentro del alimento. (1)

En este informe se va a hacer énfasis únicamente en las emulsiones oil-in-water, debido a que son las estructuras principales de los productos desarrollados en el proyecto.

3.1 Formación de emulsiones y medición de la actividad emulsionante de las proteínas

Las emulsiones o/w son generalmente producidas usando molinos coloidales u homogeneizadores de alta presión. En los primeros, la mezcla de la fase acuosa, la fase oleosa y el emulsionante pasa por un espacio pequeño, en donde el estrés generado en la mezcla es suficiente para romper la fase oleosa en pequeñas gotas, en donde se adsorbe el emulsionante. En este método de formación de emulsiones, las gotas de la fase oleosa tienden a ser de mayor tamaño que aquellas producidas por un homogeneizador. Esta técnica de molino coloidal es la utilizada mayormente para la elaboración de mayonesas y aderezos, en donde la estabilidad de la emulsión no depende tanto del tamaño de las partículas de la fase oleosa sino más bien de la composición general del producto y su alta viscosidad. El tamaño de partícula es más influyente en emulsiones líquidas, en donde se busca el menor tamaño posible para evitar el cremado y posible coalescencia.

Las proteínas, cuyas características determinan su capacidad emulsionante, son más ó menos eficientes en la estabilización de emulsiones, e incluso la misma proteína puede variar en su eficiencia si es sometida a distintas circunstancias. Es por esto que es necesaria la existencia de métodos para estimar el potencial de una proteína de formar y estabilizar una emulsión. Hay dos métodos principalmente utilizados, el **índice de Actividad Emulsionante (IAE)** y **Capacidad Emulsionante (CE)**.

Para medir la CE, una cantidad conocida de emulsionante se disuelve en agua o buffer, y luego se va adicionando aceite durante una operación de batido. Esto forma una emulsión muy simple, por lo que se siguen agregando alícuotas de aceite hasta que la emulsión se invierte o se observa aceite libre en la mezcla. Este sencillo procedimiento permite saber el peso de aceite que puede ser emulsionado por un peso definido de emulsionante. Es evidente que este método depende en gran medida del dispositivo agitador utilizado ya que lo que es importante en la formación de la emulsión no es el peso del aceite *per se*, sino su área interfacial. Además, si la emulsión está formada por grandes gotas de fase oleosa, se consumirá una menor cantidad de emulsionante que si las gotas son de menor volumen. Las condiciones de formación de la emulsión pasan a ser críticas en este ensayo, ya que inclusive diferentes velocidades de agitación pueden dar diferentes resultados.

Por otro lado, para la medición del IAE, se procede a preparar una emulsión y se estima el tamaño de las partículas emulsionadas. Luego se asume que la totalidad de las proteínas son adsorbidas en la interfase, por lo que se puede medir un potencial emulsificante. A pesar de que provee mayor información que la CE, este método tiene dos defectos principales: Por un lado, es muy común que no toda la totalidad de las proteínas sea adsorbida (4). Se ha estudiado que a partir de concentraciones de proteínas de arriba del 0,5%, algunas de las proteínas no son adsorbidas inclusive luego de una agitación fuerte y prolongada. Por otro lado, la medición del tamaño de partículas de la fase oleosa y su distribución son complejas de determinar.

3.2 Emulsiones en aderezos

Como se mencionó anteriormente, los aderezos incluyen tanto los firmes ó cuchareables, como los fluidos ó salad dressings. Estos productos varían notablemente en su composición, textura y sabor. De hecho, cubren un gran espectro de proporciones de aceite y agua, variando desde productos con un 80% de contenido lipídico hasta casi un 0%.

3.2.1 Microestructura

La bibliografía respecto a la microestructura de aderezos es limitada. Chang et al. utilizaron microscopía de transmisión para examinar la interfase que rodeaba las partículas de fase oleosa en muestras diluidas de aderezos. Se concluyó que la membrana interfacial se mantiene estable debido al alto grado de plasticidad de las partículas y al hecho de que tales membranas adquieren una consistencia fibrosa que no permite un rápido desarmado. A su vez, Tanaka y Fukuda demostraron utilizando técnicas de microscopía de barrido que la adición de goma xántica en aderezos limitaba aún más la fusión de las micelas oleosas, estirando la vida útil de los productos hasta por seis meses más.



Figura 23: *Salad dressing* que contiene un 40% de aceite vista con un microscopio de barrido. Las gotas de fase oleosa (en negro) están recubiertas por una capa reticular de material amorfo y fibrilar (señalado con flechas), el cual a su vez está compuesto por proteínas, almidón gelatinizado y estabilizado con gomas.

Por su parte, el estudio de Darling y Birkett acerca del rol de la cristalización de los lípidos en la reducción de la estabilidad de la emulsión permitió concluir que existe un mecanismo por el cual, a bajas temperaturas, los cristales de grasa penetran la membrana de la interfase provocando la rotura de la emulsión. Este estudio demostró la razón por la que los aderezos emulsionados no deben conservarse congelados.

La característica morfológica predominante de los aderezos es la partícula de fase oleosa. Aunque puede haber una gran variación en el tamaño de las mismas, todas se encuentran rodeadas por una capa de compuesto emulsionante. Cuando se observan las gotas

con una gran magnificación a través de un microscopio electrónico, se observa que la interfase se muestra como una fina banda con una alta densidad de electrones. El ancho de esta capa varía de 100 a 200 Å dependiendo del tipo de aderezo emulsionado. La fase acuosa es la que rodea las gotas de fase oleosa, y dentro de la misma se encuentran contenidas masas polimórficas de almidón modificado en aquellos aderezos que lo contienen en su formulación, los cuales también se adhieren a la capa de emulsionante. Además, aquellos que contienen proteínas, como es el caso del producto desarrollado en este informe, tienden a unirse formando una red proteica que incrementa la viscosidad del producto y mejora la estabilidad de la emulsión.

Dentro de la categoría de aderezos firmes, las partículas de fase oleosa tienen un diámetro promedio de 1,9 µm, mientras que en los aderezos fluidos el tamaño se incrementa de 10 a 40 µm. Esto se debe al hecho de que, al tener menor viscosidad, los glóbulos de aceite coalescen más rápidamente luego del procesado.

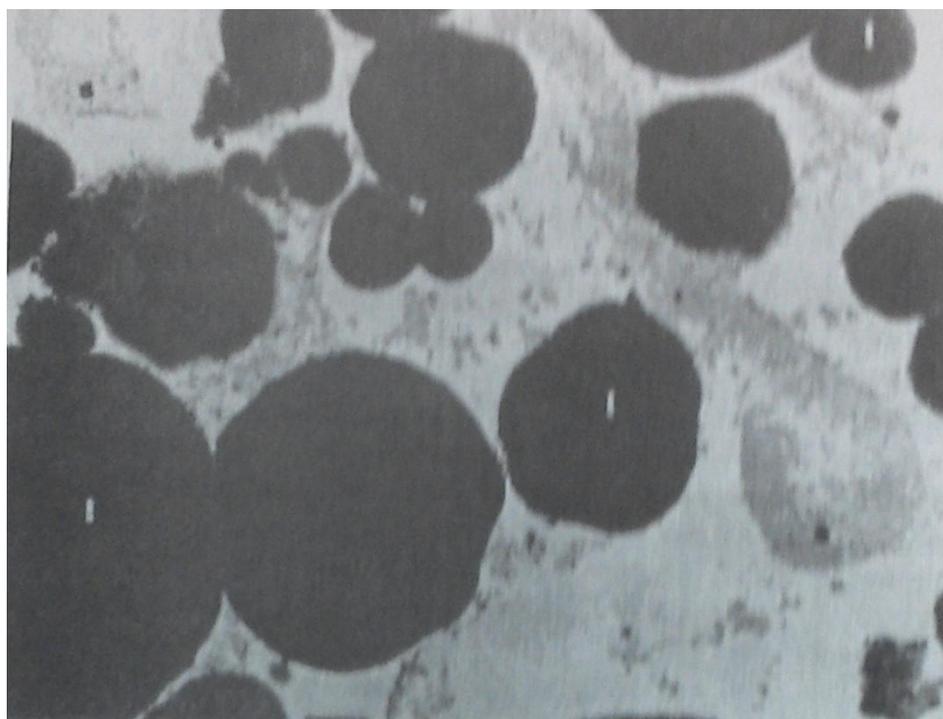


Figura 24: La microestructura de un *salad dressing*. Se puede observar la distribución azarosa de las gotas de aceite en la muestra.



Figura 25: Un acercamiento mayor permite ver la distribución de material emulsionante en la interfase entre la fase oleosa y la acuosa.

3.2.2 Reología

Una de las características macroscópicas de los aderezos mayormente apreciadas por los consumidores es su textura. Sin embargo, este es un término muy amplio y complejo que involucra tanto la viscosidad del producto como su consistencia. Si tomamos uno de estos conceptos, como por ejemplo la consistencia, se puede observar que a su vez el mismo puede ser desglosado en diversos atributos que afectan en mayor o menor medida la aceptación de un consumidor. La consistencia se puede definir como una combinación de la forma en que el producto cae del pote o botella, su comportamiento al ser batido ó untado, su agarre al utensilio y por último su *mouthfeel*.

Los aderezos emulsionados inherentes a este informe presentan características de fluidos no newtonianos pseudoplásticos. Esto implica que poseen una viscosidad en reposo, y la misma decrece al someter al producto a una fuerza de cizalla. En otras palabras, el esfuerzo de corte ó resistencia al flujo de parte del producto es menor cuanto mayor es la velocidad de deformación, como se muestra gráficamente en la Figura 26.

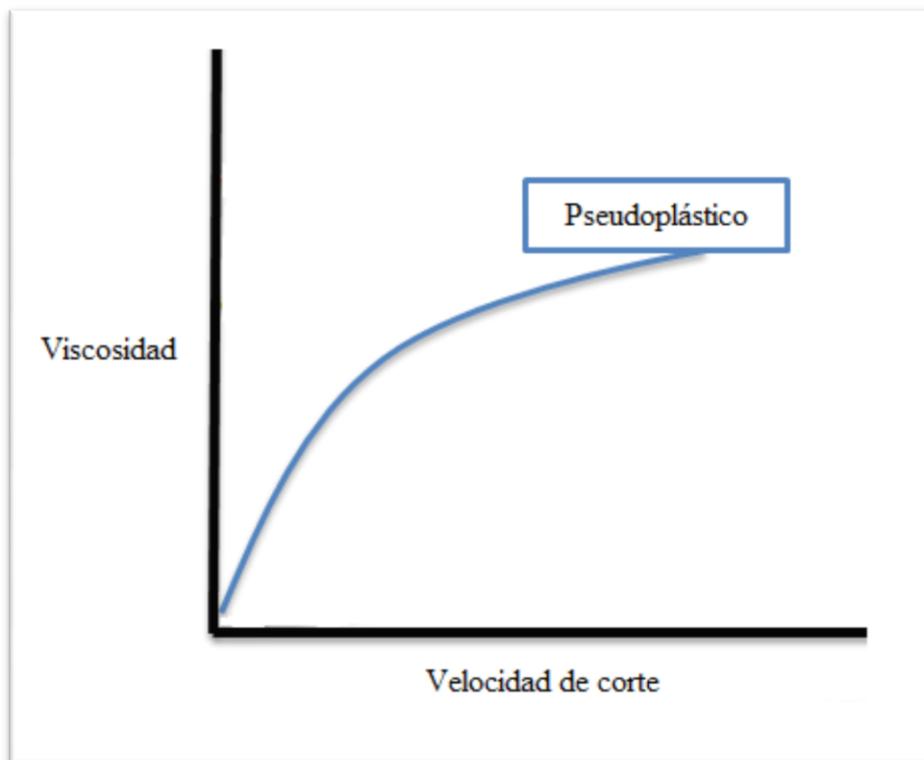


Figura 26: Gráfico genérico de viscosidad aparente de fluido pseudoplástico.

Un aspecto muy importante de los aderezos es su estabilidad de emulsión durante el almacenamiento. Tanto los firmes como los fluidos tienen sus propios requerimientos de medición de estabilidad, aunque ambos comparten la necesidad de mantener una emulsión estable durante el procesado, envasado, transporte, almacenamiento y consumo. Se debe aclarar que la estabilidad de la emulsión en estos productos es un término relativo, ya que todas las emulsiones son termodinámicamente inestables y, luego de un tiempo dado, se separan las fases. Lo importante a lograr en el desarrollo y producción de aderezos es retardar este fenómeno el mayor tiempo posible, para que el producto mantenga una apariencia, textura y sabor deseable para el consumidor.

Las emulsiones, especialmente los aderezos, son estabilizados contra el cremado mediante el uso de gomas y almidones. El factor preponderante que deriva en la estabilidad corresponde a un aumento de la viscosidad de la fase continua, lo que reduce proporcionalmente la velocidad de cremado y movimiento de partículas de fase oleosa.

Otro factor inherente a la estabilidad de la emulsión es el componente emulsionante utilizado. Como ya fue mencionado, la coalescencia ocurre cuando las gotas se encuentran, y la capa de interfase entre las dos juega un rol crucial en permitir que se unan o no. La plasticidad y estabilidad de este film que recubre la partícula de fase oleosa, además de las fuerzas de repulsión que se puedan generar en la interfase, son los que evitan la agregación de las micelas.

Sin la utilización de estos compuestos emulsionantes, la floculación y coalescencia se darían casi inmediatamente por la repulsión electrostática que existe entre las fases, provocando una separación instantánea. Es recomendable utilizar un solo tipo de emulsionante para evitar la competencia por ser adsorbidos en la interfase, lo cual puede llegar a disminuir la estabilidad a largo plazo. A continuación se muestran los tipos de emulsionantes que pueden ser utilizados a nivel productos alimenticios:

TABLA V: Tipos de emulsionantes utilizados y su origen.

Tipo de emulsionante	Ingredientes
Proteínas	Buttermilk, leche entera, leche descremada, caseinatos, suero líquido, concentrado de proteínas de suero, concentrado de proteínas lácteas, huevo líquido, huevo en polvo, yemas de huevo
Fosfolípidos	Yemas de huevo, leche entera
Partículas	Harina de mostaza
Sintético	Polisorbato
Modificados químicamente	Alginato de propilenglicol

Las proteínas forman un film alrededor de la superficie de las gotas de fase oleosa para formar y mantener la emulsión. La actividad a nivel de interfase de las proteínas procede según los siguientes pasos: Primero, la proteína nativa difunde hacia la interfase, para luego penetrarla. Acto seguido, las moléculas se reorganizan según la configuración de menor energía. El primero paso, al ser dependiente de la difusión, puede verse alterado por varios

factores como la temperatura, forma de la proteína y viscosidad del medio. En el segundo paso, la llegada de la proteína a la interfase disminuye la tensión, como regla general, por debajo de los 10 dyn/cm para la formación de una emulsión efectiva.

Luego de que la proteína se establece en la interfase, se observa una disminución gradual de la tensión durante los primeros instantes. Graham explica que este cambio es provocado por el reordenamiento a nivel molecular en el film proteico. Este reordenamiento es rápido para proteínas flexibles como la caseína y lento para proteínas globulares más rígidas. Sin embargo, estas últimas, entre las que se encuentran las proteínas del suero lácteo, contienen una mayor cantidad de estructuras residuales, como α -hélices, las cuales se orientan hacia la fase acuosa permitiendo entrecruzamientos de las mismas. Este fenómeno provoca un aumento en la resistencia a la fuerza de cizalla, aumentando la viscoelasticidad y la estabilidad.

Además, es muy común la adición de gomas y almidones en aderezos por una gran variedad de razones. Estos polisacáridos no son activos a nivel interfase (a excepción del Alginato de Propilen Glicol) pero actúan espesando los aderezos, lo cual afecta el *mouthfeel*, el corte, el mantenimiento de la forma y demás características de textura. Más importante aún, los estabilizantes aumentan la estabilidad de la emulsión mediante el aumento de la viscosidad de la fase continua, lo cual le quita movimiento a las partículas de fase oleosa.

Es muy importante obtener una predicción de la estabilidad de la emulsión sin tener que dejar reposar el producto durante su *shelf life*. Sin embargo, muchas de las pruebas de aceleración de vida útil provocan fenómenos de envejecimiento que no se darían durante la vida útil normal del producto. Un protocolo típico para estimar la estabilidad de emulsión del producto debería incluir guarda a temperatura ambiente, junto con guarda a temperaturas extremas (frío y/o calor) para simular características de almacenaje en depósitos y góndolas. Además, con precaución se pueden llegar a utilizar métodos de centrifugación para separar las fases mediante la aplicación de múltiples veces la fuerza de gravedad. Sin embargo, todas las pruebas que no son el envejecimiento natural del producto son poco exactas, tendiendo más a ser arte que a ser algo científico.

El desafío es poder comprender los aderezos como un sistema de varios niveles, no solamente como la ciencia de una emulsión (junto con todo lo que ello implica, como la estructura molecular de los emulsionantes, los comportamientos de la interfase, la reología y la estabilidad) sino su efecto consecuente en las características organolépticas del producto final, y las derivaciones que se obtienen en las pruebas de evaluación sensorial.

3.2.3 Procesamiento de aderezos emulsionados

El objetivo primario del procesamiento de aderezos es la obtención de un producto uniforme y estable, con los atributos de textura deseados. A pesar de que estas características son las más afectadas durante el procesado, también pueden ocurrir importantes cambios en el sabor y/o color del producto. Desde un punto de vista general, se busca reducir las fuerzas provocadas por la inestabilidad termodinámica mediante reducciones de tamaño de partícula de fase oleosa y de la variación entre tamaño de partículas. Esto no solo aumenta la estabilidad, sino que también aumenta la viscosidad y el rendimiento. Sin embargo, las partículas muy pequeñas de aceite también refractan la luz de forma distinta a las de mayor tamaño y provocan colores más tenues y mayor opacidad. Además, las gotas demasiado pequeñas pueden llegar a retrasar la liberación de los componentes aromáticos hidrosolubles, reduciendo la intensidad y retrasando el impacto del sabor al probar el producto. Con esto se concluye que se debe buscar un balance entre la estabilidad por reducción del tamaño de partícula y el impacto en la textura, sabor y color.

Sin embargo, la rotura y reducción de tamaño de las partículas de la fase oleosa no es el único fenómeno que ocurre durante el procesado. Otro fenómeno ocurre en simultáneo: la adsorción del emulsificante en las nuevas interfases formadas por aumento de la relación área superficial/volumen. Esto debe darse al mismo tiempo que la rotura de gotas de aceite, ya que si no se estabilizan en ese momento, ocurre el fenómeno de coalescencia. Es por esto que es muy importante que haya la suficiente cantidad de material emulsionante como para cubrir como mínimo una monocapa del área de interfase durante la rotura de la fase oleosa.

Durante la emulsificación hay tres procesos de suma importancia, los cuales son la rotura de las gotas de fase oleosa, la adsorción del emulsionante y la recoalescencia de las gotas. El tamaño final de las partículas de fase oleosa se encuentra gobernado por el balance

de estos tres procesos. La rotura de la fase oleosa está gobernada por el tiempo, cantidad y distribución de la energía aplicada en el sistema. La recoalescencia, por su parte, varía según el tipo, cantidad y características de adsorción del emulsionante.

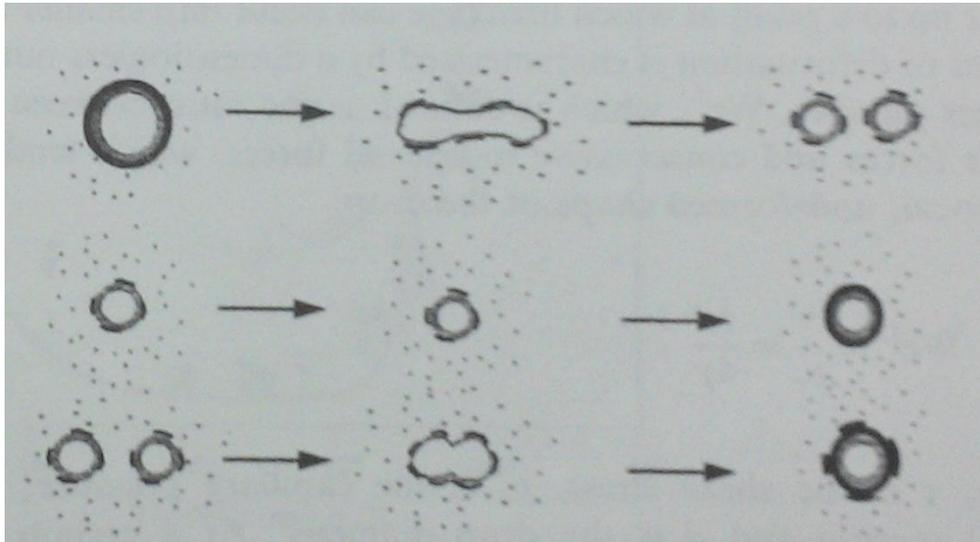


Figura 27: Comportamiento de las partículas de fase oleosa durante la emulsificación: Rotura, Estabilización y Recoalescencia.

Los principales pasos en el proceso de emulsificación son:

- 1- Preparación de las fases oleosa y acuosa con el correspondiente agregado de emulsificantes, hidrocoloides y demás ingredientes sólidos.
- 2- Mezclado de las partes para formar una premezcla uniforme, la cual tiene características de emulsión tosca u ordinaria, ó de dispersión inestable.
- 3- Aplicación de fuerza de cizalla para reducir el tamaño de partícula de fase oleosa.
- 4- Estabilización de las partículas formadas mediante la adsorción de emulsionante en la etapa de aplicación de fuerza de cizalla.

Con un buen emulsificante, estos aderezos emulsionados pueden ser preparados utilizando una cantidad relativamente baja de energía. De hecho, estos han sido preparados desde hace muchos años utilizando no más que un recipiente y un elemento para batir. Sin embargo, el uso de elementos de emulsificación más sofisticados y complejos permite la optimización de los atributos al menor costo posible.

3.2.4 Diseño de proceso y selección de equipamiento

Las consideraciones importantes en el diseño de un proceso de elaboración de aderezos emulsionados incluyen el tipo de proceso (batch o continuo), el orden de adición de los componentes, temperaturas y velocidades de agitación. La decisión respecto de utilizar un sistema batch o continuo depende en parte del tiempo del proceso, el espacio y la frecuencia de adición manual de ingredientes. Los procesos que involucran continuos cambios en el producto elaborado, o con una cantidad significativa de productos adicionados manualmente son diseñados como procesos batch. Por otro lado, los procesos continuos son los más utilizados debido a que utilizan menor cantidad de mano de obra y espacio.

La elección del dispositivo de emulsificación para obtener el menor tamaño de partícula de fase oleosa posible y obtener el producto final es de vital importancia. Generalmente, la alimentación de este dispositivo proviene de una etapa de pre mezclado y formación de una pre emulsión. Los beneficios de este tipo de alimentación incluyen una reducción parcial del tamaño de las micelas y una determinada uniformidad del producto alimentado. La pre emulsión se obtiene generalmente mediante agitación en un tanque de mezcla, en donde se introduce la fase acuosa, los productos en polvo y parte de la fase oleosa. Los agitadores utilizados pueden variar entre axiales, radiales ó circulares. En los procesos continuos, las fases son alimentadas mediante un caudal controlado en una línea principal que además provoca la agitación.

Aunque hay una gran variedad de dispositivos de emulsificación, generalmente están contenidos en dos categorías: reducción del tamaño de partícula mediante flujo laminar ó mediante flujo turbulento, aunque hay equipos que utilizan ambos tipos de flujo. Las fuerzas de corte se producen por gradientes de velocidad, generalmente provocadas por el pasaje del producto a altas velocidades a través de pequeñas aberturas fijas o móviles. Comúnmente, una alta fuerza de corte produce partículas más pequeñas y uniformes, aunque el aumento de temperatura del producto por la aplicación de las mismas puede ser perjudicial para sus características finales.

Los dispositivos más utilizados son del tipo molino coloidal, como los que se muestran en la Figura 28. Estos dispositivos permiten ajustar la forma y distancia entre aberturas,

permitiendo la variación de la fuerza de corte. Sin embargo, la elección del equipamiento puede devenir de la formulación del producto. Aquellos que contengan una gran cantidad de aceite requerirán un dispositivo que tenga un tiempo de residencia de la etapa de emulsificación relativamente alto, mientras que aquellas formulaciones en los que la fase oleosa no es tan importante pueden ser tratados sencillamente utilizando un homogeneizador común.



Figura 28: Molinos coloidales para el emulsionado de aderezos. Unilever planta Pilar.

Para estos aderezos que contienen fase oleosa, se debe prestar atención para minimizar la oxidación de los lípidos durante el procesado y el envasado. Esto es en parte cubierto por la formulación, en las cuales se incluyen secuestrantes y antioxidantes, aunque desde el punto de vista del procesamiento, se puede trabajar en ambientes con atmósfera modificada, inyección de gases inertes en el espacio de cabeza que queda en el *packaging*, y la utilización de materiales de empaque que no permitan el pasaje e interacción del oxígeno con el producto.

Además, hay otros factores que deben considerarse a la hora de diseñar el proceso, como la flexibilidad para modificar la fuerza de corte, diseño, capacidad de limpieza CIP, consumo de energía, costo de mantenimiento y conceptos relacionados con la ergonomía.

4. Metodología del desarrollo

Los aderezos son aquellos productos elaborados que se utilizan para sazonar la comida y otorgarle mejor aroma y sabor. También se los denomina salsas ó aliños, entre los cuales se destaca la mayonesa. Estos productos fueron por mucho tiempo elaborados en forma casera, hasta que sus versiones industrializadas conquistaron el gusto de millones de consumidores.

Tal como lo indica el título de esta sección, se comenzará ahora a desarrollar la esencia de este proyecto final de ingeniería, es decir, se describirán aquí los pasos que se realizaron para llegar desde la idea inicial hasta el producto final: aderezos cuyo componente emulsionante sea el concentrado de proteínas de suero en polvo. A lo largo del desarrollo de los aderezos fueron surgiendo diferentes inconvenientes los cuales se describen en el texto junto con las medidas que se tomaron para resolverlos.

4.1 Método industrial de elaboración de aderezos

La elaboración industrial tanto de la mayonesa como del resto de los aderezos emulsionados es muy distinta a la elaboración doméstica. En la cocina de nuestro hogar, lo que se hace es agregar la cantidad de huevo, sal, aceite, vinagre ó limón y algún otro condimento en un recipiente que permita la mezcla de los ingredientes hasta lograr la obtención de la emulsión. Normalmente se utiliza una batidora eléctrica debido a que se requiere una gran fuerza de corte para reducir las gotas de aceite al menor tamaño posible.

La mayonesa industrial, así como el resto de los aderezos emulsionados, tiene algunas diferencias tanto en los ingredientes de la formulación como en el proceso. Para empezar, la totalidad de los aderezos en el mercado se encuentran rotulados como “reducidos en valor lipídico”, lo cual no es más que una maniobra para ocultar el hecho de que se reemplaza la mitad del aceite utilizado por pasta de almidón para reducir los costos del producto final. Además, los aderezos industriales utilizan diversos espesantes y estabilizantes para lograr distintas texturas y *mouthfeel*, además de adicionar colorantes como el beta caroteno, conservantes como el sorbato de potasio ó ácido sórbico, saborizantes y acidulantes como el ácido sórbico.

Desde el punto de vista tecnológico, la producción industrial de aderezos comprende cuatro etapas:

Preparación de las materias primas

Dosificación

Emulsificación

Almacenamiento de producto terminado

Existen dos métodos para elaborar aderezos de manera industrial. La diferencia en los métodos reside en la manera en que se mezclan los ingredientes para emulsionarlos y obtener el producto listo para envasar. Sin embargo, en lo que respecta al manejo de materias primas, productos semi-elaborados y condiciones de almacenamiento no hay diferencias.

Los métodos pueden ser:

Métodos batch

Métodos continuos

Sin embargo, la elaboración a nivel industrial generalmente se realiza en forma continua, mediante el uso de tanques pulmón para el almacenamiento de producto semielaborado, permitiendo un proceso ininterrumpido de producción.

Se realizó una investigación respecto del proceso productivo más utilizado actualmente en la industria. Se tomó como referencia el proceso realizado por la planta elaboradora de aderezos más importante del país, la cual produce tres de las más importantes marcas de mayonesa y ketchup y pertenece a una de las más importantes empresas de consumo masivo del mundo. Cada una de las tres marcas elaboradas utiliza un proceso semejante, variando únicamente algunos componentes saborizantes o tipo de aceite utilizado.

El proceso productivo de elaboración de aderezos emulsionados se divide principalmente en cuatro fases o corrientes, las cuales son preparadas por separado y luego dosificadas, pre mezcladas y finalmente emulsionadas. Las cuatro fases son:

Fase de Aceite

Fase ácida

Fase de Pasta de Almidón

Fase de Huevo

4.1.1 Fase de Aceite

Esta fase es la más sencilla de todas, ya que está compuesta únicamente por aceite de origen vegetal, ya sea de girasol, de soja o de oliva, dependiendo del tipo de aderezo que se desea elaborar. El aceite es recibido a granel en camiones cisterna y almacenados en tanques de acero inoxidable acondicionados para tal fin. La temperatura del aceite durante esta etapa conviene que ronde los 20°C hasta el momento de ser dosificado para la pre-emulsión. Al aceite en almacenamiento se le define una vida útil de 7 días desde el momento de la recepción, para evitar cualquier tipo de modificación en los parámetros físico-químicos y/u organolépticos que pudiesen afectar el producto final.

El aceite se va dosificando automáticamente a los tanques de pre-mezcla a medida que van siendo liberados y purgados para continuar con la producción.

4.1.2 Fase ácida

La fase ácida, como su nombre lo indica, es la fase que contiene los componentes ácidos del producto, los cuales no solo contribuyen desde el aspecto sensorial, sino que le otorgan un pH y nivel de acidez al producto final necesario para inhibir el crecimiento de microorganismos, como hongos, levaduras o patógenos.

Esta fase es preparada en tanques de agitación de acero inoxidable, en donde los componentes líquidos son dosificados mediante bombas dosificadoras y los componentes en polvo son pesados y adicionados desde la boca del tanque. Los insumos que comprenden esta fase son:

Agua

Vinagre de alcohol 10%

Glucono Delta Lactona

Azúcar

Tanto el vinagre como la Glucono Delta Lactona son los acidulantes encargados del descenso del pH y aumento de la acidez del producto. Una vez que está lista la solución ácida, se comprueban los parámetros físico-químicos para evitar desvíos en el producto final que puedan suponer algún riesgo para los consumidores. Estos parámetros son:

Acidez (%): 4,55

°Brix: 15,5

La solución en los tanques de mezcla tiene una vida útil de 30 días para ser consumida por el proceso productivo. La misma es bombeada mediante bombas dosificadoras a la etapa de pre-mezcla.

4.1.3 Fase de Pasta de almidón

Así como originalmente la mayonesa contiene alrededor de un 70% de aceite, a escala industrial se busca reducir el costo del producto reemplazando parte del aceite por pasta de almidón. Esta pasta de almidón es originalmente una suspensión de componentes, entre los cuales predomina el almidón, que es sometida a un tratamiento térmico de pasteurización para evitar su deterioro microbiológico, y además lograr que el almidón gelatinice, produciendo así un producto semielaborado altamente viscoso.

Para la preparación de esta fase se preparan pequeñas sub-corrientes que son mezcladas entre sí y luego bombeadas a un tanque de mezcla encamisado en donde se forma la suspensión y se procede al tratamiento térmico. Estas sub-corrientes comprenden:

Agua, vinagre y ácido sórbico: Disolución en tanque y posterior dosificación.

Almidón y azúcar: Pesaje y posterior dosificación a través de lecho fluidificado.

Goma xántica y aceite: Disolución en tanque y posterior dosificación.

Una vez formada la suspensión, también denominada *slurry*, con todas las sub-corrientes, esta puede permanecer en almacenamiento hasta 7 días previo a la pasteurización.

El tratamiento térmico se realiza en el tanque, con agitación continua, para producir la gelatinización del almidón. El aumento de temperatura de la mezcla produce la imbibición del almidón, es decir, el ingreso de agua en el gránulo. Esto se produce primero en las áreas menos densas y posteriormente en las regiones más cristalinas de la molécula de almidón. Esto provoca el hinchamiento de los gránulos, derivando en la salida de las cadenas cortas de amilosa de los mismos. Este proceso inducido por el calor es el que provoca espesamiento en la fase. El ácido adicionado provoca hidrólisis ácida a nivel molecular, fragmentando parte de la molécula de almidón en dextrinas y polímeros de cadena corta, a fin de evitar que el producto sea extremadamente firme al ser enfriado.

Para lograr una óptima formación de la pasta de almidón se utiliza almidón modificado, el cual mejora las propiedades de la fase, como ser la estabilidad, apariencia, comodidad y funcionamiento en la preparación.

Los parámetros de preparación de esta fase son los siguientes:

Temperatura de pasteurización: 87-89°C

Tiempo de cocción: 1 minuto

Temperatura de salida: máximo 29°C

°Brix (antes de pasteurización): 7,0 – 8,0

% Acidez: 0,43

pH: 3,60 – 3,80

°Brix (después de pasteurización): 15,5 – 17,5

Viscosidad: 125.000 – 200.000 cP

Una vez obtenida la pasta, se puede almacenar en el tanque por hasta 30 días previa a ser utilizada en la elaboración del producto final.

4.1.4 Fase de Huevo

También denominada *ESM (Egg Spice Mix)*, la corriente de huevo en la elaboración de aderezos es importante dado que en esta fase se encuentran los compuestos que van a permitir la emulsión de la fase acuosa y la fase oleosa de la mezcla. En esta fase se realiza una pre-emulsión, incorporándose una fase acuosa, una fase oleosa y el huevo. Este último es recibido como huevo entero líquido en camiones asilados, mas no refrigerados, preparado por el proveedor con una proporción de 30% yema y 70% clara.

Las sub-corrientes de esta fase comprenden:

Fase Acuosa: Agua, sal, azúcar, EDTA, sorbato de potasio y jugo de limón concentrado.

Fase oleosa: Aceite, goma xántica, beta-caroteno y saborizantes.

Estas fases se preparan por separado y se mezclan con el huevo líquido en tanques con una velocidad de agitación muy baja, con la finalidad de evitar la formación de espuma.

El huevo por si mismo debe ser almacenado a una temperatura de 4°C, lo que, considerando los volúmenes de producción de una planta elaboradora de aderezos, supone la incorporación de grandes tanques de almacenamiento equipados con tecnología frigorífica para mantener la temperatura de la materia prima. Estos tanques no solo incrementan significativamente el uso de energía (impactando en el costo del producto final), sino que además suponen una ocupación importante del espacio físico de la planta, el cual podría ser utilizado con alguna otra finalidad.

Una vez elaboradas cada una de las fases (Aceite, ácida, pasta de almidón y huevo), se procede a utilizarlas para la elaboración del producto final. Por medio de un sistema de dosificación, estas fases son incorporadas al sistema de emulsificación.

Este sistemas de emulsificación comprende dos etapas. En primer término se realiza una pre-emulsión, y luego esta es procesada en un molino coloidal, dispositivo con motor de alta velocidad y mínimas holguras que facilita la emulsión de las fases. Además, en este punto se bombea nitrógeno en el producto, para evitar la incorporación de aire que produzca

oxidación de la fase oleosa. Así, se alcanza una fina y homogénea distribución de las gotas de aceite. A continuación, el producto final se almacena en tanques pulmón antes de ser envasado.

Debajo se detalla gráficamente el proceso en un esquema y en un diagrama de flujo:

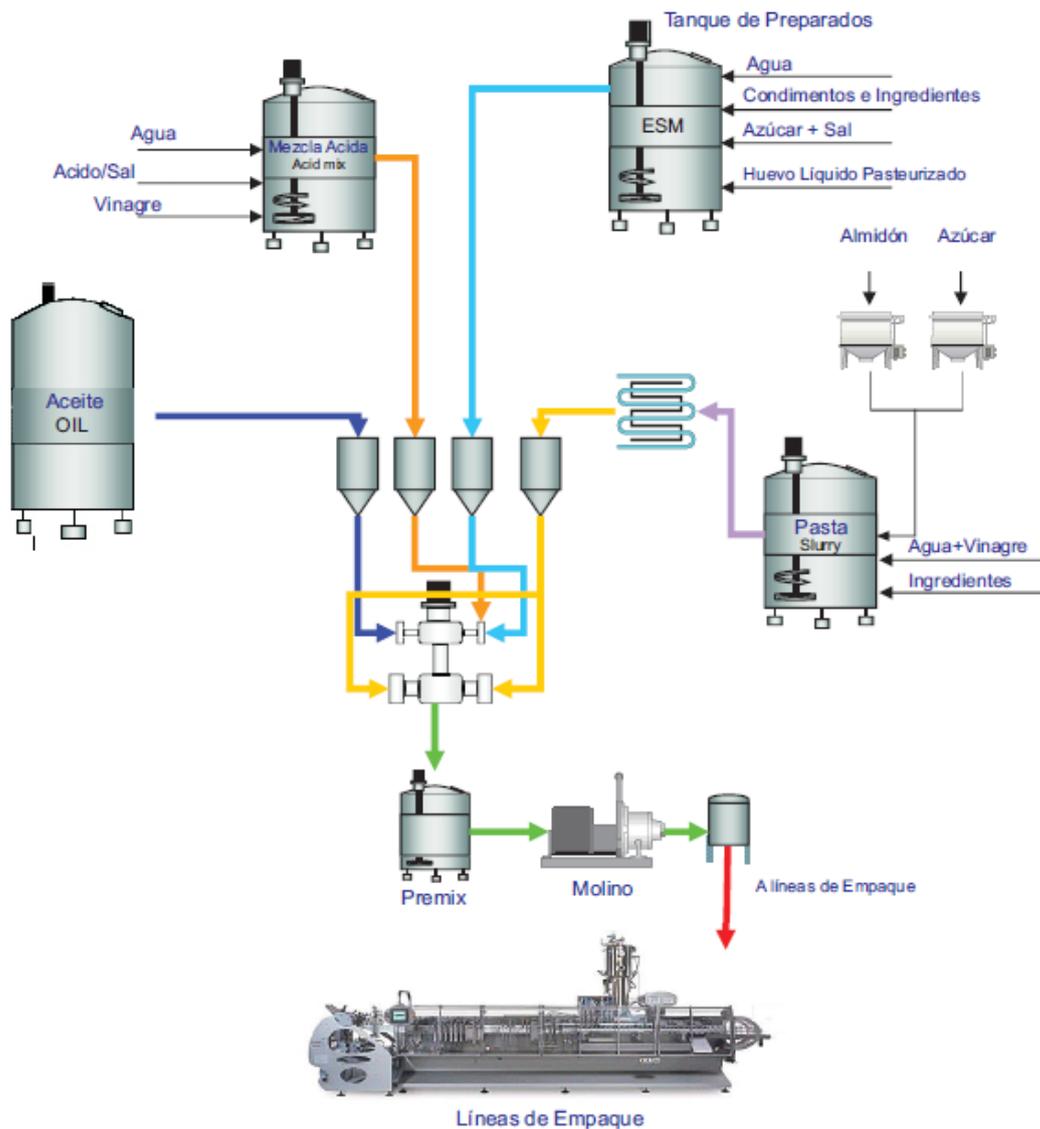


Figura 29: Simplificación gráfica del proceso de elaboración de aderezos emulsionados.

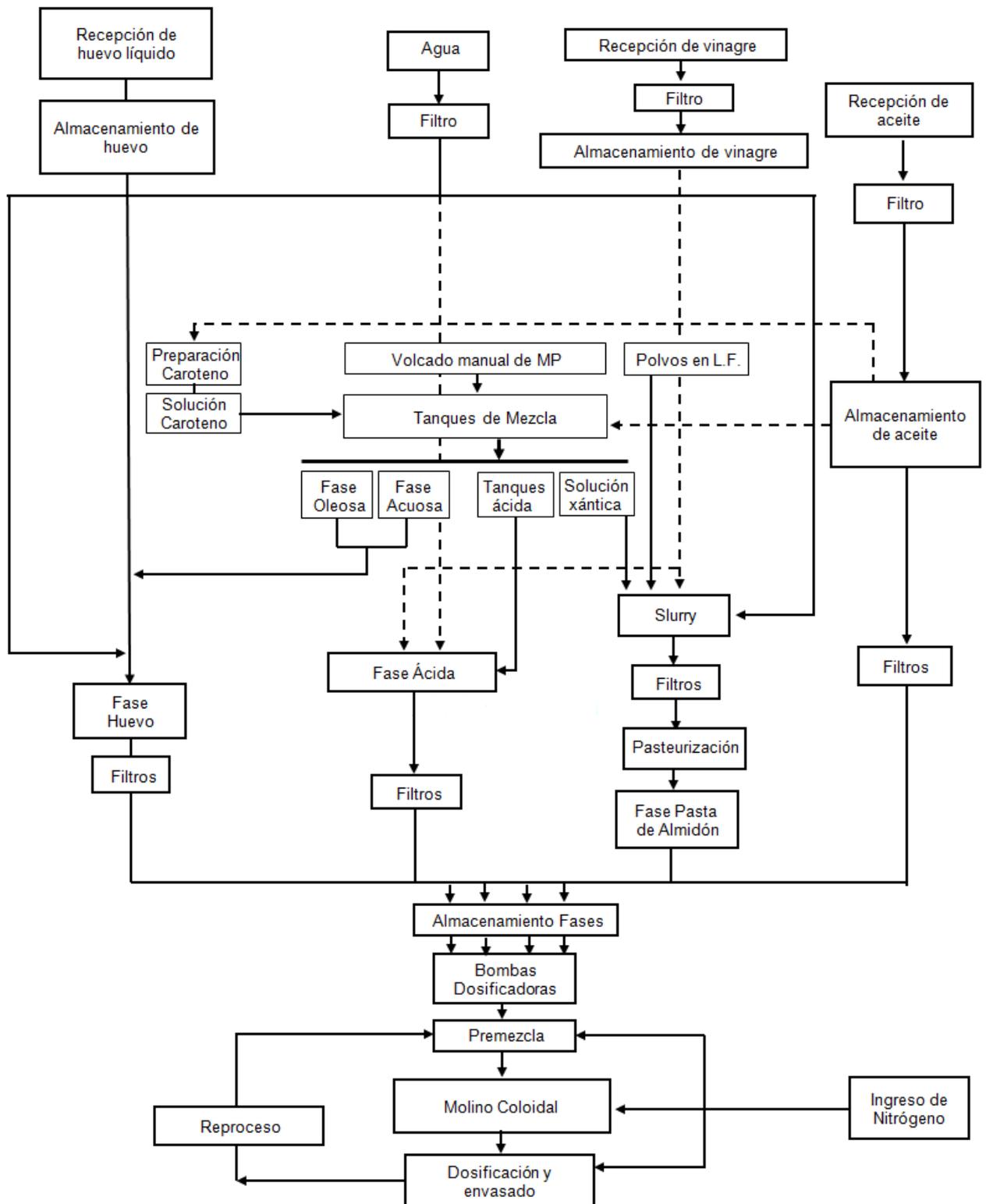


Figura 30: Diagrama de flujo de operaciones que participan en la elaboración de aderezos emulsionados.

4.1.5 Proceso productivo actual de aderezos que utilizan proteínas lácteas

Como se mencionó al principio del informe, tanto los aderezos marca La Parmesana como Hellmann's Libre de Colesterol utilizan suero lácteo en su formulación, en la forma de suero en polvo reconstituído. Esto supone modificaciones en el proceso productivo que, lejos de mejorar la eficiencia y disminuir el gasto de recursos, transforma esa fase de la elaboración en algo más complejo, más caro y de mayor duración, lo que irrevocablemente deriva en que los volúmenes producidos de estos productos sean del orden de un 5% o menos del volumen total de aderezos emulsionados en el mercado.

La fase de Huevo en el proceso productivo de estos aderezos no sufre modificaciones a nivel de que se elaboran dos sub-fases (acuosa y oleosa) y se forma una pre-emulsión, lo que se modifica es el hecho de que, en vez de dosificar las sub-corrientes en el tanque de mezcla y elaborar la fase, es necesaria la incorporación de operadores para primero reconstituír el suero lácteo en un tanque aparte con vacío. Esto supone un incremento en la cantidad de personal, de recursos utilizados y de tiempo destinado a la elaboración de la fase.

El suero lácteo se recibe en polvo en bolsas de 25 kg, las cuales se almacenan en depósitos destinados a materias primas que no requieren un ambiente refrigerado. La cantidad necesaria de suero en polvo es pesada por un operario, el cual transporta las bolsas hasta la balanza utilizando un carro. Una vez pesada la cantidad de polvo y dosificada el agua, se introducen en un tanque de mezcla especialmente utilizado para la reconstitución del suero, el cual cuenta con una camisa para la refrigeración del producto y una bomba de vacío para evitar la formación de espuma. Ya con el suero reconstituído, se mantiene en el tanque a una temperatura de 10°C para evitar el desarrollo de microorganismos que pudiesen alterar el producto final.

Esta fase, al igual que la fase de huevo en la elaboración de mayonesa tradicional, tiene una vida útil de almacenamiento de 7 días hasta su utilización.

En el caso de los aderezos desarrollados en este Proyecto, la fase con WPC80 se elaboró mezclando todos los ingredientes directamente en la Stephan (simulando un tanque con agitación) para su posterior dosificación, emulsionado y pasteurizado final.

4.2 Estudio de Puntos Críticos de Control

Una de las ventajas de incluir una etapa de pasteurización al final supone una reducción de los Puntos Críticos de Control (PCC). A continuación se detalla el estudio de PCC, a través de la metodología HACCP y el árbol de decisión.

A continuación el árbol de decisión de PCC, tomado de los apuntes de la cátedra de Calidad Alimentaria:

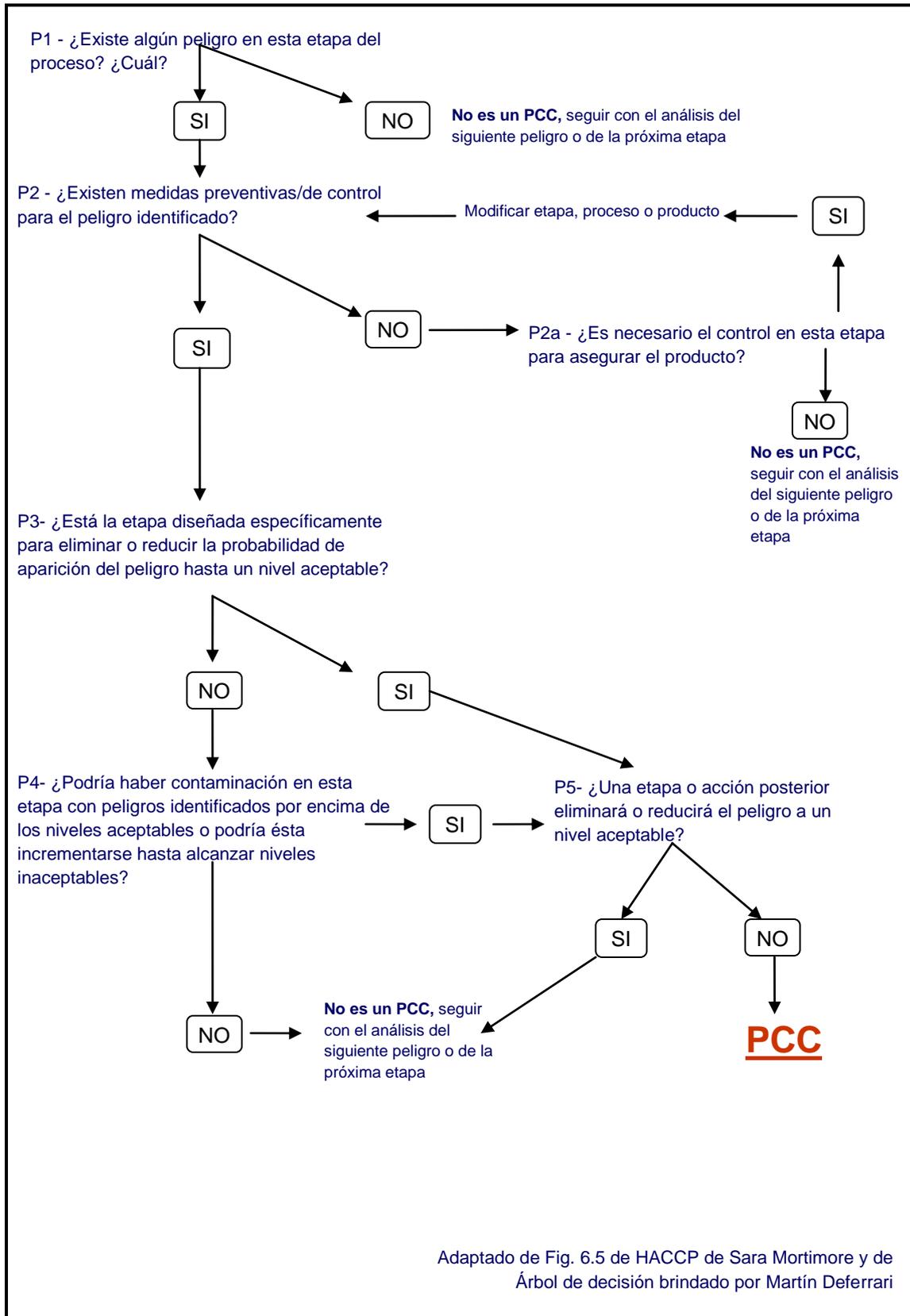


Figura 31: Árbol de decisión de PCC. Fuente: Cátedra de Calidad Alimentaria, UADE 2012

TABLA VI: Estudio de los PCC del proceso productivo de mayonesa.

Fase	Etapa	Peligro	P1	P2	P3	P4	P5	PCC
Huevo	Recepción del huevo líquido	Microorganismos patógenos por mala temperatura	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Huevo	Recepción del huevo líquido	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	SI	NO
Huevo	Almacenamiento de huevo líquido	Microorganismos patógenos por mala temperatura	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Huevo	Almacenamiento de huevo líquido	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	SI	NO
Ácida	Recepción de vinagre	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	SI	NO
Aceite	Recepción de aceite	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	SI	NO
Aceite	Filtro de aceite	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	NO	SI
Aceite	Almacenamiento de aceite	Enranciamiento por almacenamiento prolongado o a mala temperatura	NO	-	-	-	-	NO
Huevo Ácida	Ingreso de agua de proceso	Microorganismos patógenos (<i>E. coli</i>)	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Pasta de Almidón	Ingreso de agua de proceso	Microorganismos patógenos (<i>E. coli</i>)	SI	SI	NO	SI	SI	NO

Huevo Ácida Pasta	Filtro de agua	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	NO	SI	SI	NO
Huevo	Almacenamiento de semielaborado	Microorganismos patógenos por mala temperatura	SI	SI	NO	SI	NO	SI
Huevo	Filtro de ESM	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	NO	SI
Pasta de Almidón	Filtro de <i>slurry</i>	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	NO	SI
Pasta de Almidón	Pasteurización	Microorganismos patógenos por tratamiento térmico insuficiente	SI	SI	SI	-	NO	SI
Ácida	Filtro de mezcla ácida	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	NO	SI
Premezcla	Regulación de bombas dosificadoras de fases	Microorganismos patógenos por pH alto	SI	SI	SI	-	NO	SI

Como se observa en la Tabla VI, el proceso actual de elaboración de mayonesa cuenta con diez PCC, de los cuales cuatro corresponden a filtros de cuerpos extraños. Los seis restantes, los que se refieren a la proliferación de microorganismos patógenos, pueden ser eliminados aplicando la modificación de proceso que se propone en este informe, quedando así únicamente un PCC de tratamiento térmico al final de la línea de elaboración.

Los tres PCC que involucran a la temperatura de recepción, almacenamiento de huevo y almacenamiento de ESM se eliminarían por no utilizar huevo en el proceso, sino que se

reemplaza por un producto en polvo que se almacena a temperatura ambiente hasta su disolución en el momento de elaborar producto.

Los PCC que se refieren a patógenos en el agua de proceso y proliferación por mala regulación de bomba dosificadora pasarían a ser meramente Puntos de Control que no requieren un grado tan alto de control. La mala regulación de la bomba dosificadora de fase Ácida ocasionaría una No Conformidad en cuanto a parámetros organolépticos pero sin representar un riesgo para la salud al momento de consumir el producto.

Por último, el PCC de pasteurización del slurry se traslada al final del proceso como pasteurización del producto, manteniendo el mismo control exhaustivo de parámetros como tiempo y temperatura para evitar contaminación en el producto final.

4.3 Formulación

El punto clave en el desarrollo de un producto novedoso es su formulación. Obviamente esta debe ir acompañada por un envase y rótulo adecuado, además de un precio razonable y accesible para el consumidor, entre otras cosas. La proporción de cada ingrediente que forma parte de la formulación debe ser exactamente medido y controlado, ya que errores por exceso ó faltante de algún compuesto pueden provocar alteraciones tanto físico-químicas como sensoriales del producto, entre muchos otros resultados desfavorables que no permiten llegar al producto deseado.

Dado que el objetivo del presente trabajo es desarrollar aderezos que carezcan de huevo en su formulación, siendo el mismo reemplazado por WPC 80, aportando aminoácidos esenciales a la dieta, el primer paso que se realizó fue pensar qué es lo que la población entiende por aderezos.

A partir de un breve relevamiento de datos, llegué a la conclusión de que hay dos grandes grupos de aderezos que son consumidos de manera mayormente diaria: los aderezos más firmes ó untables, como es el caso de la mayonesa ó el ketchup, y los aderezos más fluidos, mayormente utilizados para condimentar ensaladas, aunque también comenzando a ser utilizados como adobo durante la cocción de diversas carnes. La mayoría de las personas con las que se conversó durante el relevamiento coincidían en que su consumo de aderezos se debía al sabor que aportaban a las comidas, aunque también se encontraba relacionado con la textura y la sensación de humedad que aportan.

Dentro del primer grupo, es decir el de los aderezos más firmes, se encuentran todos aquellos que se comercializan en un amplio abanico de presentaciones, de acuerdo al público consumidor al que se destina. Para el consumo doméstico se presenta en *sachet*, *pouch*, frasco de tapa rosca, *doy-pack*, pomo y envase plástico *Squeeze* (apretable) con pico dosificador. Los envases plásticos *Squeeze* con pico dosificador son aquellos en los que se busca verter el contenido de forma controlada, pudiendo inclusive hacer distintas formas con el producto sobre el alimento que se aplique. Los potes plásticos de tapa rosca, por su parte, son aquellos en donde se accede al producto a través de una abertura grande utilizando generalmente un cuchillo ó una cuchara, para retirar parte del producto y untarlo sobre el alimento. Estos

aderezos se utilizan mayormente en *sandwichs*, ya sean de fiambre ó del estilo de panchos y hamburguesas. A pesar de que hay un enorme abanico de aderezos en esta categoría, como es el caso de la mayonesa, ketchup ó mostaza, en este proyecto me focalicé únicamente en la mayonesa, debido que es la única que presenta huevo como emulsionante en su composición.

Dentro del grupo de los aderezos fluidos, comúnmente denominados aderezos para ensaladas ó *salad dressings*, se encuentran todos aquellos que fueron desarrollados para reemplazar los típicos condimentos de las ensaladas, como el aceite y el vinagre, por un producto que no solo contiene ambos componentes en su formulación sino que además adiciona otros ingredientes para obtener aderezos originales. Estos productos vienen generalmente en botellas plásticas con pico dosificador, el cual facilita su servicio debido a su baja viscosidad. Dentro de este grupo de aderezos se pueden encontrar el aderezo blanco (una emulsión de aceite y vinagre principalmente), uno semejante pero que utiliza aceto balsámico, el aderezo Cesar, entre otros. Además, encontré que a estos aderezos también se les podía dar uso como adobo para la cocción de carnes al horno o a la parrilla, aunque aún este uso no se encuentra muy instalado dentro de la población. En este proyecto me dediqué a obtener aderezos a escala de planta piloto, elaborando una variedad de los mismos, siendo del tipo firme tanto una base blanca como de diversos sabores como “Clásico”, “Parmesano y Queso Azul”, “Pizza”, y del tipo fluido, aderezos variedad “Cesar”, “Finas Hierbas”, “Tipo Criollo”, “Ajo y Cebolla” y “Romero y Tomillo”.

4.3.1 Fórmula original

Una vez que tomé conocimiento de los tipos de aderezos y del proceso productivo de elaboración, planifiqué los pasos a seguir. Mi idea fue comenzar desde un principio con una fórmula de mayonesa industrial, analizar las modificaciones en la composición para el Aderezo Libre de Colesterol comercializado actualmente, calcular la cantidad de WPC 80 a utilizar como reemplazo del suero en polvo, y a partir de la fórmula obtenida aplicar tanto el proceso original como el proceso novedoso para observar similitudes y diferencias, para finalizar desarrollando algunos aderezos menos tradicionales utilizando diversos saborizantes. Una vez obtenida la formulación definitiva para los aderezos firmes, lo que seguía era obtener aderezos fluidos, lo cual no resultó ser de mucha dificultad debido a que solo requería unos pequeños cambios en la cantidad de almidón utilizado.

Se partió de la formulación de una mayonesa elaborada industrialmente (TABLA VII) y del aderezo que utiliza suero líquido reconstituido para realizar las modificaciones necesarias en la misma.

TABLA VII: Formulación original de mayonesa

Fase	Porcentaje del producto final (%)	Materia prima	Porcentaje de la fase (%)
Aceite	38,67	Aceite de girasol refinado	100
Ácida	6,26	Agua	58,76
		Vinagre de alcohol (10%)	27,63
		Glucono Delta Lactona	6,39
		Azúcar	7,22
Pasta de Almidón	35,13	Agua	79,42
		Vinagre	3,91
		Almidón modificado	9,35
		Azúcar	6,51
		Ácido sórbico	0,07
		Aceite de girasol refinado	0,46

		Goma xántica	0,28
Huevo	19,93	Huevo líquido	35,14
		Agua	44,54
		Azúcar	7,73
		Sorbato de Potasio	0,28
		Jugo concentrado de limón	0,15
		Glucono Delta Lactona	1,10
		EDTA en polvo	0,04
		Aceite de girasol refinado	3,63
		Goma Guar	0,28
		Goma xántica	0,28
		Sal	6,40
		Betacaroteno (30%)	0,43

Cada uno de estos componentes tiene una función determinada:

Agua:

Carga

Sal:	Sabor
Azúcar:	Sabor
Aceite de girasol:	Fase emulsionada
Huevo líquido:	Emulsionante
Almidón modificado:	Cuerpo y textura
Goma xántica, goma guar:	Estabilizante
Vinagre, Jugo de limón:	Saborizante/conservante
GDL, ácido sórbico:	Acidificante/conservante
Sorbato de potasio:	Conservante/anti fúngico
EDTA:	Secuestrante/antioxidante
Betacaroteno:	Colorante

4.3.2 Equipo utilizado y *lay out*

El equipamiento utilizado para la elaboración de las corrientes fue un cocinador Stephan de cuchillas filosas, encamisado tanto como para calentamiento mediante vapor vivo como para enfriamiento mediante agua helada. El mismo cuenta con un PLC desde donde se programan los parámetros de cada operación, como tiempo, temperaturas y velocidad de agitación. El mismo se puede ver en las Figuras 32 y 33.



Figura 32: Cocinador Stephan, con su recinto para los ingredientes y su PLC para programarlo.



Figura 33: Detalle del recinto de mezcla del cocinador Stephan.

Además, para lograr la emulsión de las fases se utilizó un cocinador batch marca Limitech modelo P-4, el cual está específicamente diseñado para la elaboración de aderezos emulsionados (ver Figuras 34, 35, 36 y 37). Es una máquina de origen danés y consta principalmente de una cámara equipada con una hélice que provoca el batido, y por debajo de la misma se encuentra una estructura que emula el trabajo de un molino coloidal, ingresando

producto y sometiéndolo a un tratamiento mecánico de disgregación y reducción de tamaño de las gotas del medio emulsionado.

Además, el equipo cuenta con una instalación de vapor, la cual permite tanto un calentamiento indirecto a través de una camisa como un calentamiento mediante inyección de vapor directo.

Este equipo tiene una capacidad de 15 litros, aunque los batch que se elaboraron a lo largo de este proyecto constaban de 8 kilogramos para evitar rebalses.



Figura 34: Cocinador y emulsificador Limitech con su panel de control.



Figura 35: Recinto de mezcla y emulsionado, junto con cono de ingreso de líquidos.



Figura 36: Detalle del recinto de mezcla y emulsionado.



Figura 37: Panel de control del cocinador Limitech. Las funciones del tablero principal son velocidad de agitación, apertura de válvulas en camisa para tratamiento térmico y arranque de bomba de vacío.

Tanto el equipo como los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo este proyecto fueron proporcionados por la empresa Arla Foods Ingredients S.A.

A continuación se detalla el *lay out* de la planta piloto donde se realizaron los ensayos:

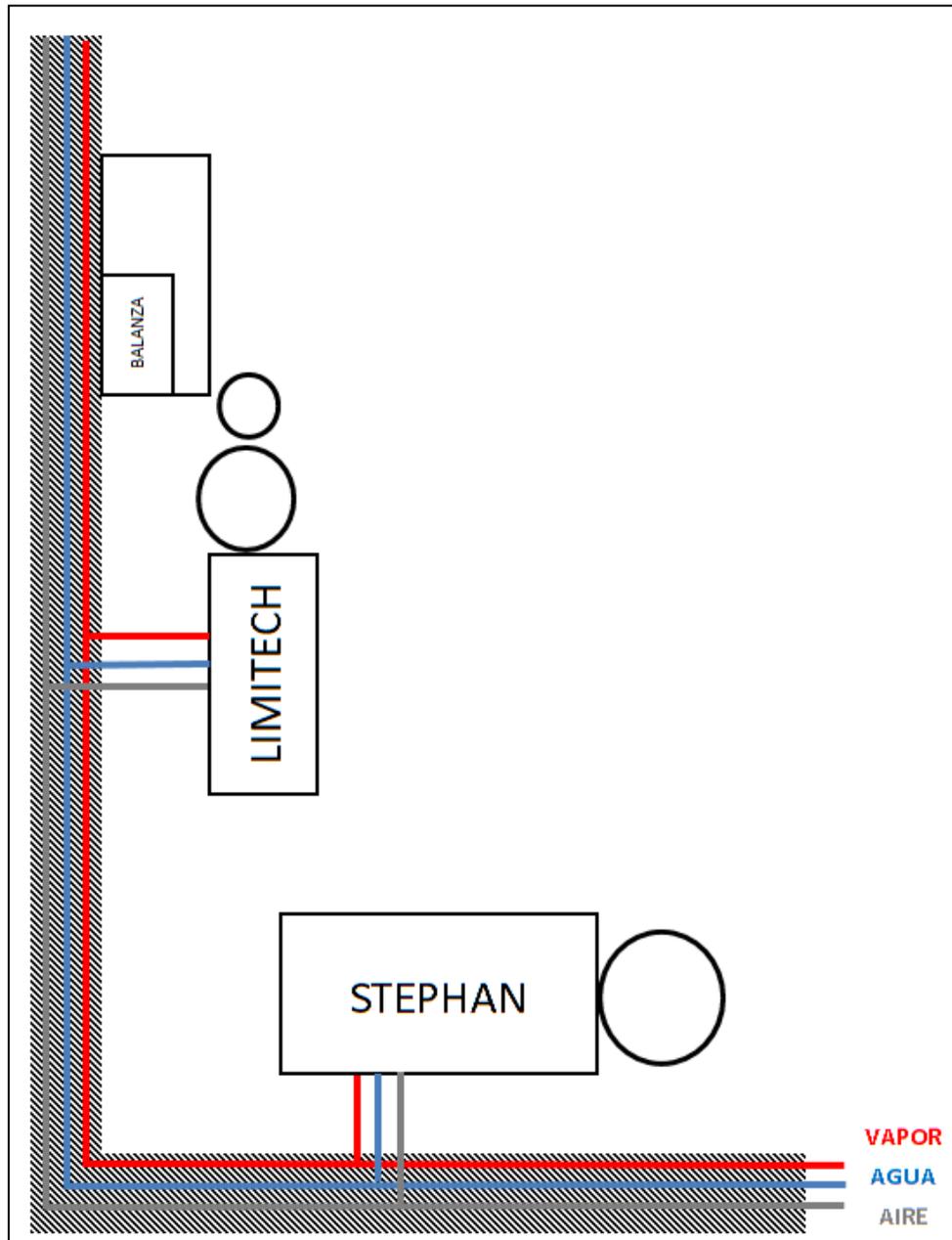


Figura 38: Vista en planta del sector de elaboración de aderezos a escala piloto. Arla Foods Ingredients S.A.

4.3.3 WPC utilizado

Para cumplir con lo planteado en este proyecto respecto a la elaboración de aderezos se decidió utilizar WPC 80. Como fue explicado anteriormente, este concentrado de proteínas de suero es un producto en polvo, de color amarillo muy claro y un ligero aroma lácteo. Este producto elaborado por Arla Foods Ingredients S.A. se comercializa bajo el nombre de Lacprodan 80.¹

TABLA VIII: Especificaciones nutricionales del Lacprodan 80.

Cantidad cada 100 g.	
Calorías	408 kCal
Grasas Totales	10,0 g
Grasas Saturadas	6,4 g
Grasas Trans	0,3 g
Colesterol	37 mg
Sodio	200 mg
Carbohidratos Totales	9,0 g
Fibra	0 g
Azúcares	9,0 g

¹ (N. de A.): Para ver el documento original de especificaciones nutricionales del Lacprodan 80, dirigirse al ANEXO B

Proteína (N x 6,25)	76 g
Calcio	0,4 %
Hierro	20 ppm

Lo que se puede observar en la TABLA VIII es que, de ser efectiva la inserción de este ingrediente y el cambio en el proceso productivo, el producto final contendría una cantidad muy pequeña de colesterol en comparación con la cantidad presente en la yema de huevo.

Este producto se comercializa en bolsas de 25 kg, siendo el producto contenido en una bolsa de plástico impermeable a la humedad, con una bolsa de papel madera para asegurar la protección del mismo. El precio es de 10 USD/kg.

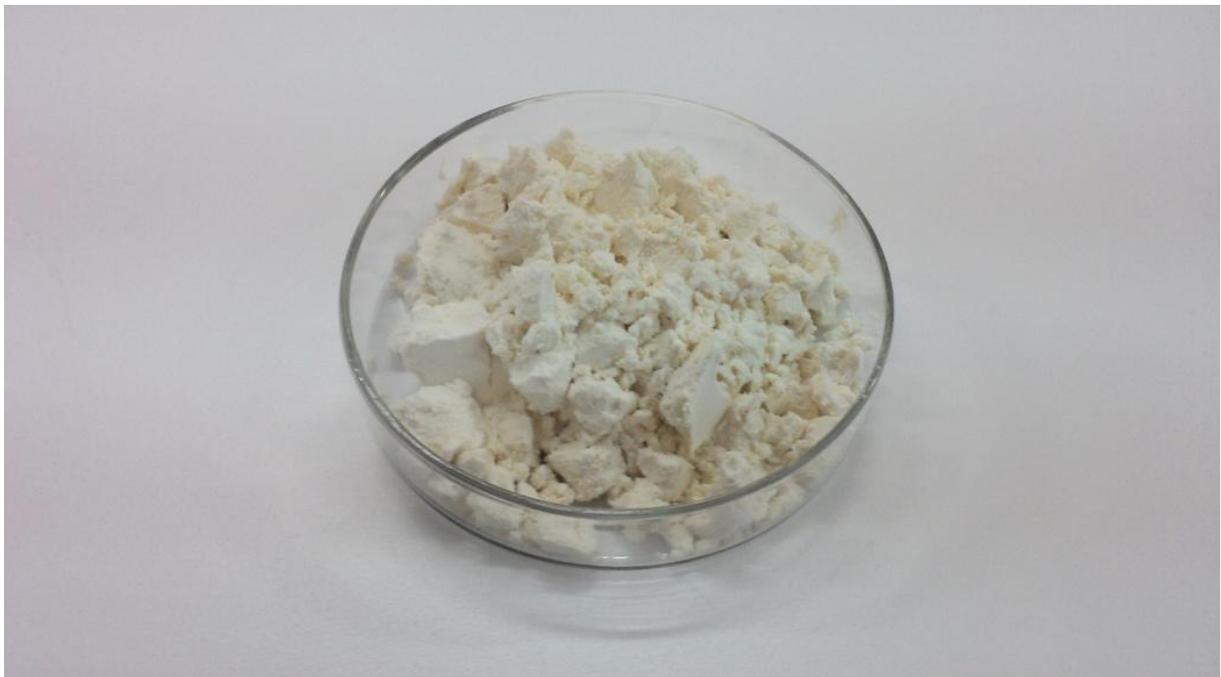


Figura 39: Muestra de Lacprodan 80.

Desde el punto de vista del impacto de las temperaturas manejadas y del pH del producto a elaborar, se obtuvo la siguiente información a partir de los artículos académicos *Whey proteins-Properties and Possibility of Application* (Snežana Jovanović, Mirosljub Barać, Ognjen Maćej, 2005) y *Modulation of Functional Properties of Whey Proteins by Microparticulation* (Muditha Dissanayake, 2011).

Las proteínas provenientes del suero son del grupo de las termolábiles. Esto quiere decir que tanto su estructura como su funcionalidad se ven afectadas por tratamientos térmicos que modifican su forma nativa. Dependiendo de la finalidad para la que se utilice la proteína, la desnaturalización de la estructura puede tener un efecto beneficioso o no.

Para el caso de estas proteínas, en línea a lo estudiado en Tecnología de Alimentos II, se observa que tienen dos etapas de desnaturalización de su estructura. La primera etapa, la cual sucede cuando se alcanza una temperatura de termizado de 66° C para la α -Lactoalbúmina y 73° C para la β -Lactoglobulina, es la que desdobra la estructura terciaria de las proteínas, exponiendo sus secciones hidrofóbicas e hidrofílicas. Este tratamiento aumenta significativamente su capacidad emulsionante principalmente por la exposición y activación de grupos sulfhidrilos. Según desarrolla Dissanayake, el aumento de la temperatura de pasteurización y tiempo de retención contribuyen notoriamente al aumento de la proporción de proteína desnaturalizada en el medio.

La segunda etapa de desnaturalización ocurre con la modificación del pH. A medida que la matriz del alimento que contiene las proteínas se va moviendo hacia un pH medianamente a muy ácido, se produce una etapa de agregación en donde la repulsión entre las cadenas de péptidos las mantiene en una conformación ideal para funcionar como emulsionantes. Este agregado también es el responsable del aumento de otras características funcionales de los concentrados de proteína de suero como es la formación de geles y aumento de la viscosidad.

4.3.4 Cálculo de WPC 80 a utilizar

Según Acem y Choukri (*Study of the emulsifying properties of whey proteins in crude and modified environments*, 2012), las proteínas de suero producen mejor estabilidad en su estado original. Esto quiere decir que se comportan mejor como emulsionantes si no sufren ningún tratamiento de deslactosado, desproteneizado o desmineralizado. Este es el caso, dado que se utilizará proteínas de suero hiper concentradas cuyo único tratamiento fue el de concentración por membranas y secado spray.

El cálculo de WPC 80 al utilizar se realizó tomando como base la fórmula del producto que contiene suero líquido reconstituido en su formulación, es decir el aderezo Hellmann's Libre de Colesterol. Se toma como base que la cantidad definida en la formulación es la exactamente necesaria para emulsionar esa cantidad de aceite, y que la capacidad emulsionante de las proteínas per se en el suero en polvo no se ve modificada por el tratamiento de concentración por membranas. Además se tiene en cuenta que el suero en polvo cuenta con un 13% de proteína (*Lecturer's Handbook of whey and whey products*, Dr. J.N. DeWit, 2001).

$$\begin{array}{rclcl}
 22,861\% & \times & 6,5\% & = & \mathbf{1,486\%} \\
 \text{\% de suero líquido} & & \text{\% de sólidos en el} & & \text{\% de suero en polvo} \\
 \text{reconstituido en Hellmann's} & & \text{suero líquido} & & \text{en Hellmann's Libre} \\
 \text{Libre Colesterol} & & \text{reconstituido} & & \text{Colesterol}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rclcl}
 1,486\% & \times & 0,13\% & = & \mathbf{0,1932\%} \\
 \text{\% de suero en polvo en} & & \text{\% de proteína en} & & \text{\% de proteína láctea} \\
 \text{Hellmann's LC} & & \text{el suero en polvo} & & \text{en el producto final}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0,1932\% \text{ de prot.} & \text{—————} & 18\% \text{ de aceite} \\
 \mathbf{X = 0,4495\%} & \text{—————} & 41,89\% \text{ de aceite}
 \end{array}$$

0,4495%	/	0,76%	=	0,5915%
% de proteína láctea necesaria para emulsionar un aderezo regular		% de proteína en WPC 80		% de WPC 80 en el producto final

Para la simplificación de los cálculos, se toma la diferencia de concentración de huevo con WPC80 como si fuese agua y aceite únicamente, repartiéndolos en la fórmula en una proporción de 86,39% de la diferencia como agua y 13,61% como aceite (Tabla de composición de alimentos, Universidad Nacional de Luján, 2010).

4.4 Legislación

De acuerdo a la legislación actual de la República Argentina, los productos desarrollados en este Proyecto no pueden ser denominados ni tener elementos que sugieran que el producto es mayonesa. A continuación se cita el artículo del Código Alimentario Argentino en donde se detalla esta limitación.

Código Alimentario Argentino – Capítulo XVI

Artículo 1282 - (Dec 748, 18.3.77)

"Podrán elaborarse salsas, aderezos o aliños en forma de una emulsión de aceite vegetal comestible con emulsificantes admitidos, sazónada con vinagres y/o jugo de limón con o sin especias o condimentos, aceites esenciales, extractos aromatizantes y envasada en un recipiente bromatológicamente apto.

Podrán contener:

- a) Los ingredientes mencionados y en las cantidades establecidas en los puntos: a), b), c) y d) del Artículo 1280.
- b) Los emulsificantes permitidos por el Artículo 550 y en las proporciones allí establecidas con respecto a la materia grasa.
- c) Colorantes beta caroteno natural o sintético, cantaxantina, apocarotenal, apocarotenatos, cúrcuma, rocú o sus mezclas en cantidad limitada por una buena práctica de elaboración.

Deberán cumplimentar las condiciones establecidas en los puntos 1, 2, 4, 5, 6 del Artículo 1280.

Este producto se rotulará: Salsa, Aderezo o Aliño... llenando el espacio en blanco con el nombre de fantasía u otro vocablo apropiado.

Queda prohibido el uso de letras, sílabas o cualquier otra expresión que por su grafía y/o fonética sugieran la palabra Mayonesa así como la de Mayonesa sin huevo.

En el rótulo deberá figurar con caracteres y en lugar bien visible (si correspondiere) Colorante permitido, Conservante permitido.

Si se hubieran adicionado exaltadores del sabor y/o aroma deberá consignarse en la forma mencionada precedentemente Con... llenando el espacio en blanco con el nombre correspondiente.

Con caracteres y en lugar bien visible se consignará peso neto y fecha de elaboración (mes y año)".

Teniendo en cuenta esto, los productos aquí desarrollados deberán ser rotulados como “Aderezo a base de aceite y vinagre con sabor a...” para no infringir la legislación local.

5. Pruebas realizadas

Una vez recolectada toda la información teórica necesaria para poder comenzar a realizar los ensayos para este proyecto, el autor de este reporte se dispuso a formular. Se decidió a comenzar por el desarrollo de un aderezo firme, y una vez conseguida la fórmula final del mismo pasar al desarrollo de aderezos para ensaladas. Para la primera prueba se realizó un ensayo utilizando la fórmula tradicional pero modificando la fase de huevo para adecuarla al objetivo que se busca en este ensayo, es decir, utilizando WPC 80. A este ensayo se lo denominó TRIAL 01.

Se realizaron cada una de las cuatro fases por separado utilizando el mezclador y cocinador Stephan, para luego ser dosificadas en la cantidad justa en la emulsionadora Limitech.

Tomando como referencia la sección 4.3.4, se calculó la cantidad de WPC80 a emplear en la corriente de WPC80. Para este primer ensayo se mantuvo la proporción de fases semejante a la formulación original con huevo.

Si la fase con WPC80 va a ser de 19,93% en el producto final, y se requiere que la concentración del WPC80 en producto final sea de 0,59%, entonces dentro de la fase el WPC80 debería tener una concentración de 2,96%.

La formulación del aderezo TRIAL 01 se muestra a continuación, en la TABLA IX.

TABLA IX: Fórmula de TRIAL 01.

Fase	Porcentaje del producto final (%)	Materia prima	Porcentaje de la fase (%)
Aceite	38,67	Aceite de girasol refinado	100
Ácida	6,26	Agua	58,76
		Vinagre de alcohol (10%)	27,63
		Glucono Delta Lactona	6,39
		Azúcar	7,22
Pasta de Almidón	35,13	Agua	79,42
		Vinagre	3,91
		Almidón modificado	9,35
		Azúcar	6,51
		Ácido sórbico	0,07
		Aceite de girasol refinado	0,46
		Goma xántica	0,28
WPC80	19,93	WPC 80	2,96

		Agua	72,34
		Azúcar	7,73
		Sorbato de Potasio	0,28
		Jugo concentrado de limón	0,15
		Glucono Delta Lactona	1,10
		EDTA en polvo	0,04
		Aceite de girasol refinado	8,44
		Goma Guar	0,28
		Goma xántica	0,28
		Sal	6,40

Para comenzar el ensayo, se pesó y retiró el aceite de la fase del mismo nombre. Luego se procedió a elaborar la fase con WPC80, utilizando la menor agitación posible en la Stephan, lo cual corresponde a 300 rpm, para reducir al mínimo la formación de espuma. Por su parte, para la fase ácida se pesaron en un balde de acero inoxidable los componentes y se realizó la agitación manualmente debido a la facilidad de mezcla y disolución de los elementos que la comprenden. Por último, se utilizó la Stephan para elaborar la fase de almidón, mezclando los componentes y agitando a una velocidad de 1500 rpm para evitar la formación de grumos. Únicamente se realizó la mezcla de los componentes de la fase, dado que el objetivo de este ensayo es evaluar el impacto de la pasteurización al final del proceso.

El siguiente paso fue dosificar cada una de las fases en la proporción que indica la fórmula de TRIAL 01 en la Limitech. Primero se mezclaron la fase con WPC80 y el *slurry*. Luego, se incorporó lentamente la fase de aceite, manteniendo la agitación, a través de la tolva ubicada en uno de los lados de la máquina. Por último, se dosificó la fase ácida por la misma tolva pero a mayor velocidad para que ingrese a la mezcla lo más rápido posible.

Para simular la fase de emulsionado en la industria, se agitó con una intensidad de 3000 rpm, a medida que el producto iba pasando por las rendijas que tiene la máquina debajo del agitador.

Lo que se hizo a continuación fue aplicar la operación de pasteurizado, en donde se llevó el producto a una temperatura de 89° C y se lo mantuvo durante 60 segundos. Luego se lo enfrió con la misma camisa haciendo circular agua helada hasta una temperatura de 40° C. A continuación se procedió a recolectar el producto terminado a través de la boca de salida, en una jarra plástica esterilizada. La principal diferencia en este ensayo a escala planta piloto con la elaboración industrial de aderezos consistió en la falta de dosificado de nitrógeno a presión en la etapa de envasado, lo cual retrasa la oxidación de la fase oleosa hasta el momento en que el producto comercializado es abierto.

Una vez realizado en ensayo se procedió a evaluar los resultados. Se dejó el producto envasado en frascos tipo *Squeeze* con pico dosificador a temperatura ambiente durante un día antes de comenzar a realizar las mediciones, para que se asiente el producto y se estabilice. A primera vista, la emulsión pareció fuerte en el ensayo realizado. Se realizaron movimientos de agitación y se observó que el producto se mantenía homogéneo, sin ninguna aparente separación de fases. Se evaluó la estabilidad del producto de tres maneras:

- Retiro del producto, al abrigo de la luz y el calor, para observar separación de fases sin estímulos, y su evolución en el tiempo.
- Medición de la viscosidad a los 30 días de elaborado, y comparación con mayonesas del mercado. Para esta medición se utilizó un viscosímetro Brookfield, modelo DV-II (ver Figura 39). Se tomaron 25 mediciones cada 2 segundos manteniendo la velocidad de giro del *spindle* a 10 RPM, mientras el mismo se movía verticalmente de arriba hacia abajo, y el valor declarado fue el promedio de esos valores.

- Medición del tamaño medio de partícula en día 30 de elaboración. Para esta medición se utilizó un microscopio óptico.



Figura 40: Viscosímetro Brookfield DV-II, con el que se realizaron las mediciones de viscosidad.

Desde el punto de vista del color, el ensayo TRIAL 01 tenía un color blanco brillante. Esto ya estaba contemplado, debido a que la yema de huevo posee componentes que confieren este color al producto final y que no están presentes en los concentrados de proteínas de suero.

Si nos referimos al tamaño de partícula, se pudo observar al microscopio que luego de 30 días de almacenamiento refrigerado, la distribución de partículas oleosas era uniforme con un diámetro que se encontraba entre 1 y 4 μm . Estos valores van de acuerdo con lo estudiado en la sección 3.2.1, por lo que la emulsión resultó ser estable en ese sentido.

En lo que se refiere a la evaluación sensorial, con la degustación del producto se determinó que tenía un buen sabor, con notas ácidas, dulces y saladas.

El pH del ensayo era de 3,4, el cual es un buen valor para este tipo de aderezos. Para lograr la inhibición de microorganismos es necesario que el producto se encuentre a un pH por debajo de 3,5.

A continuación se detallan los valores de las mediciones de viscosidad aparente:

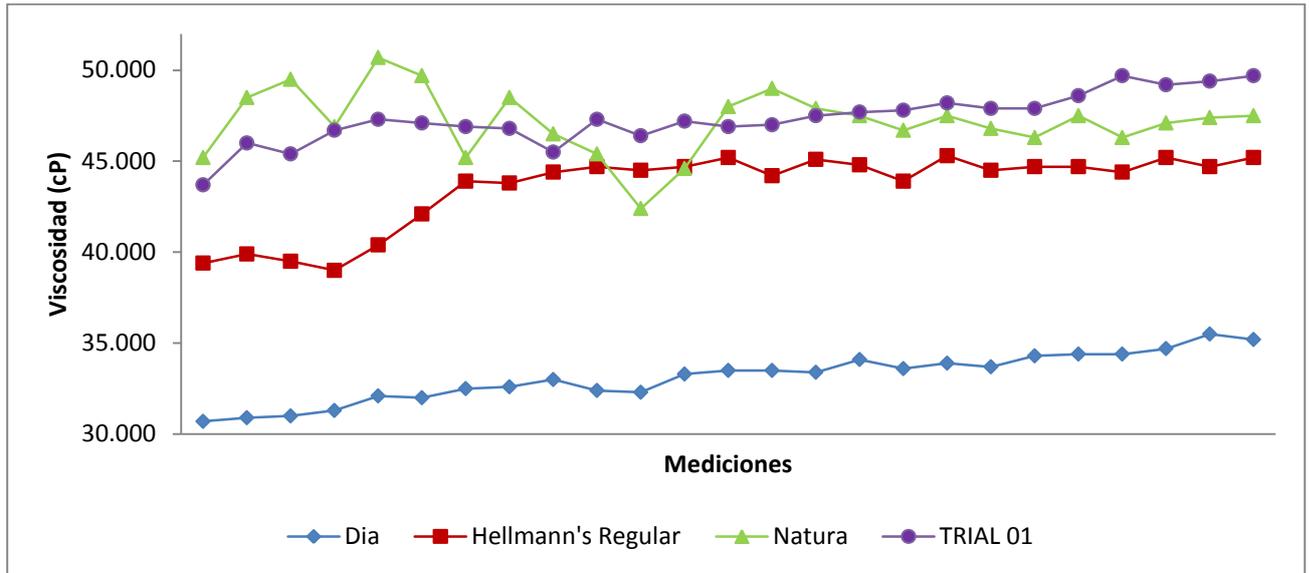


Gráfico 1: Comparación de perfil reológico entre TRIAL 01 y mayonesas del mercado. Mediciones individuales.

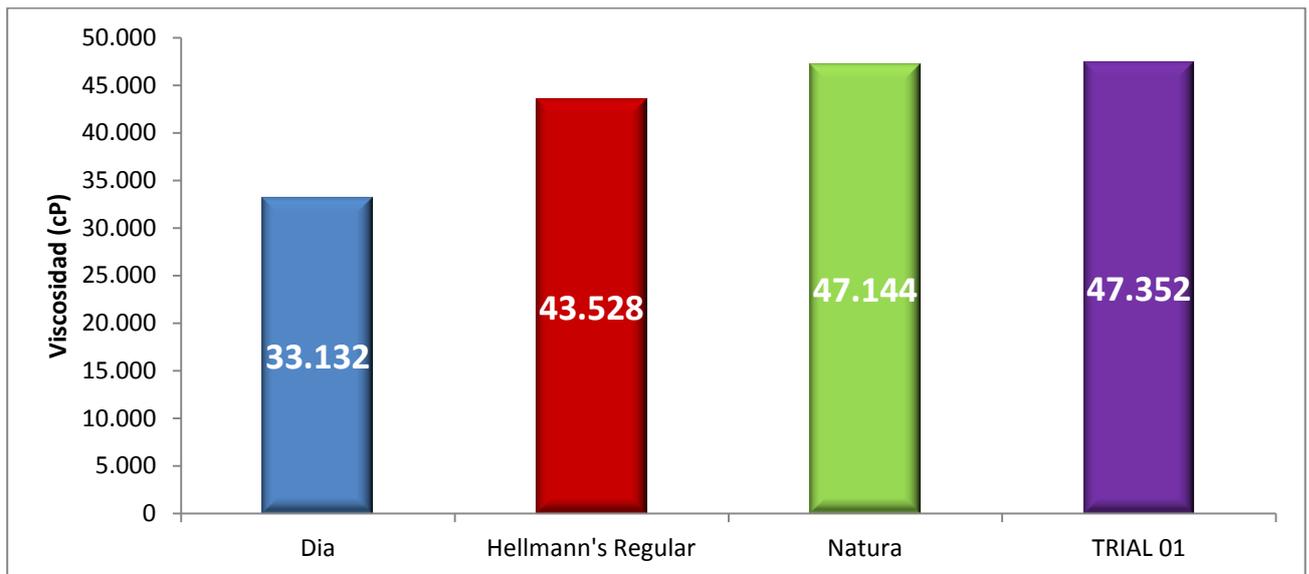


Gráfico 2: Comparación de perfil reológico entre TRIAL 01 y mayonesas del mercado.

Promedio de las mediciones.

Como se observa en los gráficos y análisis del producto final, el resultado del ensayo fue altamente satisfactorio. Se decidió que, desde el punto de vista macroscópico, la diferencia en la viscosidad con las mayonesas comerciales no se veía reflejada en la textura y *mouthfeel* del producto, por lo que se decidió conservar esta formulación como la definitiva para base blanca de aderezos firmes. Ya con la formulación definitiva se decidió experimentar con saborizantes y colorantes para obtener una variada cartera de productos.

TABLA X: Dosage de saborizantes y colorantes para aderezos firmes

	Ingrediente	Dosis
Aderezo sabor “Parmesano y queso azul”	Amarillo 341	0,001%
	Amarillo 751	0,005%
	Sabor en polvo “Parmesano”	1,5%
	Sabor líquido “Queso azul”	0,045%
Aderezo sabor “Pizza”	Sabor en polvo “Pizza”	0,75%
Aderezo sabor “Original”	Sabor en polvo “Huevo”	0,8%
	Sabor en polvo “Mostaza”	0,15%
	Colorante β -caroteno (30%)	0,085%



Figura 41: Aderezos firmes elaborados.



Figura 42: Base blanca de aderezo firme. A partir de esta formulación se probaron las versiones saborizadas.



Figura 43: Aderezo sabor “Clásico”.



Figura 44: Aderezo firme sabor “Parmesano y Queso Azul”.



Figura 45: Aderezo firme sabor “Pizza”.

Una vez definida la formulación del aderezo firme y sus correspondientes versiones saborizadas, se procedió a realizar la formulación de aderezos fluidos ó *salad dressings*. Dado que ya se conocían los ingredientes y su función dentro del producto, fue sencillo realizar las modificaciones correspondientes para obtener un aderezo fluido base con las características deseadas. A partir de la fórmula definitiva de aderezos firmes, se redujo la cantidad de almidón a la mitad en la fase de pasta, reemplazando la carga por agua. A este ensayo se lo rotuló como TRIAL 02.

TABLA XI: Fórmula de TRIAL 02

Fase	Porcentaje del producto final (%)	Materia prima	Porcentaje de la fase (%)
Aceite	38,67	Aceite de girasol refinado	100
Ácida	6,26	Agua	58,76
		Vinagre de alcohol (10%)	27,63
		Glucono Delta Lactona	6,39
		Azúcar	7,22
Pasta de Almidón	35,13	Agua	84,09
		Vinagre	3,91
		Almidón modificado	4,68
		Azúcar	6,51

		Ácido sórbico	0,07
		Aceite de girasol refinado	0,46
		Goma xántica	0,28
WPC80	19,93	WPC 80	2,96
		Agua	72,34
		Azúcar	7,73
		Sorbato de Potasio	0,28
		Jugo concentrado de limón	0,15
		Glucono Delta Lactona	1,10
		EDTA en polvo	0,04
		Aceite de girasol refinado	8,44
		Goma Guar	0,28
		Goma xántica	0,28
		Sal	6,40

Para la elaboración de este aderezo se siguieron los mismos pasos que para la elaboración de su predecesor. El resultado obtenido fue muy positivo, ya que con las modificaciones pertinentes se logró exactamente la una buena consistencia, sin necesidad de repetir el ensayo con modificaciones.

Al observar el producto a microscopio óptico luego de 30 días de almacenamiento, se determinó que el promedio de tamaño de partícula de fase oleosa era de 15 µm. Los valores de diámetro se encontraban encuadrados dentro de lo establecido en la teoría, inclusive con un promedio de tamaño menor al declarado en la sección 3.2.1. Sin embargo, este es un atributo positivo dado que cuando menor es el tamaño de partícula, más estable será la emulsión en el tiempo y menor probabilidad habrá de floculación, coalescencia y separación de fases.

A continuación los gráficos de estabilidad mediante la medición de viscosidad aparente:

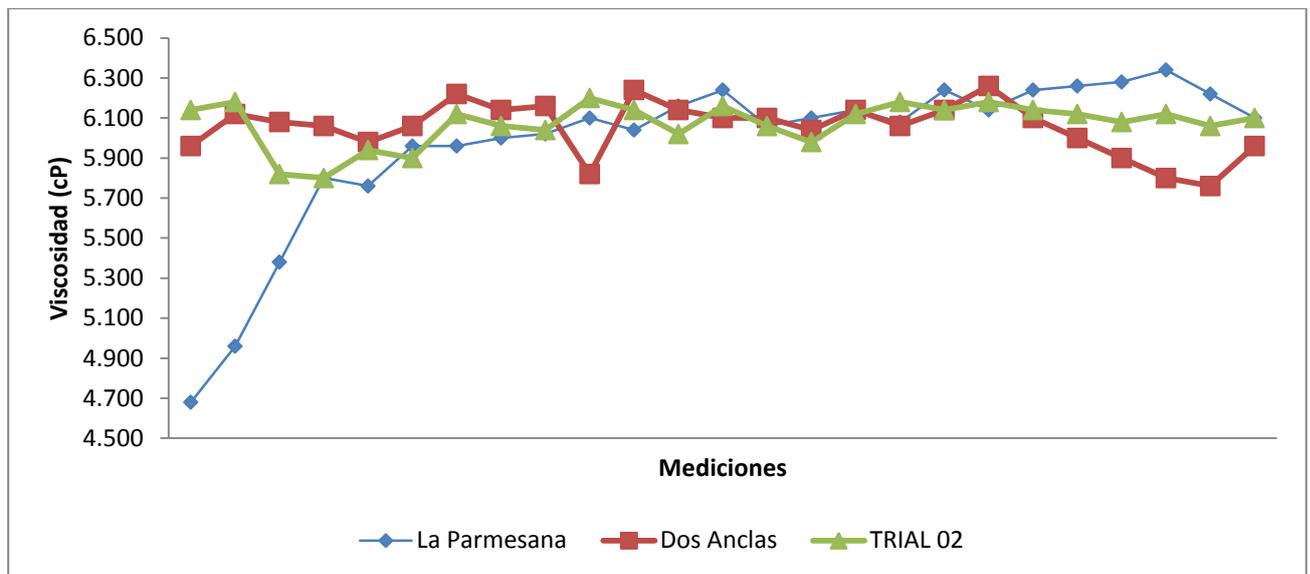


Gráfico 3: Comparación de perfil reológico entre TRIAL 02 y *salad dressings* del mercado. Mediciones individuales.

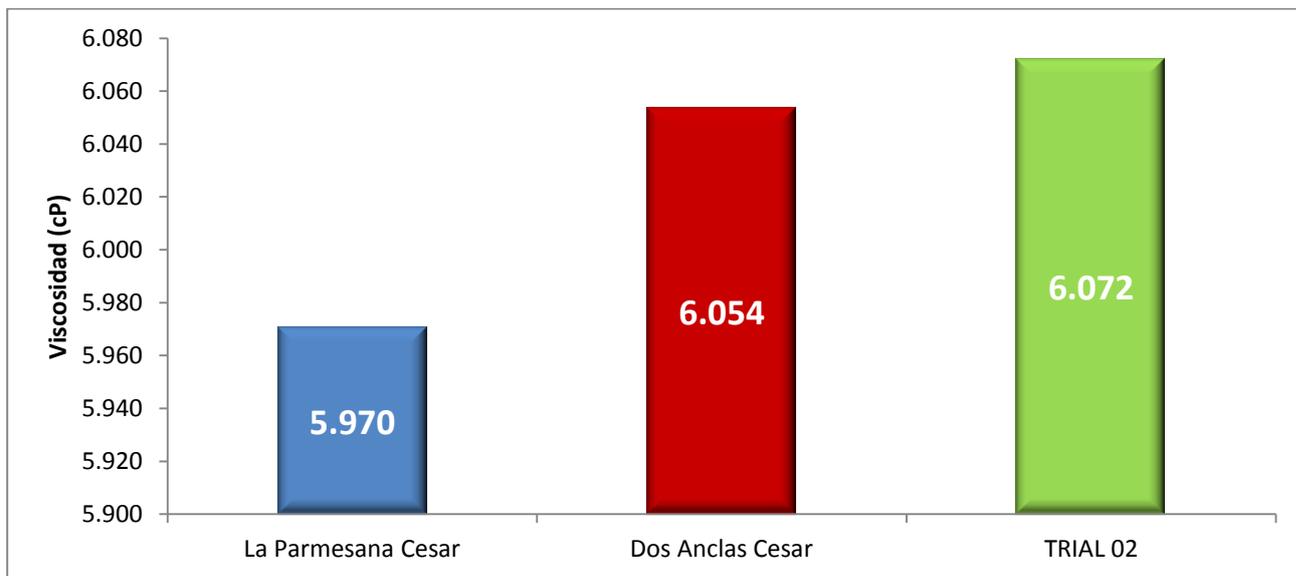


Gráfico 4: Comparación de perfil reológico entre TRIAL 02 y *salad dressings* del mercado.

Promedio de las mediciones.

Al igual que sus predecesores firmes, para los *salad dressings* también se elaboraron variedades saborizadas. Estrictamente para uso en ensaladas se dejó la variedad blanca (sin saborizar) y la variedad “Cesar”. Además, para utilizar como adobo en la cocción de carnes se incluyó una gama de sabores.

TABLA XII: Dosage de saborizantes y colorantes para aderezos fluidos

	Ingrediente	Dosis
Aderezo “Cesar”	Sabor “Parmesano”	0,5%
	Ajo en polvo	0,5%
	Pimienta negra en polvo	0,05%
	Jugo de limón	0,5%

Aderezo sabor “Finas hierbas”	Mezcla preparada “Finas hierbas”	0,75%
Aderezo “Tipo Criollo”	Preparado en polvo “Tomate, Cebolla y Morrón” marca Knorr	0,82%
Aderezo sabor “Ajo y Cebolla”	Ajo en polvo	0,5%
	Cebolla en polvo	0,5%
Aderezo sabor “Romero y Tomillo”	Preparado en polvo “Romero y Tomillo” marca Knorr	0,75%



Figura 46: Aderezos fluidos, o *salad dressings*, desarrollados.



Figura 47: Base blanca de aderezos fluidos. A partir de esta base se obtuvieron los diversos aderezos saborizados.



Figura 48: Aderezo fluido “Cesar”.



Figura 49: Aderezo fluido sabor “Tipo criollo”.



Figura 50: Aderezo fluido sabor “Finas hierbas”.

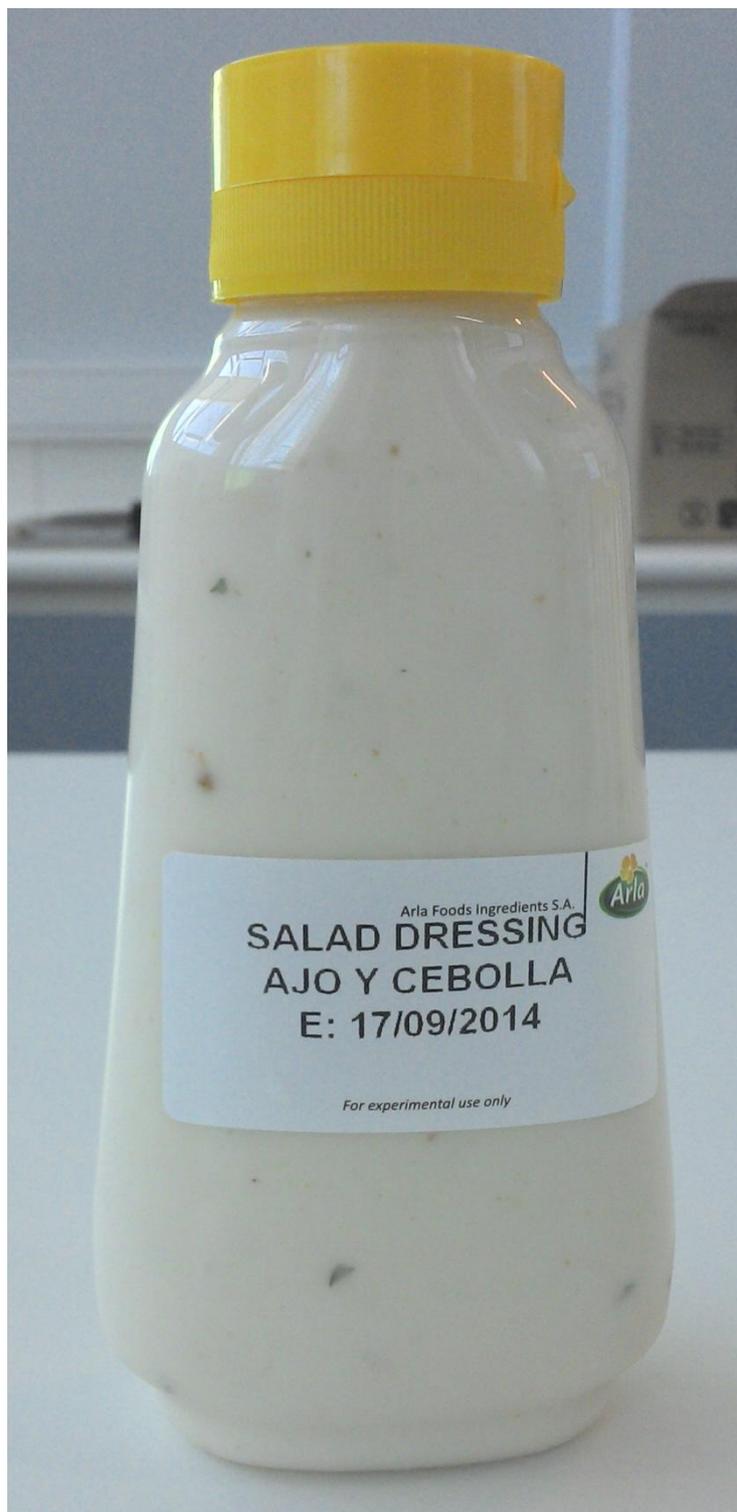


Figura 51: Aderezo fluido sabor “Ajo y Cebolla”.



Figura 52: Aderezo fluido sabor “Romero y Tomillo”.

Luego de 6 meses se procedió a observar la estabilidad de las emulsiones de los distintos tipos de aderezos que habían sido retirados, y los mismos presentaban una perfecta estabilidad de emulsión. Además se les hizo las pruebas que figuran en el texto y en los gráficos a lo largo de esta sección.

6. Evaluación sensorial

Para terminar de definir las formulaciones o bien verificar si las definidas eran adecuadas y serían bien recibidas en el mercado, se realizaron pruebas de evaluación sensorial con un panel de consumidores. De acuerdo a las respuestas obtenidas en las encuestas fue posible realizar pequeños ajustes en las formulaciones de manera que sean del agrado de los consumidores.

Las pruebas que se realizaron son del tipo afectivas, siendo estas aquellas donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación o preferencia de un producto alimenticio. Generalmente, en este tipo de pruebas se utilizan escalas de calificación. Dentro de este tipo de pruebas, se realizó la prueba de aceptación a los aderezos ya saborizados. Esta prueba permitió medir el grado de preferencia del panelista y ahondar sobre su disposición a adquirir el producto, basando su respuesta en el gusto o disgusto frente al producto catado.

Para iniciar con las pruebas se seleccionó al azar un panel de 63 catadores en total, compuesto por hombres y mujeres cuyas edades estaban comprendidas entre los 10 y los 71 años, en un período de 27 días. Cada catador realizó la prueba aislado del resto para no ser influidos por gestos, actitudes o comentarios de los demás. Las muestras se presentaron a temperatura de heladera cercana a los 5°, en potes plásticos transparentes.

Respecto a los resultados obtenidos en estas pruebas de aceptación, los gráficos subsiguientes muestran qué porcentaje de los encuestados estaría dispuesto a consumir los aderezos desarrollados y qué porcentaje no lo haría. Se estableció un umbral arbitrario de aceptación del 70% para definir cuáles aderezos eran populares entre los catadores y cuáles no lo eran.

A continuación se muestran los gráficos que resumen los resultados obtenidos en las pruebas de evaluación sensorial.

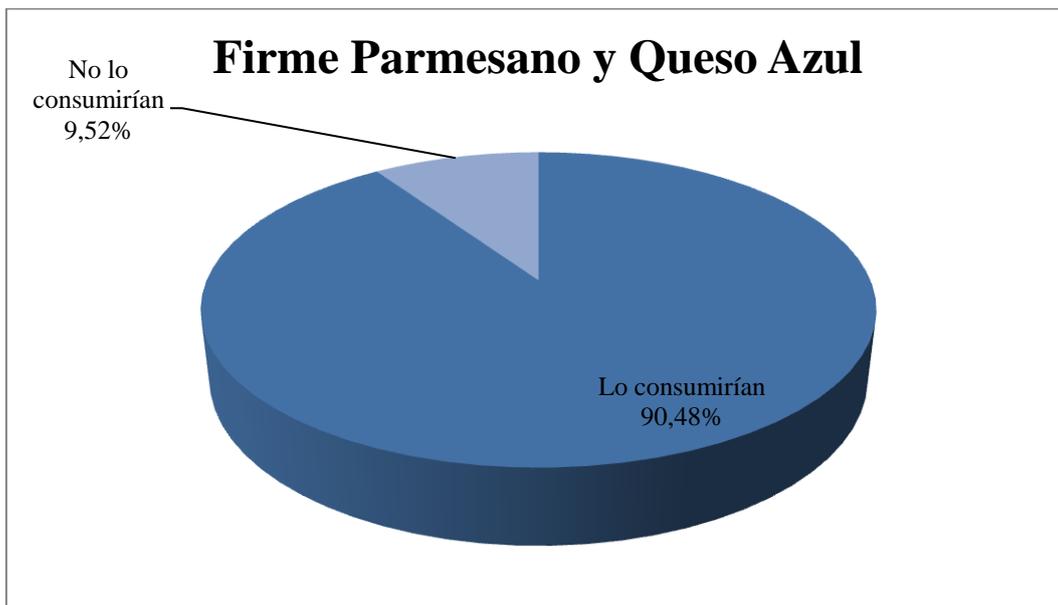


Gráfico 5: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Parmesano y Queso Azul”

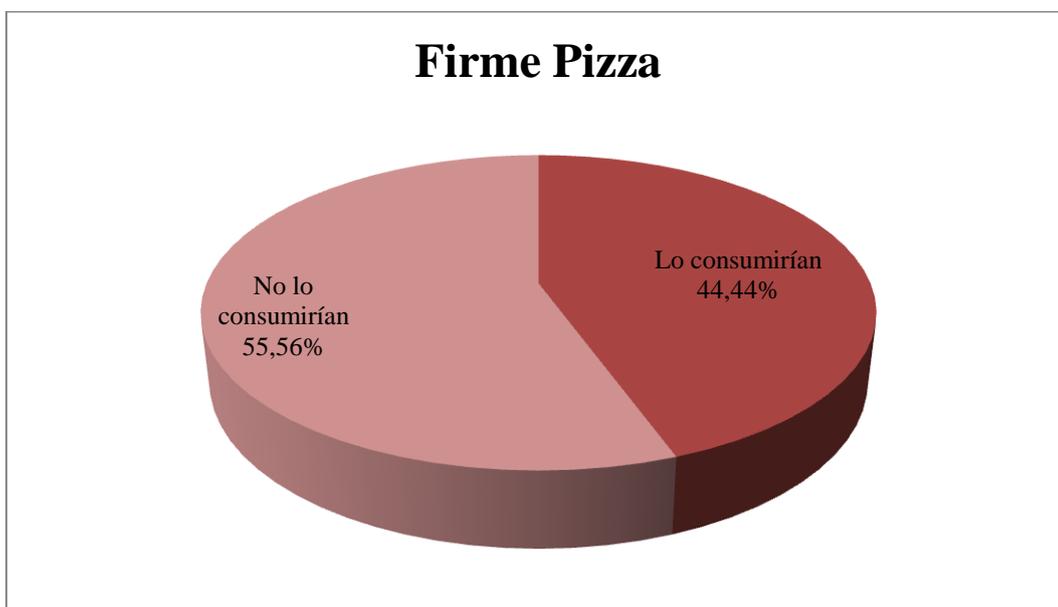


Gráfico 6: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Pizza”

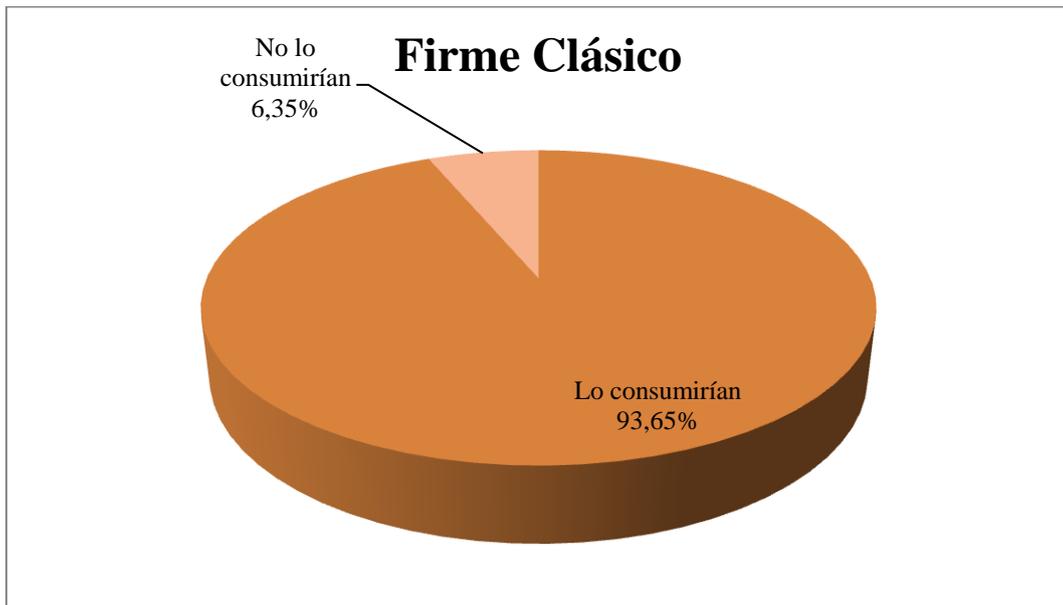


Gráfico 7: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Clásico”

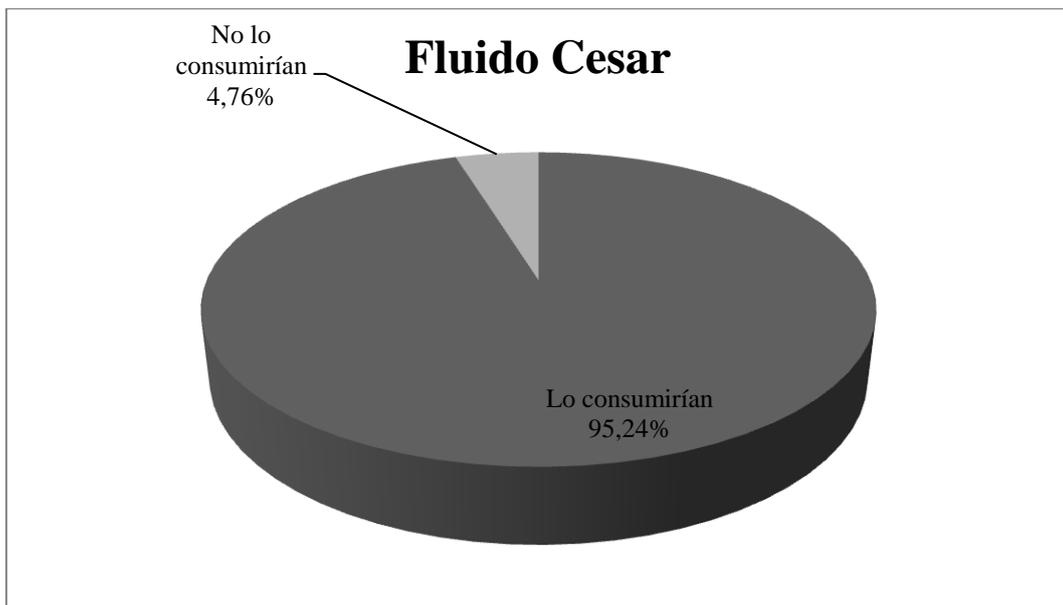


Gráfico 8: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Cesar”

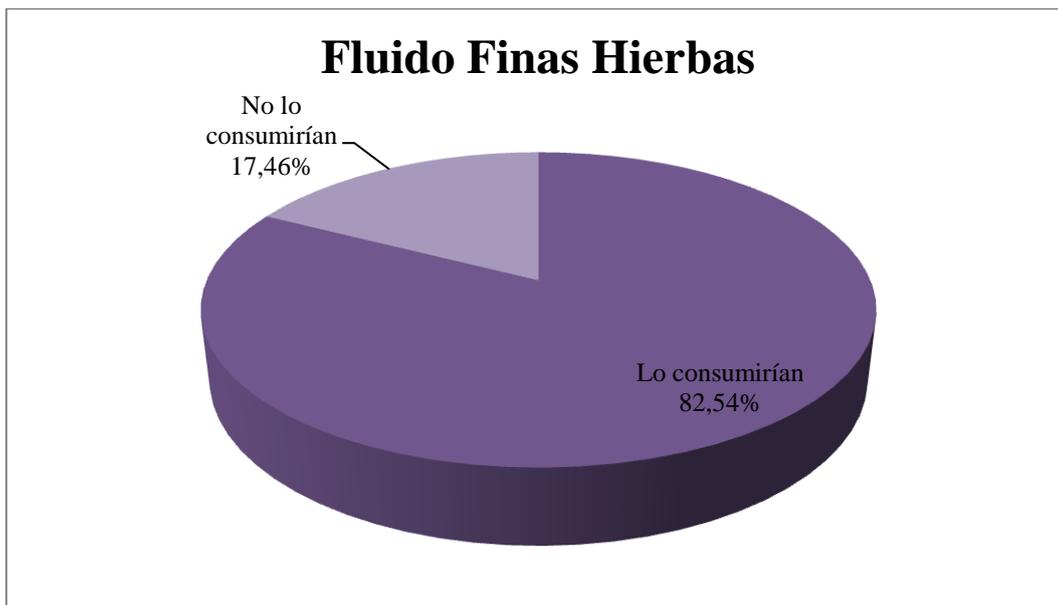


Gráfico 9: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Finas hierbas”

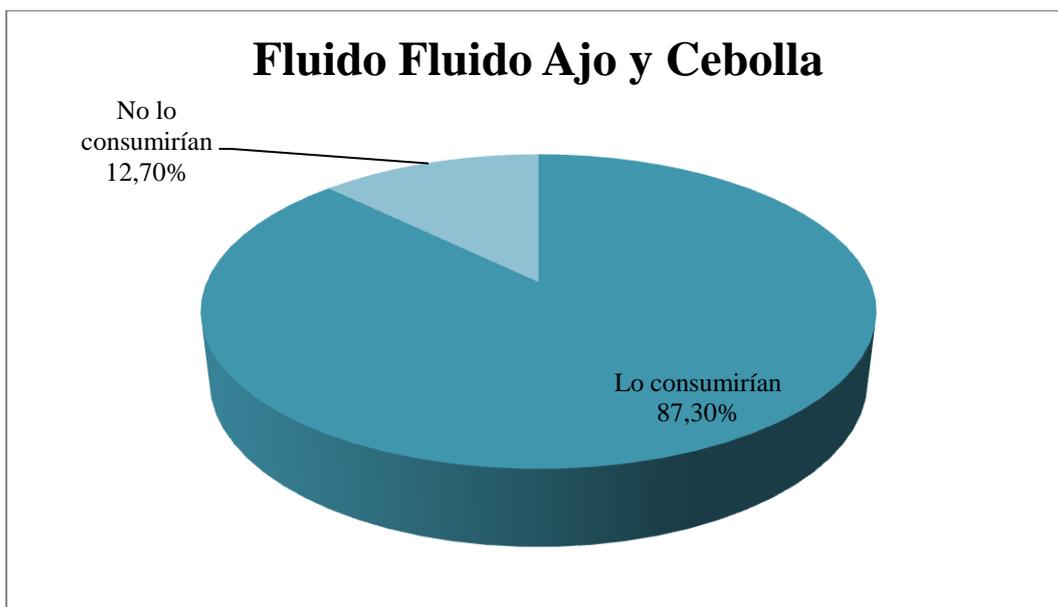


Gráfico 10: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor “Ajo y Cebolla”

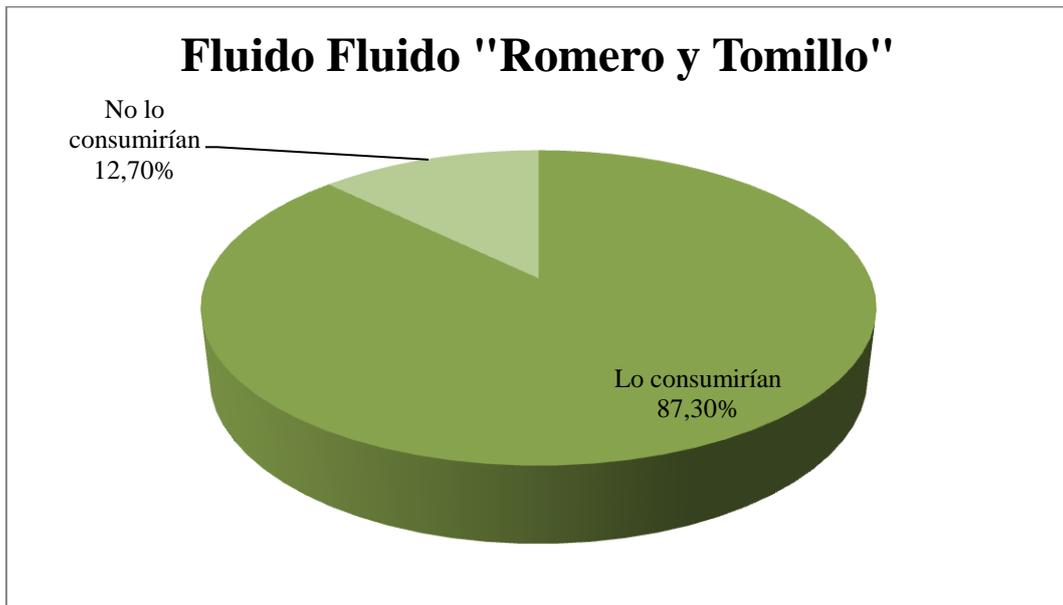


Gráfico 11: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor "Romero y Tomillo"

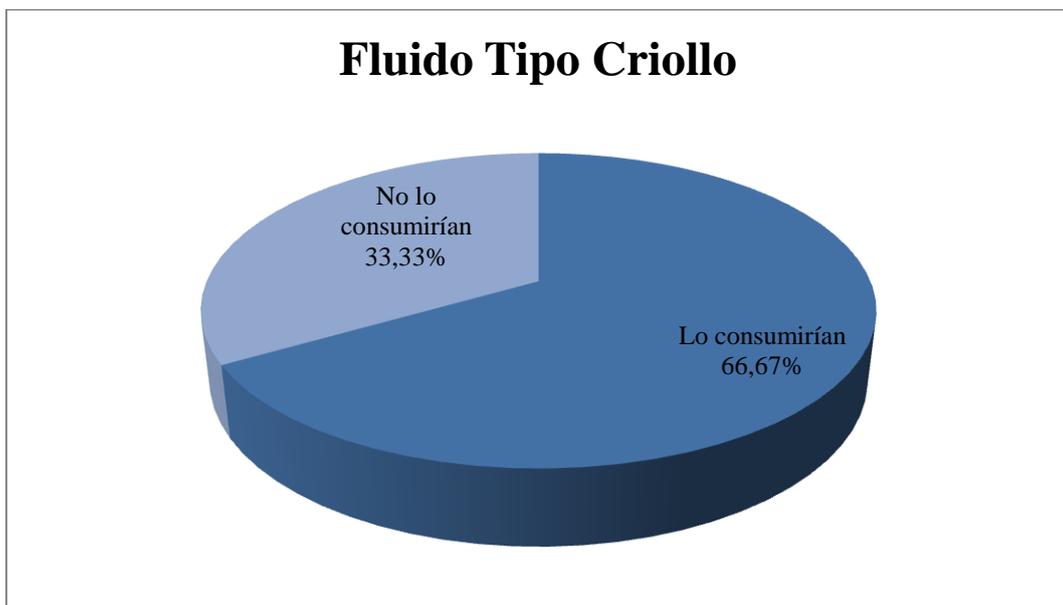


Gráfico 12: Resultado de la prueba de aceptación realizada al aderezo sabor "Tipo Criollo"

De los gráficos recientemente expuestos puede concluirse que, en 6 de los 8 casos, al menos el 70% de los encuestados emitieron su aceptación por los aderezos desarrollados, siendo el aderezo del tipo "Cesar" el más aceptado con un 95,24% (60 personas) sobre el total de los 63 encuestados.

Una vez analizados los resultados de los paneles de evaluación, se concluyó mantener las formulaciones de aquellos que superaron el umbral arbitrario de aceptación y determinarlas como la formulación definitiva de los distintos tipos de aderezos, mientras que las variedades “Firme Pizza” y “Fluido Tipo Criollo” se decidió no considerarlas.

Por su parte, el aderezo firme sabor “Pizza” tuvo su mayor crítica en su sabor, ya que una gran parte de los panelistas coincidió en que su sabor se asemejaba más al de un bollo crudo de pizza con notas de tomate y no a un sabor pizza real. Desde el punto de vista del aderezo fluido sabor “Tipo Criollo”, una gran parte de los catadores que pusieron que no lo consumirían estuvieron de acuerdo en que el sabor no era bueno para un aderezo y que le faltaba intensidad.

7. Evaluación de costos

Una vez desarrollados los productos y analizada la forma de llevarlo a una producción de nivel industrial, se realizó el cálculo estimativo de los costos de fabricación, con el fin de analizar y evaluar cuáles serían los costos variables y costos fijos que acarrearía la realización de este producto en una planta. Esto no solo permite conocer la rentabilidad que se puede esperar con la venta de los aderezos, y evaluar que costos deberían reducirse para aumentar la misma.

El cálculo de costos del presente informe se basó en la Teoría General del Costo (García, 2005). El modelo de costeo utilizado para obtener los costos fijos y variables fue el Modelo Resultante Completo por Absorción. Para simplificar los cálculos y reducir la complejidad de la estructura de costos, se pensó únicamente en una planta elaboradora de aderezo firme, y en la misma no se incluyó el costo de saborizante de cada variedad, ya que el mismo depende de la planificación semanal. Con este modelo se obtuvo el costo de elaborar la base blanca, envasada en frascos tipo *squeeze* de 350 gramos de capacidad.

TABLA XIII: Costos de fabricación de base blanca firme.

Costo Variable de Producción (\$/envase)	Costo Fijo de Producción (\$/envase)	Costo Total de Producción (\$/envase)	Costo Total de Producción Mensual (\$/mes)
3,39291831755376	0,179262829799067	3,57218114735283	35272737,2721468

Se puede calcular, suponiendo que cada eslabón de la cadena obtiene un margen del 35%, que el precio de venta del producto luego de salir de la empresa, pasar por el centro de distribución y finalmente llegando al punto de venta, sería de \$8,789, el cual se encuentra por debajo de los \$10 a lo que se venden productos similares en cadenas de supermercados.

A continuación se detalla el desarrollo de la evaluación de costos. Muchos de los valores incluidos son valores reales de una planta elaboradora de aderezos, prorrateados a las necesidades de este proyecto:

Producción total:	9874286	env/mes
Unidad de costeo:	1	envase

Contenido:	0,35	kg/envase
------------	------	-----------

		C.F. (kg/env)
Aceite	40,523690%	0,1418329150
Agua	45,995984%	0,1609859440
Vinagre de alcohol (10%)	3,103221%	0,0108612735
Glucono Delta Lactona	0,619244%	0,0021673540
Azucar	4,279524%	0,0149783340
Almidón modificado	3,284655%	0,0114962925
Ácido sórbico	0,024591%	0,0000860685
Goma Xántica	0,154168%	0,0005395880
WPC 80	0,589928%	0,0020647480
Sorbato de Potasio	0,055804%	0,0001953140
Jugo conc. de Limón	0,029895%	0,0001046325
EDTA en Polvo	0,007972%	0,0000279020
Goma Guar	0,055804%	0,0001953140
Sal	1,275520%	0,0044643200

Elaboración

Fase ácida	Operarios	1	/turno
	Turnos	3	/día

Fase slurry	Operarios	2	/turno
	Turnos	3	/día

Fase WPC 80	Operarios	2	/turno
	Turnos	3	/día

Premezcla	Operarios	1	/turno
	Turnos	3	/día
	Cantidad	2	Tanques
	Capacidad	60	kg/min c/u

Emulsionado (molinos)	Operarios	1	/turno
	Turnos	3	/día
	Cantidad	1	Molino
	Capacidad	120	kg/min

Pasteurización	Operarios	1	/turno
	Turnos	3	/día
	Cantidad	2	Intercambiadores
	Capacidad	60	kg/min c/u

Envasado	Operarios	2	/turno/linea
	Turnos	3	/día
	Cantidad	2	Lineas
	Frascos	1	un/0,35 kg
	Tapas	1	un/0,35 kg
	Etiqueta FTE	1	un/0,35 kg
	Etiqueta DSO	1	un/0,35 kg
	Contenido	0,35	kg
	Capacidad	60	kg/min c/u

Palletizado	Operarios	1	/turno/linea
	Turnos	3	/día
	Env/Caja	24	Squeeze
	Cajas/Nivel	9	Cajas
	Nivel/Pallet	7	Niveles
	Cajas/Pallet	63	un/pallet
	Cinta	50	M/pallet
	Separador	4	un/pallet

Limpieza	Operarios	1	/fin de prod
	Cantidad	4	fin de prod/mes
Se utiliza un operario de la fase slurry de turno			

Se trabajan 26 días al mes	5	días producción
6 días por semana	1	día limpieza

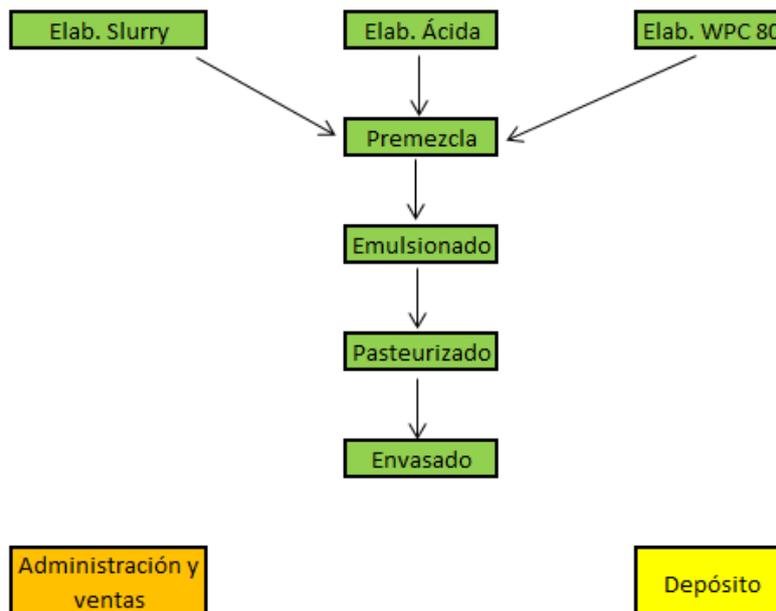
Costo/Operario	\$ 17.673,08	/op/mes
----------------	--------------	---------

Otros datos

Electricidad	Importe Factura	\$	751.951,65	\$	905.965,84	Utilidades/Mes
Gas	Importe Factura	\$	154.014,19	\$	91,75	Utilidades/Ton
Supervisor de producción	3 (1/turno)	\$	19.523,57	\$	58.570,71	
Gerente de planta	1	\$	31.905,43	\$	31.905,43	
Operarios depósito	6 (2/turno)	\$	17.673,08	\$	106.038,48	
Administración general y ventas	5	\$	18.466,99	\$	92.334,95	

Bienes de uso	Cantidad	Vida útil (años)	Valor de origen	Amortización anual	Amortización mensual
Tanque agitador (ácida)	1	10	\$ 15.600,00000000	\$ 1.560,00000000	\$ 130,00000000
Tanque agitador (slurry)	1	10	\$ 21.000,00000000	\$ 2.100,00000000	\$ 175,00000000
Tanque agitador (WPC 80)	1	10	\$ 21.000,00000000	\$ 2.100,00000000	\$ 175,00000000
Bomba (ácida)	1	10	\$ 5.500,00000000	\$ 550,00000000	\$ 45,83333333
Bomba (slurry)	1	10	\$ 7.500,00000000	\$ 750,00000000	\$ 62,50000000
Bomba (WPC 80)	1	10	\$ 7.500,00000000	\$ 750,00000000	\$ 62,50000000
Balanza industrial	2	5	\$ 5.650,00000000	\$ 2.260,00000000	\$ 188,33333333
Caldera	1	10	\$ 19.300,00000000	\$ 1.930,00000000	\$ 160,83333333
Tanque agitador (premezcla)	2	10	\$ 15.600,00000000	\$ 3.120,00000000	\$ 260,00000000
Bomba (premezcla)	2	10	\$ 2.500,00000000	\$ 500,00000000	\$ 41,66666667
Molinos	1	10	\$ 15.000,00000000	\$ 1.500,00000000	\$ 125,00000000
Bomba (molinos)	1	10	\$ 2.000,00000000	\$ 200,00000000	\$ 16,66666667
Intercambiador de calor	2	10	\$ 35.000,00000000	\$ 7.000,00000000	\$ 583,33333333
Bomba (intercambiador)	2	10	\$ 15.000,00000000	\$ 3.000,00000000	\$ 250,00000000
Línea de envasado	2	10	\$ 2.100.000,00000000	\$ 420.000,00000000	\$ 35.000,00000000
Equipo CIP	1	10	\$ 20.500,00000000	\$ 2.050,00000000	\$ 170,83333333
Edificio	1	50	\$ 3.100.000,00000000	\$ 62.000,00000000	\$ 5.166,66666667

Acciones mediatas e inmediatas



Nº	Denominación	Importe/mes	Naturaleza	Fijo		Variable	Direccionalidad a Acciones				Direccionalidad a		A planilla Acumulación	
				De operación	De capacidad		Acciones Inmediatas		Acciones Mediatas		Resultado Productivo			Importe
							Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto		
1	Aceite	\$ 10.982.220,83787460	Bien consumible			X	X				X			
2	Agua	\$ 111.273,48449280	Recursos naturales			X	X				X			
3	Vinagre de alcohol (10%)	\$ 206.987,32327680	Bien consumible			X	X				X			
4	Glucono Delta Lactona	\$ 582.583,42357770	Bien consumible			X	X				X			
5	Azucar	\$ 812.765,66429860	Bien consumible			X	X				X			
6	Almidón modificado	\$ 1.434.621,64210042	Bien consumible			X	X				X			
7	Ácido sórbico	\$ 72.851,02777532	Bien consumible			X	X				X			
8	Goma Xántica	\$ 243.326,53642752	Bien consumible			X	X				X			
9	WPC 80	\$ 1.701.778,98792960	Bien consumible			X	X				X			
10	Sorbato de Potasio	\$ 142.940,52491766	Bien consumible			X	X				X			
11	Jugo concentrado de Limón	\$ 33.094,41589786	Bien consumible			X	X				X			
12	EDTA en Polvo	\$ 14.854,75092035	Bien consumible			X	X				X			
13	Goma Guar	\$ 167.929,12040003	Bien consumible			X	X				X			
14	Sal	\$ 61.098,05290291	Bien consumible			X	X				X			
15	Frasco Squeeze 350 g	\$ 8.953.311,08571429	Bien consumible			X	X				X			
16	Tapa frasco squeeze	\$ 5.298.442,97142857	Bien consumible			X	X				X			
17	Etiqueta	\$ 794.418,47588571	Bien consumible			X	X				X			
18	Caja x 24 sqz	\$ 1.706.696,22857143	Bien consumible			X	X				X			
19	Cinta	\$ 47.030,20408163	Bien consumible			X	X				X			
20	Separador	\$ 134.420,11428571	Bien consumible			X	X				X			
21	Electricidad	\$ 751.951,64848377	Servicios intermedios			X		X				X	\$ 751.951,64848377	
22	Gas	\$ 154.014,19306294	Servicios intermedios			X		X				X	\$ 154.014,19306294	
23	Amortización Tanque agitador (ácida)	\$ 130,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 130,00000000	
24	Amortización Tanque agitador (slurry)	\$ 175,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 175,00000000	
25	Amortización Tanque agitador (WPC 80)	\$ 175,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 175,00000000	
26	Amortización Bomba (ácida)	\$ 45,83333333	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 45,83333333	
27	Amortización Bomba (slurry)	\$ 62,50000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 62,50000000	
28	Amortización Bomba (WPC 80)	\$ 62,50000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 62,50000000	
29	Amortización Balanza industrial	\$ 188,33333333	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 188,33333333	
30	Amortización Caldera	\$ 160,83333333	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 160,83333333	
31	Amortización Tanque agitador (premezcla)	\$ 260,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 260,00000000	
32	Amortización Bomba (premezcla)	\$ 41,66666667	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 41,66666667	
33	Amortización Molinos	\$ 375,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 375,00000000	
34	Amortización Bomba (molinos)	\$ 50,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 50,00000000	
35	Amortización Intercambiador de calor	\$ 583,33333333	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 583,33333333	
36	Amortización Bomba (intercambiador)	\$ 250,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 250,00000000	
37	Amortización Línea de envasado	\$ 35,000,00000000	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 35,000,00000000	
38	Amortización Equipo CIP	\$ 170,83333333	Bien de consumo diferido		X			X			X		\$ 170,83333333	
39	Amortización Edificio	\$ 5,166,66666667	Bien de consumo diferido		X			X		X	X		\$ 5,166,66666667	
40	MO Fase ácida	\$ 53,019,24000000	Recursos humanos	X				X			X			
41	MO Fase slurry	\$ 106,038,48000000	Recursos humanos	X				X			X			
42	MO Fase WPC 80	\$ 106,038,48000000	Recursos humanos	X				X			X			
43	MO Premezcla	\$ 53,019,24000000	Recursos humanos	X				X			X			
44	MO Emulsionado	\$ 53,019,24000000	Recursos humanos	X				X			X			
45	MO Pasteurizado	\$ 53,019,24000000	Recursos humanos	X				X			X			
46	MO Envasado	\$ 212,076,96000000	Recursos humanos	X				X			X			
47	MO Palletizado	\$ 106,038,48000000	Recursos humanos	X				X			X			
48	Sueldo administración y ventas	\$ 92,334,95000000	Recursos humanos	X					X			X	\$ 92,334,95000000	
49	Sueldo gerencia	\$ 31,905,43000000	Recursos humanos	X					X			X	\$ 31,905,43000000	
50	Sueldo supervisor	\$ 58,570,71000000	Recursos humanos	X					X			X	\$ 58,570,71000000	
51	Sueldo Depósito	\$ 106,038,48000000	Recursos humanos	X					X			X	\$ 106,038,48000000	
		\$ 35.482.627,14430620											\$ 1.237.712,91154670	

Factores		Elab. Ácida	Elab. Slurry	Elab. VPC 80	Premezcla	Emulsionado	Pasteurizado	Envasado	Palletizado	Depósito	Administración	Total	Base de distrib. Asignación	
21	Electricidad	Base p/cálculo										\$ 761.961,65	Directa	
		Cálculo												
22	Gas	Importe cálculo	\$ 42.028,58	\$ 73.999,56	\$ 79.127,87	\$ 78.300,73	\$ 105.160,44	\$ 92.978,82	\$ 201.192,18	\$ 8.482,01	\$ 28.130,51	\$ 42.552,34	\$ 154.014,19	Asignación Directa
		Cálculo												
23	Amortización Tanque agitador (ácida)	Importe cálculo					\$ 111.305,16	\$ 39.756,16			\$ 2.952,87			
		Cálculo												
24	Amortización Tanque agitador (slurry)	Base p/cálculo											\$ 130,00	
		Cálculo												
25	Amortización Tanque agitador (VPC 80)	Base p/cálculo		\$ 175,00									\$ 175,00	
		Cálculo												
26	Amortización Bomba (ácida)	Base p/cálculo											\$ 175,00	
		Cálculo												
27	Amortización Bomba (slurry)	Base p/cálculo	\$ 45,83										\$ 45,83	
		Cálculo												
28	Amortización Bomba (VPC 80)	Base p/cálculo		\$ 62,50									\$ 62,50	
		Cálculo												
29	Amortización Balanza industrial	Base p/cálculo											\$ 188,33	Partes Iguales
		Cálculo												
30	Amortización Caldera	Base p/cálculo	\$ 62,78	\$ 62,78	\$ 62,78								\$ 188,83	
		Cálculo												
31	Amortización Tanque agitador (premezcla)	Base p/cálculo						\$ 116,23	\$ 41,52		\$ 3,08		\$ 260,00	
		Cálculo												
32	Amortización Bomba (premezcla)	Base p/cálculo				\$ 260,00							\$ 41,67	
		Cálculo												
33	Amortización Molinos	Base p/cálculo											\$ 375,00	
		Cálculo												
34	Amortización Bomba (molinos)	Base p/cálculo					\$ 50,00						\$ 50,00	
		Cálculo												
35	Amortización Intercambiador de calor	Base p/cálculo											\$ 583,33	
		Cálculo												
36	Amortización Bomba (intercambiador)	Base p/cálculo											\$ 250,00	
		Cálculo												
37	Amortización Línea de envasado	Base p/cálculo											\$ 35.000,00	
		Cálculo												
38	Amortización Equipo CIP	Base p/cálculo											\$ 170,83	Partes Iguales
		Cálculo												
39	Amortización Edificio	Base p/cálculo	\$ 24,40	\$ 24,40	\$ 24,40	\$ 24,40	\$ 24,40	\$ 24,40	\$ 24,40				\$ 170,83	Partes Iguales
		Cálculo												
48	Sueldo administración y ventas	Base p/cálculo	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 516,67	\$ 5.166,67	Partes Iguales
		Cálculo												
49	Sueldo gerencia	Base p/cálculo											\$ 92.334,95	
		Cálculo												
50	Sueldo supervisor	Base p/cálculo	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 3.190,54	\$ 31.905,43	Partes Iguales
		Cálculo												
51	Sueldo depósito	Base p/cálculo	\$ 4.183,62	\$ 8.367,24	\$ 8.367,24	\$ 4.183,62	\$ 4.183,62	\$ 4.183,62	\$ 16.734,49	\$ 8.367,24			\$ 58.570,71	Nº Operarios
		Cálculo												
SUBTOTAL			\$ 50.180,43	\$ 86.398,70	\$ 91.527,01	\$ 86.517,63	\$ 113.500,67	\$ 213.148,79	\$ 296.455,97	\$ 20.556,47	\$ 137.876,20	\$ 141.551,05	\$ 1.237.712,91	

		Elab. Ácida	Elab. Slurry	Elab. VPC 80	Premezcla	Emulsionado	Pasteurizado	Envasado	Palletizado	Depósito	Administración	Total	Base de distrib.
SUBTOTAL		\$ 50.180,43	\$ 86.398,70	\$ 91.527,01	\$ 86.517,63	\$ 113.500,67	\$ 213.148,79	\$ 296.455,97	\$ 20.556,47	\$ 137.876,20	\$ 141.551,05	\$ 1.237.712,91	
Asignación de costos de DEPÓSITO	Base p/cálculo											\$ 137.876,20	Partes Iguales
	Cálculo												
TOTAL		\$ 65.500,00	\$ 101.718,28	\$ 106.846,59	\$ 101.837,21	\$ 128.820,25	\$ 228.468,36	\$ 311.775,54	\$ 35.876,05		\$ 156.870,63		

Cs. Ind. Fabricaci \$ 1.080.842,28

Producción total: 9874286 env/mes

	C.F.	C.M.	Costo unit.	Costo Mensual
Aceite	0,141832915	kg/env	\$ 7,84165000 \$/kg	\$ 1,11220408 \$/env \$ 10.982.220,83787460
Agua	0,160985944	kg/env	\$ 0,07000000 \$/kg	\$ 0,01126902 \$/env \$ 111.273,48449280
Vinagre de alcohol (10%)	0,010861274	kg/env	\$ 1,93000000 \$/kg	\$ 0,02096226 \$/env \$ 206.987,32327680
Glucono Delta Lactona	0,002167354	kg/env	\$ 27,22216000 \$/kg	\$ 0,05900006 \$/env \$ 582.583,42357770
Azucar	0,014978334	kg/env	\$ 5,49536000 \$/kg	\$ 0,08231134 \$/env \$ 812.765,66429860
Almidón modificado	0,011496293	kg/env	\$ 12,63787000 \$/kg	\$ 0,14528865 \$/env \$ 1.434.621,64210042
Ácido sórbico	8,60685E-05	kg/env	\$ 85,72071000 \$/kg	\$ 0,00737785 \$/env \$ 72.851,02777532
Goma Xántica	0,000539588	kg/env	\$ 45,66900000 \$/kg	\$ 0,02464244 \$/env \$ 243.326,53642752
WPC 80	0,002064748	kg/env	\$ 83,47000000 \$/kg	\$ 0,17234452 \$/env \$ 1.701.778,98792960
Sorbato de Potasio	0,000195314	kg/env	\$ 74,11674000 \$/kg	\$ 0,01447604 \$/env \$ 142.940,52491766
Jugo concentrado de Limón	0,000104633	kg/env	\$ 32,03188000 \$/kg	\$ 0,00335158 \$/env \$ 33.094,41589786
EDTA en Polvo	0,000027902	kg/env	\$ 53,91683000 \$/kg	\$ 0,00150439 \$/env \$ 14.854,75092035
Goma Guar	0,000195314	kg/env	\$ 87,07369000 \$/kg	\$ 0,01700671 \$/env \$ 167.929,12040003
Sal	0,00446432	kg/env	\$ 1,38601000 \$/kg	\$ 0,00618759 \$/env \$ 61.098,05290291
				\$ 1,67792651 \$/env \$ 16.568.325,79279210

Material de empaque

Frasco Squeeze 350 g	1	un/env	\$ 0,90673000 \$/un	\$ 0,90673000 \$/env \$ 8.953.311,08571429
Tapa frasco squeeze	1	un/env	\$ 0,53659000 \$/un	\$ 0,53659000 \$/env \$ 5.298.442,97142857
Etiqueta	1	un/env	\$ 0,08045326 \$/un	\$ 0,08045326 \$/env \$ 794.418,47588571
Caja x 24 sqz	0,041666667	un/env	\$ 4,14822000 \$/un	\$ 0,17284250 \$/env \$ 1.706.696,22857143
Cinta	0,033068783	M/env	\$ 0,14403000 \$/M	\$ 0,00476290 \$/env \$ 47.030,20408163
Separador	0,002645503	un/env	\$ 5,14577000 \$/un	\$ 0,01361315 \$/env \$ 134.420,11428571
				\$ 1,71499180 \$/env \$ 16.934.319,07996730

MOD

Operarios Ácida	0,000189583	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,00536943 \$/env \$ 53.019,24000000
Operarios Slurry	0,000379167	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,01073885 \$/env \$ 106.038,48000000
Operarios WPC 80	0,000379167	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,01073885 \$/env \$ 106.038,48000000
Operarios Premezcla	0,000189583	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,00536943 \$/env \$ 53.019,24000000
Operarios Emulsionado	0,000189583	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,00536943 \$/env \$ 53.019,24000000
Operarios Pasteurizado	0,000189583	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,00536943 \$/env \$ 53.019,24000000
Operarios Envasado	0,000758333	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,02147770 \$/env \$ 212.076,96000000
Operarios Palletizado	0,000379167	hh/env	\$ 28,32224359 \$/hh	\$ 0,01073885 \$/env \$ 106.038,48000000
				\$ 0,06980253 \$/env \$ 689.250,12000000

CIF

Elaboración Fase Ácida	0,000189583	hh/env	\$ 34,98931794 \$/hh	\$ 0,00663339 \$/env \$ 65.500,00318701
Elaboración Fase Slurry	0,000379167	hh/env	\$ 27,16834297 \$/hh	\$ 0,01030133 \$/env \$ 101.718,27609007
Elaboración Fase WPC 80	0,000379167	hh/env	\$ 28,53808396 \$/hh	\$ 0,01082069 \$/env \$ 106.846,58633273
Premezcla	0,000189583	hh/env	\$ 54,40021702 \$/hh	\$ 0,01031337 \$/env \$ 101.837,20626543
Emulsionado	0,000189583	hh/env	\$ 68,81423744 \$/hh	\$ 0,01304603 \$/env \$ 128.820,25248260
Pasteurizado	0,000189583	hh/env	\$ 122,04506623 \$/hh	\$ 0,02313771 \$/env \$ 228.468,36397760
Envasado	0,000758333	hh/env	\$ 41,63669132 \$/hh	\$ 0,03157449 \$/env \$ 311.775,54463393
Palletizado	0,000379167	hh/env	\$ 9,58227736 \$/hh	\$ 0,00363328 \$/env \$ 35.876,04641799
				\$ 0,10946030 \$/env \$ 1.080.842,27938736

Total

Costos de Prod. Variables	\$ 3,39291832 \$/env		
Costos de Prod. Fijos	\$ 0,17926283 \$/env		
Costo de Prod. Total	\$ 3,57218115 \$/env \$ 35.272.737,27214680		

8. Conclusiones y discusiones finales

Al principio de este proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Imitar, y de ser posible mejorar, las características de los aderezos con huevo en su formulación.
- Obtener un producto de bajo costo de fabricación.
- Sentar las bases para un futuro diseño de una planta industrial elaboradora de aderezos.

Realizando un balance de lo logrado durante el tiempo que se invirtió en el desarrollo del proyecto, se puede afirmar que el proyecto cumple las expectativas iniciales.

Desde el punto de vista de la funcionalidad del producto, se cumple con crecer el objetivo propuesto de reemplazar el emulsionante en los aderezos. Esto se observa en los productos que se dejaron durante un plazo de seis meses, los cuales no sufrieron inestabilidad en la emulsión. Además, se logró una muy buena llegada al consumidor a nivel sensorial, reflejado en las evaluaciones de aceptación. También se mencionaron los beneficios nutricionales del reemplazo del huevo, entre los que se destacan el importante aporte de aminoácidos esenciales con la consumición de proteínas de suero y su contenido casi nulo de colesterol.

En el rubro de las mejoras de proceso, se detalló la manera en que la utilización del concentrado de proteínas de suero en polvo permite realizar una modificación de las operaciones, siendo factible realizar el tratamiento de pasteurización al final del proceso, cosa que no era posible en los aderezos elaborados con huevo. Esto tiene importantes implicancias desde el punto de vista de la manipulación e inocuidad del alimento, ya que logra que el punto crítico de control se ubique en la última operación de producción, facilitando la manipulación de las materias primas.

No se puede dejar de notar los beneficios ambientales que acarrea la utilización de los derivados del suero. Siendo el mismo un producto altamente contaminante para el medio ambiente, su aprovechamiento permite reducir el impacto ambiental de las empresas manufactureras de queso para una producción más sustentable.

El otro objetivo que se logró mediante este proyecto es el de obtener un producto final de bajo costo. Lo que se observó fue que con la utilización de este ingrediente en la formulación, el valor de venta sería relativamente más bajo que el de sus competidores.

Tomando este proyecto como referencia, se podría realizar el diseño de una planta industrial de elaboración de aderezos cuyo compuesto emulsionante fuese el concentrado de proteínas de suero en polvo. Esta planta tendría la característica de no contar con un sector especialmente destinado para una cámara de refrigeración, dado que la totalidad de los compuestos de la fórmula se pueden almacenar a temperatura ambiente.

Bibliografía

1. AGUILERA, J. M. y KESSLER, H. G., *Journal of Food Science* 54,1213-1221, 1989.
2. PESSEN, H., PURCELL, J. M. y FARRELL, H. M., *Biochim. Biophys. Acta* 828, 1-12, 1985.
3. HUNT, J. A. y DALGLEISH, D.G., *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 42, 2131-2135, 1994.
4. HUNT, J. A. y DALGLEISH, D.G., *Food Hydrocolloids* 8, 175-187, 1994.
5. CHANG, C. M., POWRIE, W. D. y FENNEMA, O., Electron microscopy of mayonnaise, *Can. Inst. Food Science Technology Journal* 5, 134 – 137, 1972
6. TANAKA, M. y FUKUDA, H., Studies on the texture of salad dressings containing xanthan gum, *Con. Inst. Food Science. Technology. Journal* 130 – 134, 1976.
7. DARLING, D. F. y BIRKETT, R. J., Food colloids in practice 1 - 29, *Food Emulsions and Foams*, E. Dickinson editorial, Royal Society of Chemists, Londres, 1986.
8. HARKINS, W. D. y SOLLMAN, N., Interfacial tension and emulsification. I. The effects of bases, salts, and acids upon the interfacial tension between aqueous sodium oleate solutions and benzene. *Journal of American Chemical Society*, 48 – 69, 1926.
9. GRAHAM, P. The conformation of proteins at interfaces and their role in stabilizing emulsions. *Theory and Practice of Emulsion Technology* 75 – 98, editorial A. L. Smith, Academic Press, Nueva York, 1976.
10. CALVO, Miguel. Apuntes de Bioquímica de Alimentos. Universidad de Zaragoza. *Proteínas del lactosuero*. [Consulta 20 ago 2013] <<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>>
11. Código Alimentario Argentino. Capítulo XVI. *Correctivos y coadyuvantes*. Formato PDF.
12. *Dairy Handbook*, Alfa Laval.
13. DE WIT, J. N. *Lecturer's handbook on whey and whey products*. 1a. ed. Holanda, 2001.
14. FRANCO, Daniel. Revista Alimentos Argentinos. *Mayonesa y Ketchup*. Edición N° 50, 2011.
15. HARTEL, Richard W. y HASENHUETTL, Gerard L. *Food emulsifiers and their applications*. 1a. ed. Inglaterra, 1997.

16. McCLEMENTS, D. J., *Food emulsions: Principles, practices and techniques*. 2a. ed. Inglaterra, 1999.
17. *New Zealand Institute of Chemistry*, sitio oficial. *Whey products*. [Consulta 25 ago 2013] <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3G.pdf>
18. PARZANESE, Magalí. *Tecnología para la Industria Alimentaria: Procesamiento del lactosuero. Ficha N° 13*. [Consulta 25 ago 2013] <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_13_Lactosuero.pdf>
19. SITIO OFICIAL SOLUCIONES EN NUTRICIÓN. PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO. [Consulta 26 ago 2013] <http://www.nutrisol.com.ar/info_suero_lacteo.htm>
20. SPREER, Edgard. *Milk and dairy product technology*. Alemania, 1998.
21. VACLAVIK, Vickie A., *Fundamentos de Ciencia de los Alimentos*, ed. Acribia, 2002.
22. ROVIROSA, Alicia, *Apuntes de la materia Nutrición y Evaluación Sensorial*, UADE, 2012.
23. GARCÍA, L., *El concepto de costo desde la Teoría General*, Universidad Nacional del Litoral, Misiones, 2005.
24. PARRA HUERTA, Ricardo Adolfo, *Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos*, 2008.
25. SOUZA, Rosane R, GIMENES, Marcelino L., COSTA, Silvio C., y MULLER, Carmen M. O., *Eliminación de grasas del suero de queso para obtener proteínas y lactosa*.
26. CAMACHO CHIRIBOGA, Margarita E., *Obtención de un concentrado del suero de la leche de vaca utilizando tecnologías de membranas*, 2009
27. GRUPO DE ASISTENCIA TÉCNICA S.R.L. *El uso de membranas en la industria láctea*. Septiembre 2001.
28. POSADA, Katherine, TERÁN, Diana M., RAMIREZ NAVAS, Juan S., *Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería*.
29. Dr. JOHNSON, Bobby R., *Los concentrados de proteína de suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa*, Oklahoma, 2006.
30. *Características generales del sobre el uso del suero de queso en la Provincia de Santa Fé*. INTI – INTA

31. Lic. PEREZ, Adriana A., *Espumado de proteínas de suero lácteo en presencia de polisacáridos.*
32. CHACÓN-VILLALOBOS, *Tecnología de membranas en la agroindustria láctea.*
33. CARRILLO AGUADO, *Tratamiento y reutilización del suero de leche.*
34. BOUZAS, Jorge. Whey products and lactose in confectionery applications. *U.S. dairy export council.* 1999. [Consulta 12 abr 2014] <http://www.usdec.org/files/pdfs/2008monographs/wheylactconfecapplic_english.pdf>
35. NELSON, Kathy. Bakery applications for whey and lactose products. *U.S. dairy export council.* [Consulta 14 abr 2014] <http://www.usdec.org/files/pdfs/US08D_10.pdf>
36. BURREINGTON, Kimberlee. Whey products in baked goods. *Center for dairy research, University of Wiscosin,* 1999. [Consulta 12 abr 2014] <<http://www.usdec.org/Files/Publications/1BAKERY.pdf>>
37. RESTRUCTURED 60% EXTENDED HAM WITH WPC 80. *Meat & Seafood Products.* U.S. Dairy Export Council. [Consulta 13 abr 2014] <http://usdec.files.cms-plus.com/IntranetPublicAccessDocs/DairyIngredientsApplications/MS_5000_02_Restructured_60%25_Extended_Ham_with_WPC.pdf>
38. YETIM, H., MULLER, W. D. y EBER, M. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Food Research International* 34 97 – 101. 2001. [Consulta 13 abr 2014] <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996900001356>>
39. PROCESSED MEAT AND FISH APPLICATIONS FOR WHEY AND LACTOSE PRODUCTS. U.S. Dairy Export Council. [Consulta 13 abr 2014] <http://www.usdec.org/files/pdfs/US08D_14.pdf>
40. De WIT, J. N. Functional properties of whey proteins in food systems. *Netherlands Milk Dairy Journals* 38 71–89, 1984.
41. WPC-BASED INFANT FORMULA. Infant/Child Nutrition. U.S. Dairy Export Council. [Consulta 19 abr 2014] <http://usdec.files.cms-plus.com/IntranetPublicAccessDocs/DairyIngredientsApplications/IN_0000_02_WPC_Based_Infant_Formula.pdf>
42. Conditions of Competition for Milk Protein Products in the U.S. Market, U.S. international trade commission, Publication 3692, 2004.

-
43. CHANDAN, Ramesh C y KILARA Arun. Dairy ingredients for food processing. Wiley-Blackwell, 2011.
 44. Producto alimenticio en forma de salsa tipo mayonesa y procedimiento de preparación. Base de datos de patentes de Google. [Consulta 28 jul 2014] <<http://www.google.com/patents/WO2007096444A1?cl=es>>
 45. Mayonnaise comprising olive oil and whey. Base de datos de patentes de Google. [Consulta 28 jul 2014] <<https://www.google.com/patents/WO2000030473A1?cl=en&hl=es>>
 46. JOVANOVIĆ, Snežana, BARAĆ, Miroljub y MAĆEJ, Ognjen. Whey proteins - Properties and Possibility of Application. 2005.
 47. DISSANAYAKE, Muditha. Modulation of Functional Properties of Whey Proteins by Microparticulation. 2011.
 48. ACEM, K. y CHOUKRI, A. Study of the emulsifying properties of whey proteins in crude and modified environments. *Journal of Applied Sciences Research*. 2012.
 49. TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS, Universidad Nacional de Luján, 2010.

ANEXO A

Hoja de especificaciones de Lacprodan 80

Arla Foods Ingredients
Nutritional Information



Lacprodan® 80

Nutritional information - EU

Amount per 100 g.	
Energy	1714 kJ/ 408 kcal
Protein (N x 6,25)	76 g
Carbohydrate	9.0 g
- Sugars	9.0 g
Fat	10.0 g
- Saturates ¹⁾	6.4 g
- Transfat ²⁾	0.3 g
Fibre	0 g
Sodium	0.2 g
Cholesterol	37 mg

Council Directive of 24. September 1990 on nutrition labelling for foodstuffs (90/496/EEC)

1) Calculated
2) Estimated

Nutritional Facts – USA

Amount per 100 g.	
Calories 408 kcal	Calories from Fat 90 kcal
Total Fat	10.0 g
- Saturated Fat	6.4 g
- Trans Fat	0.3 g
Cholesterol	37 mg
Sodium	200 mg
Total Carbohydrate	9.0 g
- Dietary Fiber	0 g
- Sugars	9.0 g
Protein (N x 6,25)	76 g
Vitamin A	n.a.
Vitamin C	n.a.
Calcium	0.4 %
Iron	20 ppm

21 CFR 101.9 nutrition labelling of food
n.a. = not analysed

Arla Foods Ingredients Group P/S
Sanderhøj 10-12
DK-8260 Viby J
Denmark
Tel. +45 89 38 10 00

NI Lacprodan® 80 21-08-13 1182

All rights to the information contained herein belong to Arla Foods Ingredients Group P/S. The information is confidential and may not be disclosed to third parties or exploited by users without prior written consent. Statements contained herein do not constitute permission to infringe any patent or license rights. The information contained herein is reliable to the best of our knowledge. The details given are intended only as a source of information. Users should evaluate the products to determine their suitability for the user's own specific purposes and compliance with relevant food legislation. No warranties, expressed or implied, are made.

www.arlafoodsingredients.com

Figura 53: Hoja de especificaciones de Lacprodan 80