

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE BEBIDA ÁCIDA A BASE DE PROTEÍNA DE SUERO EN POLVO

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

COZZI, FACUNDO MARTÍN LU: 1013559

ARAUJO, FLORENCIA LU: 131587

TUTOR:
DANZÉ, MIGUEL

SEPTIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiéramos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional durante toda la carrera. La ayuda permanente y consejos de seguir adelante fueron siempre, sin duda los más importantes en este camino por alcanzar la tan esperada meta de ser Ingeniero.

En segundo lugar, agradecerle a nuestro tutor del Proyecto Final de Ingeniería, Miguel Danzé, quien supervisó este trabajo desde el principio con profesionalismo e interés.

Es de gran importancia para nosotros demostrar el mayor respeto y agradecimiento hacia el Ing. Martín Larsen, de la empresa Arla Food Ingredients S.A., quien compartió muchos de sus conocimientos y facilitó los insumos y maquinaria necesaria para la completa realización del desarrollo de este Proyecto.

No podemos olvidarnos de agradecerle al Ing. Martín Piña, Director de la carrera de Ingeniería en Alimentos, por su constante apoyo, seguimiento y confianza durante toda la carrera, y contestar siempre nuestras dudas de manera rápida, cordial y efectiva.

Por último, agradecemos a todos los docentes y ayudantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Argentina de la Empresa por haber brindado los conocimientos necesarios para poder alcanzar el objetivo.

RESUMEN

DESARROLLO DE UNA BEBIDA ÁCIDA A BASE DE PROTEÍNA DE SUERO EN POLVO

El objetivo general de este proyecto es el estudio del uso de concentrado de lactosuero en polvo como ingrediente funcional en la elaboración de una bebida ácida semejante a un yogurt bebible, a escala de planta piloto. Se plantean como objetivos específicos: Imitar las características físico-químicas, nutricionales y organolépticas de un yogurt bebible del mercado, estudiar la posibilidad de incrementar la vida útil del producto, basándose en el proceso del mismo, estudiar los beneficios económicos de este nuevo producto.

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 primera consiste en 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 de ultrafiltración hasta obtener 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, beneficios tecnológicos, siguiendo por las pruebas a escala de planta piloto, pruebas de estabilidad de producto y finalmente mostrando la reacción de los consumidores en paneles sensoriales y desarrollo de la evaluación de costos de fabricación.

El concentrado de proteínas de suero en polvo es el principal ingrediente para el desarrollo de ésta bebida ya que permanece estable en un medio ácido. Estas proteínas contienen aminoácidos esenciales para la alimentación humana, casi no contienen colesterol y, al estar en forma de polvo, permiten su almacenamiento a temperatura ambiente a diferencia de la leche fluida utilizada en la elaboración de yogurt bebible. 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

EVELOPMENT OF AN ACID BEVERAGE BASED ON WHEY POWDER PROTEIN

The main objective of this project is the study of whey protein concentrate as functional ingredient in a preparation of an acid beverage similar to drinkable yoghurt, in a pilot plant scale. The specific objectives are: to imitate, the physicochemical, nutritional and organoleptic characteristics of drinkable yoghurt in the market, to study the possibility of increasing the lifetime of the product based on its process, to study the economic benefits of this new product.

Dairy whey, also called cheese 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, previously defined to the beginning of the technology 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, technological and environmental benefits, to pilot plant scale trials, product stability tests and finally showing the consumers response to the product in sensory panels and development of testing of production cost.

In conclusion, Whey protein concentrate is the main ingredient for the development of this beverage since it remains stable in an acid environment. What is more, these proteins contain essential amino acids for human consumption, are nearly cholesterol free and, being in the form of powder, they can be stored 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
INTRODUCCIÓN.....	9
Historia del Yogur.....	9
Los Microorganismos del Yogur.....	10
Clasificación.....	12
Elaboración de Yogur.....	13
SUERO DE LECHE.....	18
Obtención.....	19
Composición.....	22
Tratamiento.....	26
Productos.....	31
Funcionalidad.....	32
Aplicaciones.....	34
METODOLOGIA DE DESARROLLO.....	45
Formulación.....	45
Yogur Bebible vs. Bebida Ácida.....	49
CONSUMO DE YOGUR EN ARGENTINA.....	59
Tendencias.....	60
FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES.....	64
Proteínas.....	65
Hidrocoloides.....	72

Maltodextrinas.....	76
Carboximetil Celulosa.....	78
Pectinas.....	79
Gomas de Semillas.....	83
Gomas de Origen Microbiano.....	85
DESARROLLO DEL PRODUCTO.....	90
Equipo Utilizado y Lay Out de la Planta Piloto.....	90
Materias Primas.....	93
Ensayos.....	95
Procedimiento.....	120
FORMULACIÓN.....	121
Resultados.....	122
Evaluación Sensorial.....	124
Proceso alternativo de UHT.....	130
Características Microbiológicas.....	138
Determinaciones Microbiológicas.....	139
Vida Útil.....	142
Calidad en el Proceso de Elaboración.....	146
LEGISLACIÓN DE LA BEBIDA ÁCIDA.....	152
EVALUACION DE COSTOS.....	155
CONCLUSIONES.....	159
ANEXOS.....	162
BIBLIOGRAFÍA.....	165

INTRODUCCIÓN

YOGURT

El Código Alimentario Argentino define a las leches fermentadas como los productos obtenidos por la acción de algunos tipos de bacterias, denominadas bacterias lácticas, que utilizan la lactosa presente en la leche y la convierten en ácido láctico. Existe una gran variedad de leches fermentadas, entre las que se encuentran el kéfir, la leche acidificada y el yogur. Estas variedades se diferencian principalmente en la especie de microorganismos utilizada para su elaboración.

Historia del Yogurt

La historia del yogur se remonta a miles de años, el primer ejemplo de leche acidificada fue presumiblemente producido en forma accidental por los nómadas. La leche se volvía ácida y coagulaba bajo la influencia de ciertos microorganismos, posteriormente se fue descubriendo que esta leche fermentada tenía cualidades curativas para desordenes estomacales, problemas de piel, así como para conservar cierto tipo de alimentos. El consumo de yogur se fue incrementando cada vez más, principalmente en Europa Oriental y después en el resto del mundo.

A fines del siglo XIX, con el advenimiento de la industria lechera en los países occidentales, se inició el interés por los productos lácteos fermentados. Se dio gran importancia a la calidad de los fermentos y a las condiciones higiénicas de su producción, para controlar totalmente la elaboración y obtener finalmente un producto de calidad uniforme.

Actualmente la tecnología de elaboración de yogur está al alcance de todo el mundo y se produce en forma industrial, semi industrial o artesanal.

Desde el punto de vista nutricional el yogur es un excelente producto alimenticio de alto valor biológico, presenta un considerable enriquecimiento del patrimonio vitamínico, en especial de las vitaminas del complejo B, además de la presencia de ácido láctico que aumenta la disponibilidad de micro elementos, como el calcio y fósforo.

El yogur es un alimento de fácil digestibilidad, la caseína que es la principal proteína de la leche es parcialmente hidrolizada en el proceso de fermentación, por tanto el organismo lo asimila con mayor facilidad. La lactosa, que es el azúcar de la leche, es transformada en ácido láctico, esta acidez favorece el desarrollo de una flora intestinal benéfica que destruye los componentes de la putrefacción presentes al interior del intestino humano. En aquellas personas cuyo sistema digestivo carece de la enzima lactasa, la lactosa no es descompuesta en azúcares más simples.

Estas personas no pueden beber leche, sin embargo pueden tomar yogur, en el cual la lactosa ha sido desdoblada por las enzimas bacterianas, razón por la cual el consumo de este tipo de productos sigue creciendo a nivel nacional e internacional.

El proceso tecnológico para la obtención de yogur es sencillo, se requiere un conjunto de equipos y utensilios básicos, que conjuntamente con el cumplimiento de normas de sanidad e higiene son indispensables para la producción de un alimento seguro y de óptima calidad.

Los Microorganismos del Yogurt

Las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, como el yogur, el queso, la mantequilla, el kéfir y el koumiss, constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del

proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo.

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche se van modificándose, y lo mismo ocurre con la textura del producto. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes.

El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. El acetaldehído, por ejemplo, da al yogur su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada. Pueden añadirse asimismo al cultivo de microorganismos, como las levaduras, a fin de obtener sabores particulares.

En lo que concierne al yogur, su elaboración deriva de la simbiosis entre dos bacterias, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra. Cualquier yogur comercial también puede llevar aunque no es necesario *Streptococcus lactis*. Esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación y el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los fermentados mediante una sola cepa de bacteria.

Clasificación

De acuerdo con el contenido de materia grasa, las leches fermentadas se clasificarán en:

1. Con Crema. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa mínimo de 6,0g/100 g.
2. Enteras o Integrales. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 5,9g/100g y mínimo de 3,0g/100 g.
3. Parcialmente descremadas. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 2,9g/100 g y mínima de 0,6g/100g.
4. Descremadas. Aquéllas cuya base láctea tenga un contenido de materia grasa máximo de 0,5g/100 g.

Cuando en su elaboración se han adicionado ingredientes opcionales no lácteos, antes, durante o después de la fermentación, hasta un máximo de 30% m/m, se clasifican como leches fermentadas con agregados.

En el caso que los ingredientes opcionales sean exclusivamente azúcares, acompañados o no de glúcidos (excepto polisacáridos y polialcoholes) y/o almidones o almidones modificados y/o maltodextrinas y/o se adicionen sustancias aromatizantes/saborizantes, se clasifican como leches fermentadas endulzadas o azucaradas o con azúcar y/o aromatizadas/saborizadas.

Elaboración de yogurt

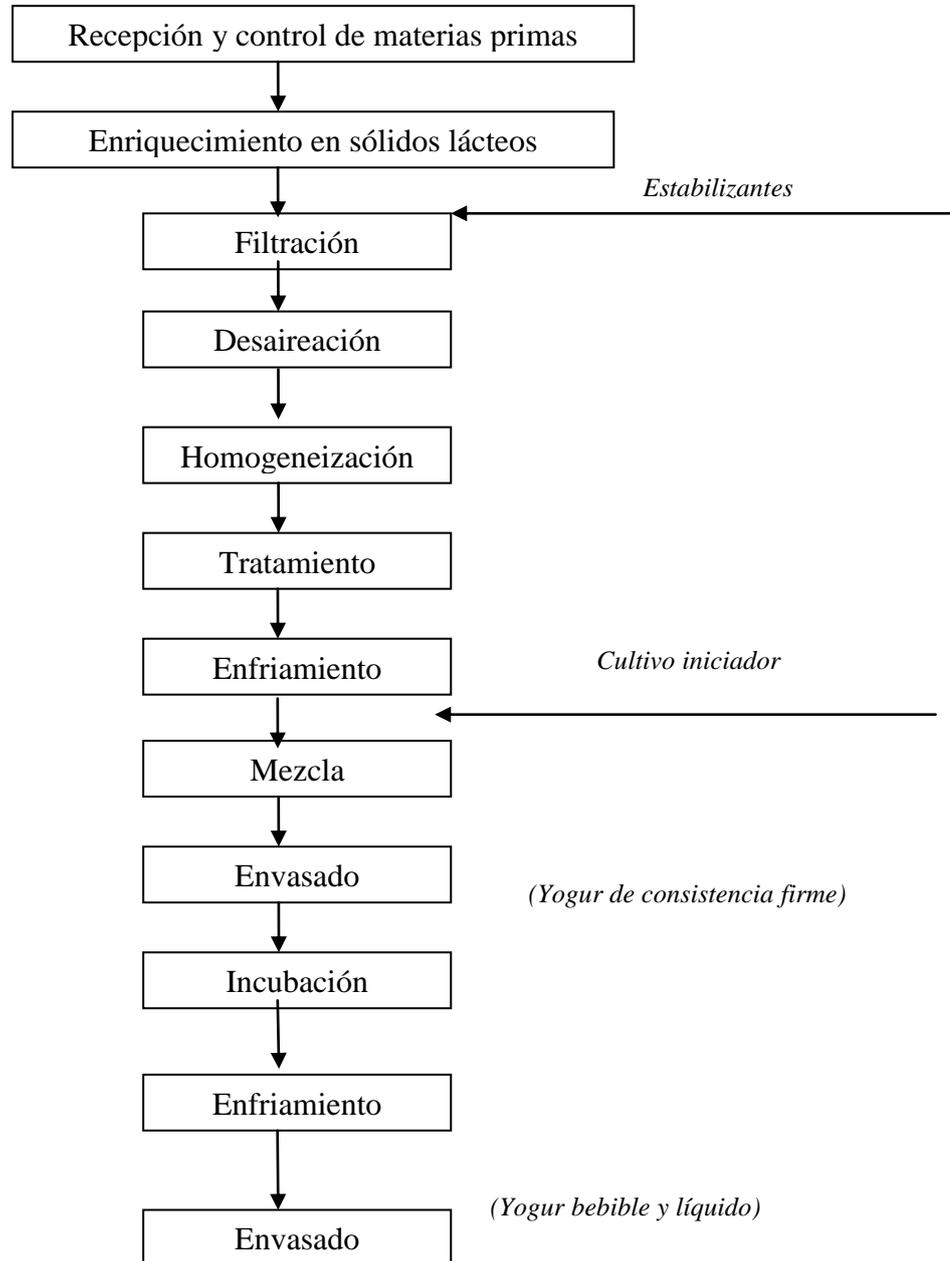


Diagrama 1. Elaboración de yogurt.

1.-Recepción y control de la materia prima: En las centrales lecheras se analiza rutinariamente la leche en el momento de su recepción para asegurarse que cumple con los requisitos indispensables para poder procesarla y fabricar yogur. Se determina su composición, se hacen recuentos microbiológicos y de células somáticas, se analizan posibles residuos de antibióticos y se mide la temperatura de recepción de la leche. La presencia de antibióticos puede ser lesiva para los microorganismos iniciadores.

2.-Enriquecimiento en sólidos lácteos: El enriquecimiento o fortificación de la leche implica un incremento en la concentración de sólidos para conseguir las propiedades reológicas deseadas en el yogur y/o una normalización (ajustar la leche a una concentración determinada). La forma más frecuente de concentración es añadir leche en polvo o desnatada. También puede usarse leche en polvo entera, el retenido de filtraciones deshidratado o caseinatos. Con cada producto se consigue una fortificación diferente en términos de grasa, lactosa y proteína.

3.- Filtración: La filtración se recomienda para eliminar las posibles partículas de los sólidos lácteos no disueltas y los grumos procedentes de la leche base. El motivo de eliminar estas partículas es evitar obstrucciones y daños en el orificio del homogeneizador y depósitos en los intercambiadores de calor.

4.- Desaireación: La eliminación de aire se recomienda sobre todo cuando el cultivo iniciador crece mal en presencia de tensiones elevadas de oxígeno.

5.-Homogeneización: Para homogeneizar la leche se la hace pasar por un orificio pequeño a elevada presión en el homogeneizador, con lo que se reduce el tamaño de los glóbulos grasos y se impide la coalescencia y la formación de la línea de crema.

6.- Tratamiento Térmico: El tratamiento puede variar desde 75 °C durante 15 segundos hasta un tratamiento UHT a 133 °C durante 1 segundo. No obstante, parece ser que las condiciones óptimas son de 80-85 °C durante 30 minutos en sistemas

discontinuos y de 90-95 °C durante alrededor de 5 minutos en sistemas de flujo continuo.

7.-1er Enfriamiento: Antes de añadir el cultivo iniciador, la leche debe enfriarse hasta una temperatura distinta para cada leche fermentada. Esta temperatura es la misma que la de incubación y depende fundamentalmente de las características del cultivo iniciador. Si se va a fabricar yogur, la temperatura acorde con el desarrollo del iniciador es entre 40 y 45 °C.

8.- Incubación: Se suele incubar a 42 °C, que es la temperatura óptima entre las dos especies responsables de su fermentación. A esta temperatura, la misma se completa en unas 4 horas aproximadamente.

9.- 2do Enfriamiento: Su finalidad es frenar la actividad del iniciador y sus enzimas para evitar que la fermentación continúe. Se recomienda que la temperatura final del yogur no exceda los 5 °C, de esta forma, la coexistencia de pH bajo y temperaturas de refrigeración para mantener el yogur en un estado apropiado para su consumo durante 15-20 días. El enfriamiento de envasado puede hacerse en equipos multifuncionales o en cámaras frías; en cambio el del yogur sin envasar se hace mediante intercambiadores de calor de placas o tubulares.

10.- Envasado: Se controla el cerrado hermético del envase para mantener la inocuidad del producto. Se debe controlar que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles. En el producto firme se envasa antes de la fermentación o luego de una pre-fermentación y en la misma envasadora se realizan los agregados de fruta según corresponda, en el batido se envasa luego de elaborado el producto.

Producción aséptica

El proceso se ha de desarrollar en unas condiciones tales, que una vez sometida la leche al tratamiento térmico quede garantizada la no contaminación por gérmenes extraños, en especial por levaduras y mohos, pero también por bacterias mesófilas. Esto sólo es posible si se dispone de instalaciones de producción herméticamente cerradas esterilizables a través de circuitos de limpieza y desinfección. Los tanques asépticos de fermentación funcionan con aire esterilizado a presión normal. El aire estéril se genera en compresores que trabajan sin aceite y se esteriliza mediante filtros.

En caso de que en el envasado, se puede incorporar adicionalmente un gas protector (como CO₂) al espacio de cabecera del mismo con el fin de evacuar el oxígeno del aire.

Los productos fermentados así conservados mantienen su típica flora microbiana, manteniéndose, pues, a temperaturas de refrigeración, durante 4-6 semanas.

Tratamiento Térmico

Los productos lácteos fermentados también se pueden conservar sometiéndolos a una "Thermisierung" o pasteurización doble.

La acidez ó el bajo pH de estos productos permite aplicar temperaturas más bajas que en los procesos habituales de pasteurización. Las tablas 1 y 2 muestran los efectos que ejerce el calentamiento sobre el yogur:

Duración del calentamiento	Número de gérmenes por cm ³	Efectividad del calentamiento en %
5	10.470.000	50,9
10	7.070.000	66,8
15	5.806.000	74,2
30	3.708.000	86,5

Tabla 1. Reducción del número de gérmenes y efectividad del calentamiento sobre el yogur manteniendo constante la temperatura (55°C) y variando el tiempo de exposición.

Temperatura en °C durante 5 minutos	Número de gérmenes por cm ³	Efectividad del calentamiento en %
Control	21.350.000	0
45	18.200.000	14,7
55	10.470.000	50,9
60	106.000	99,8
65	10.000	99,9
70-75	0	100

Tabla 2. Reducción del número de gérmenes y efectividad del calentamiento sobre el yogur manteniendo constante el tiempo de exposición (5 minutos) y variando la temperatura.

SUERO DE LECHE

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 adiposis. 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.

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.

Obtención

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

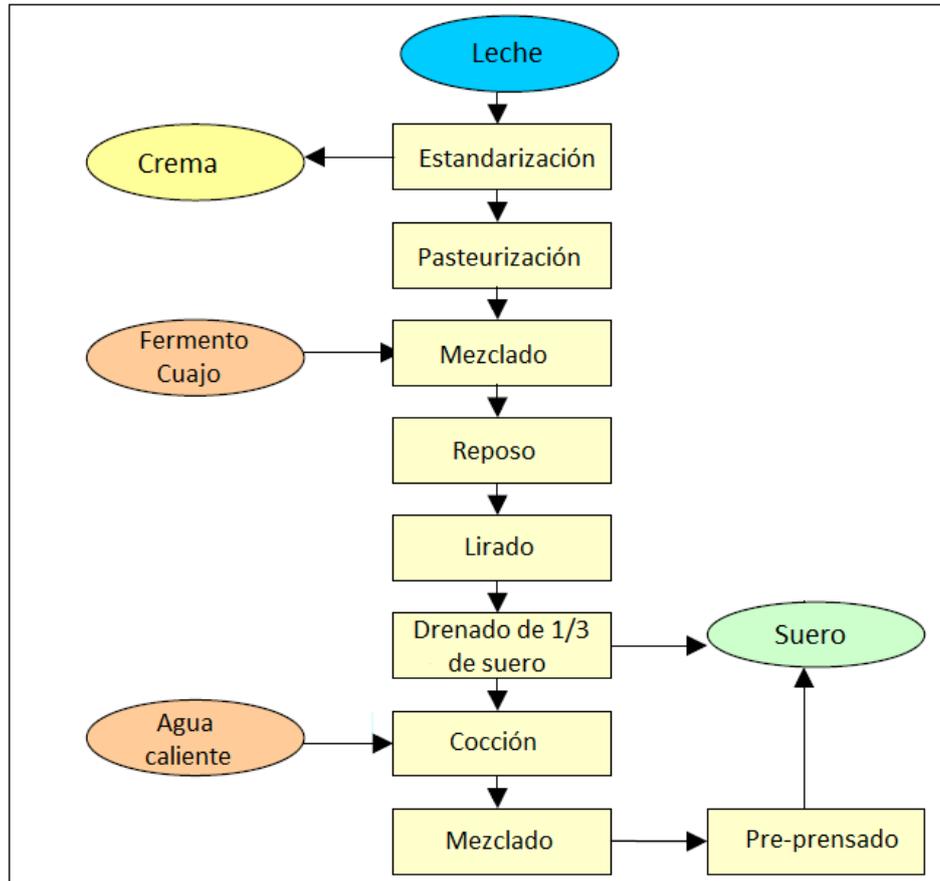


Diagrama 2. Flujo de operaciones para la obtención de suero

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:

1. Tipo y dosis de coagulante
2. Temperatura y pH logrado por la inoculación
3. Contenido de k-caseína en la leche
4. Concentración de calcio y sodio, necesarios para la fase de agregación
5. Variación de caseínas por genética del animal ó alimentación
6. Calidad de la leche
7. 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.

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.

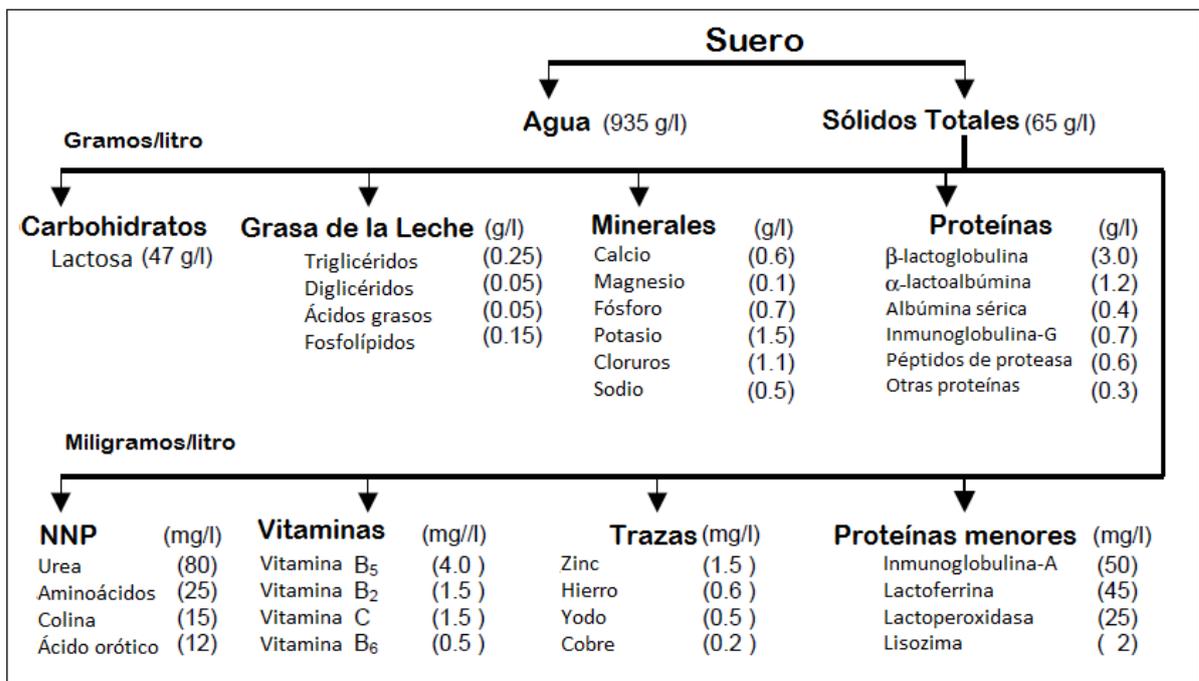


Figura 1. Diagrama de nutrientes del suero lácteo

La figura 1 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 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.

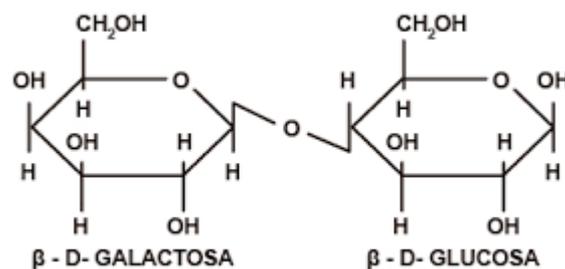


Figura 2: Estructura de la lactosa

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.

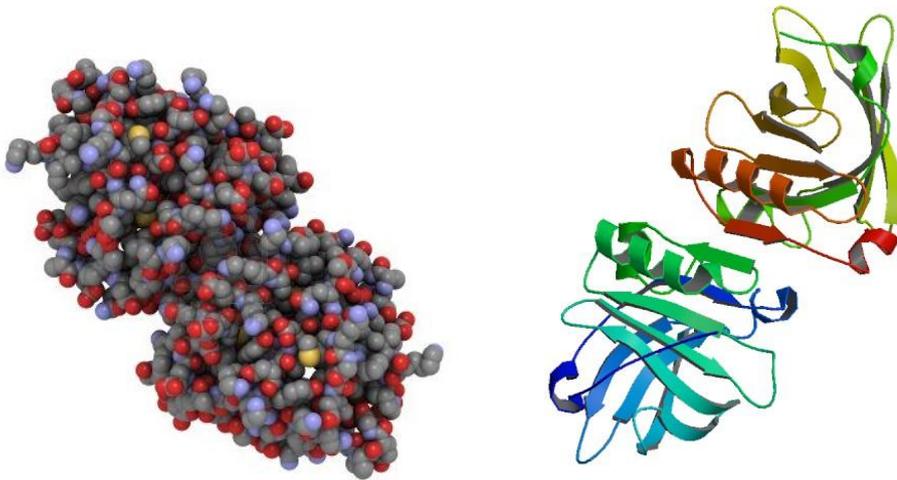


Figura 3. Estructura de la β -lactoglobulina

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.

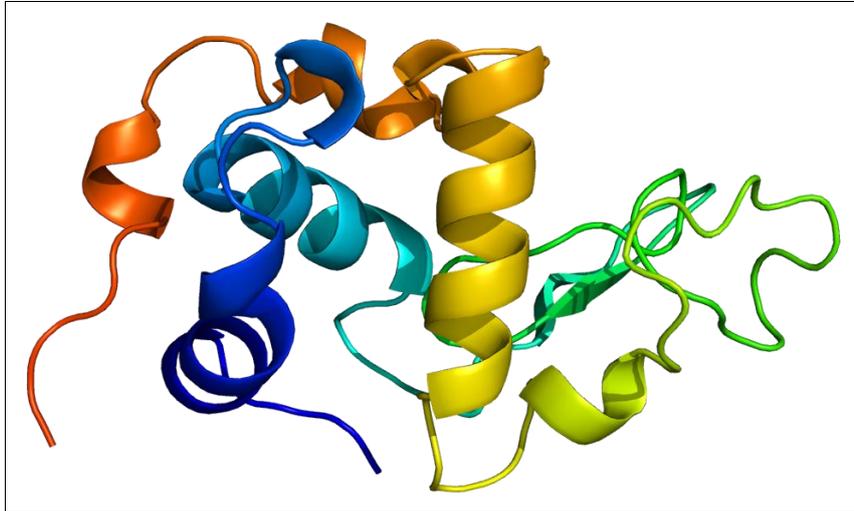


Figura 4. Estructura de la α -lactoalbúmina

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.

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.

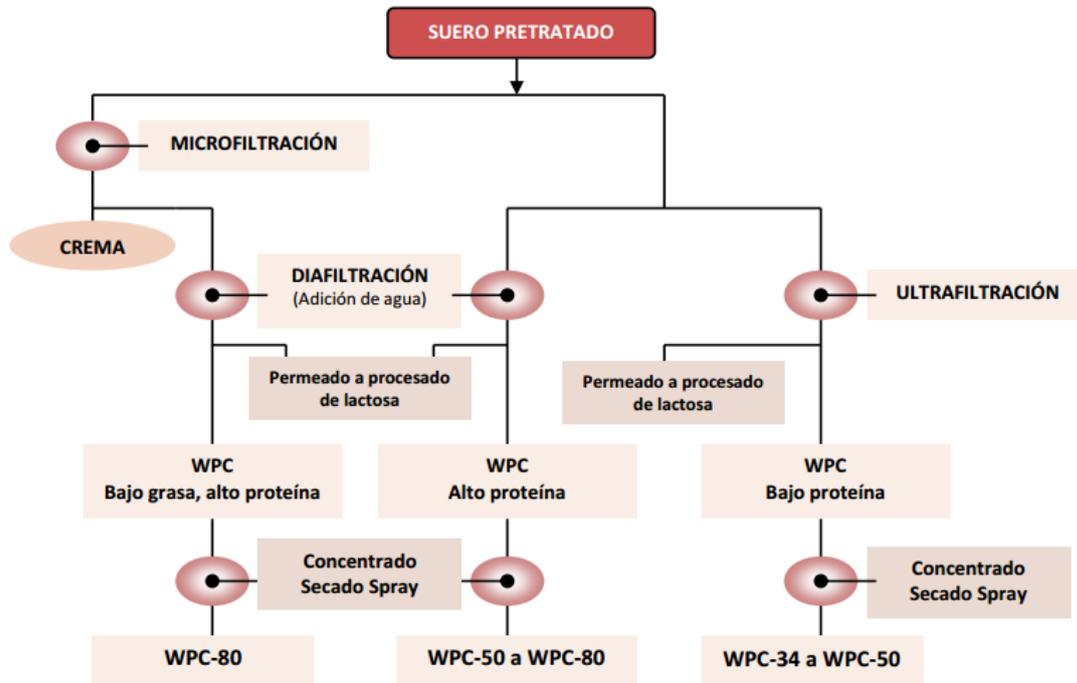


Diagrama 3. Proceso de obtención de WPC.

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.

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 / Concentrado de proteínas del suero).

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 propulsora. Los compuestos se van separando a medida que sufren una acción filtrante a través de membranas con tamaños de poro controlados.

Previo a la ultrafiltración, el suero líquido pasa por una etapa de microfiltración para la eliminación de bacterias y glóbulos de grasa, a través de membranas con poros relativamente grandes, de más de 0,1 μm . Luego la ultrafiltración es utilizada para la separación de las proteínas de suero. Al concentrado de proteínas, es decir la fracción del líquido que no fue filtrada, se la denomina retentado, mientras que a la solución de agua, lactosa, minerales y otros pequeños compuestos que lograron pasar a través de los poros se la denomina permeado. El retentado representa un 1-4% del volumen de suero ingresado inicialmente.

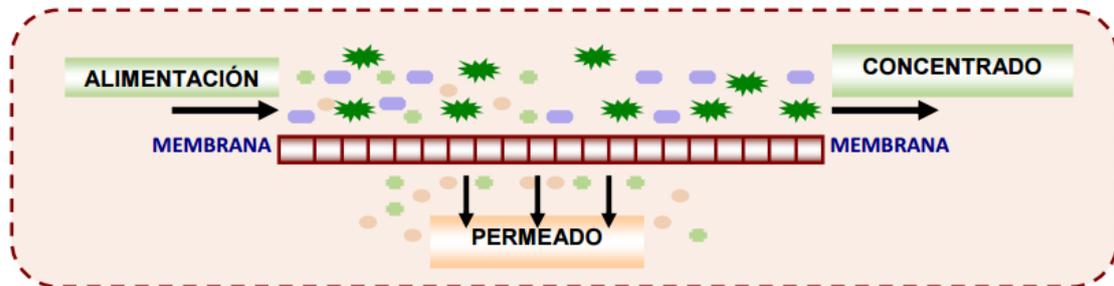


Diagrama 4. Filtración por membranas

La principal ventaja de este proceso es que la proteína se mantiene en su forma nativa, sin ningún efecto producido por la temperatura o acidez.

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.

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, 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 Diagrama 5).

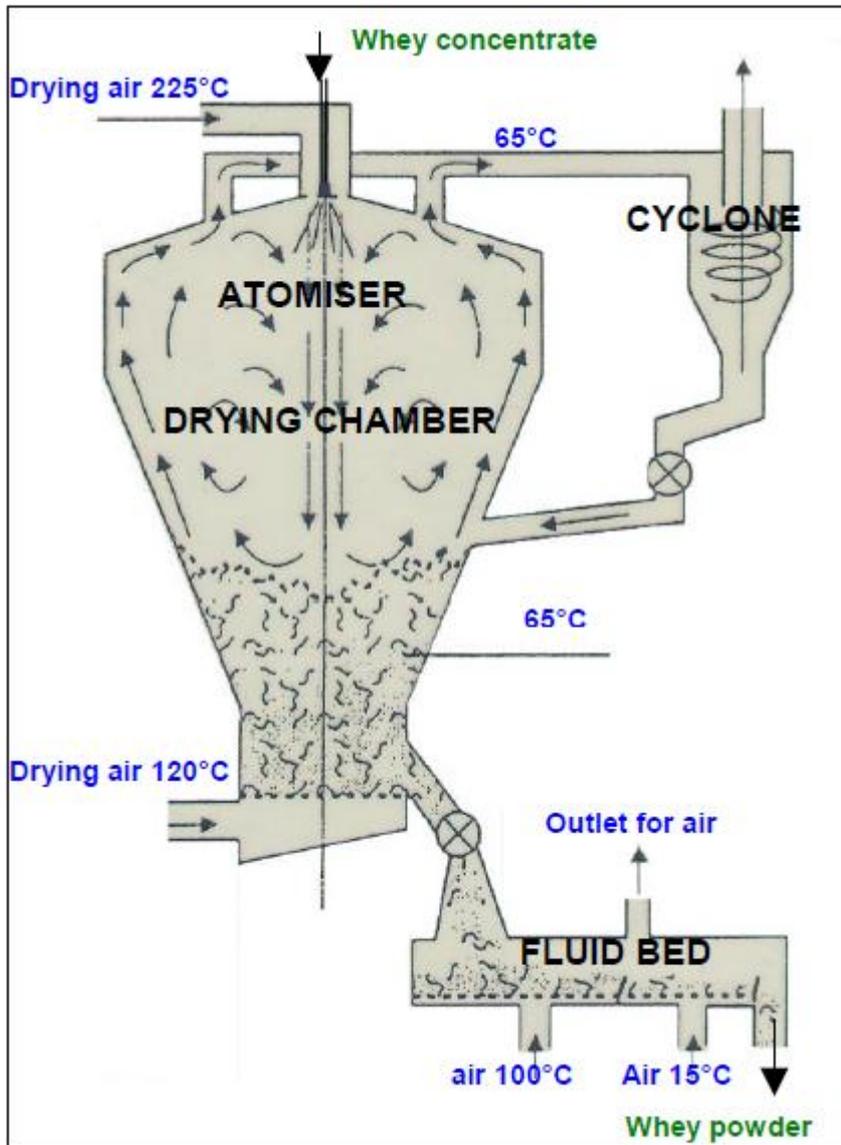


Diagrama 5. Secador Spray de concentrado de proteínas de suero.

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.

Ingredientes	Proteína (%)	Humedad (%)	Lactosa (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	pH
WPC 35	34,7	3,7	51,3	3,9	6,5	6,4
WPC 35 ranges	34-35,4	3,5-4	51-54,5	3,5-5	3,1-8	6,2-6,7
WPC 80	81,3	4,8	5,9	6,3	3,7	6,6
WPC 80 ranges	80-83	4,2-5,5	4,2-1,0	4,2-10	2,9-5	6-7
WPI	94,3	4,8	1	0,7	3,0	6,7
WPI ranges	92-96,1	4-5,5	0,6-2,0	0,4-1,0	2,6-3,4	6,0-7,1

Tabla 3. Contenido nutricional de concentrados y aislados de lactosuero.

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.

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

Tabla 4. Propiedades funcionales típicas en sistemas alimenticios.

La mayoría de las propiedades funcionales presentadas en la tabla 4 son relevantes para diversos tipos de alimentos, generalmente combinando dos o más para obtener las características deseadas.

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 5.



Figura 5. 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.

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 similar 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.

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 6) 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 6. 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.

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.

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.

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.

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.

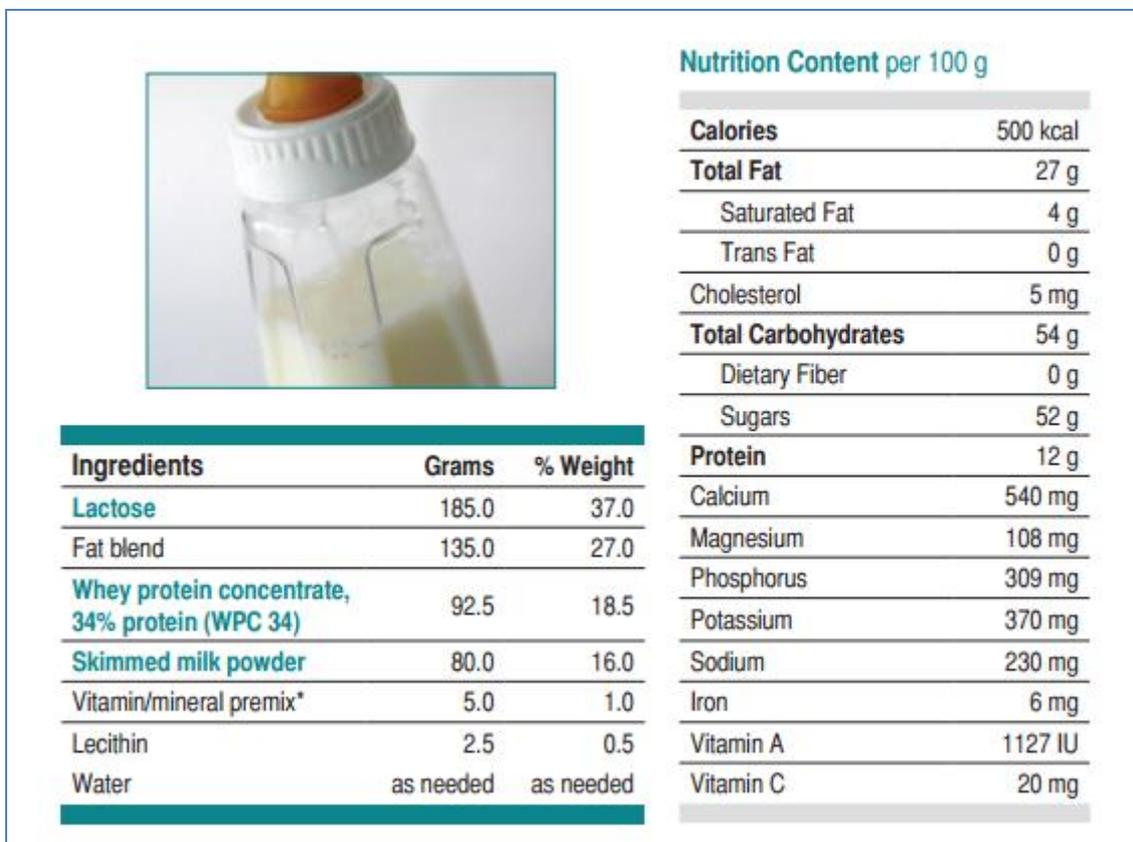


Figura 7. Formulación y tabla de información nutricional de fórmula infantil que reemplaza la leche materna. Se observa que no solo utiliza el WPC sino que también se incorpora la lactosa obtenida a partir del suero. Fuente USDEC.

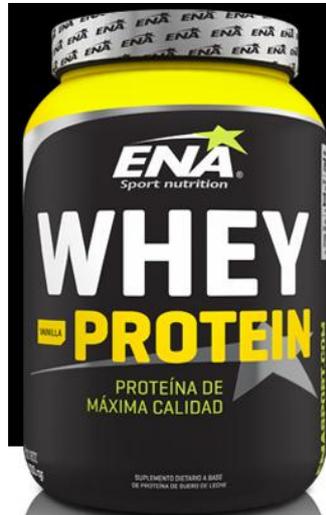
La selección de estas proteínas para este tipo de alimentos es muy importante, dado que su estabilidad frente a altos tratamientos térmicos permite que se mantengan establemente en solución inclusive luego de la esterilización de 120°C durante 15 minutos, confiriéndole al producto una vida útil de dos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

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.



*Foto 1. Suplemento dietario a base de WPC 80, en formato de polvo para disolver.
Marca ENA*



*Foto 2. Suplemento dietario bajo en azúcares y alto en proteínas, a base de WPC 80,
en formato de barra. Marca Multipower.*

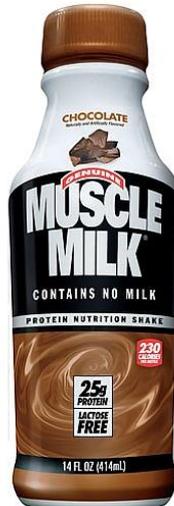


Foto 3. Alimentos líquidos altos en proteína, con concentrado de proteínas de suero en polvo en su formulación. Dentro de los beneficios declarados se encuentra “Reemplazo de comidas”, “Ayuda a bajar de peso” y “Alto en proteínas”.

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.

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 antibacterial, 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.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Los yogures son productos lácteos elaborados a partir de la fermentación láctea, ésta consiste principalmente en el pasaje del azúcar de la lactosa a ácido láctico, mediante la adición de microorganismos. Al yogurt se lo conoce mundialmente como un alimento de alto valor nutricional ya que aporta proteínas de alta calidad, calcio, vitaminas y minerales.

Los yogures fueron por mucho tiempo elaborados de forma artesanal, hasta que las industrias lograron general versiones mucho más prácticas y novedosas conquistando el paladar del consumidor.

Como lo indica el título de esta sección, a partir de ahora desarrollará la esencia de este proyecto final de ingeniería, que consiste en describir el conjunto de pasos llevados a cabo para llegar desde la hipótesis planteada hasta el producto final: Bebida ácida semejante al yogurt a base de proteína de suero en polvo.

FORMULACIÓN

Fórmula del Yogurt Bebible

Los componentes y sus respectivos porcentajes son la clave para lograr un producto exitoso en su formulación. Cada uno debe ser estudiado previo a comenzar con la formulación. Se deberán estudiar el origen, la utilización en la industria, características nutricionales y el comportamiento con otros componentes. Además deben ser medidos y controlados con exactitud, ya que errores por exceso o defecto pueden provocar tanto alteraciones físico-químicas como sensoriales no deseadas.

Dado que el objetivo de este proyecto es desarrollar una bebida que tenga características nutricionales y sensoriales semejantes a las de un yogurt bebible, el

primer paso es investigar qué es lo que entiende y busca el consumidor en un yogurt bebible.

El yogurt bebible que lidera las ventas en el mercado nacional es Yogurísimo de frutilla de la empresa Danone. Se puede encontrar en envases individuales de 185 g o la versión familiar de un kilogramo.

Fórmula del Yogur Estándar

Es de común conocimiento la dificultad de conseguir la formulación de un yogurt bebible directamente de las industrias del rubro, por eso se decidió trabajar con una fórmula estándar, describir la función de cada componente y comparar con los ingredientes de los productos Yogurísimo.

Yogurísimo

El yogurt de la Serenísima, posee una viscosidad promedio de 851.8cP, un PH de 4.40 -4.60, y los principales ingredientes son los siguientes:

1. *Leche seleccionada parcialmente descremada pasteurizada*: Aporta cuerpo, sólidos, azúcares, grasa, proteínas.
2. *Solución de sacarosa*: Aporta dulzor, azúcares.
3. *Cultivos Lácteos*: Encargados de transformar los azúcares en ácido, reducir el pH.
4. *Almidón modificado*: Hidrocoloide que genera mayor viscosidad.
5. *Gelatina*: Liga el agua y forma geles.
6. *Goma Gellan*: Goma vegetal, actúa como gelificante.
7. *Aromatizantes artificiales*: Brindan sabor artificial a frutilla.
8. *Solución de colorante*: Aporta color, no diferencia cual.

Información Nutricional Por 200 g = 1 vaso	YOGURÍSIMO Sachet sabor Frutilla	
		%VD (1)
Valor energético	160 KCal=672KJ	8
Carbohidratos	28 g	9
Proteínas	5,0 g	7
Grasas Totales	3,1 g	6
Grasas Saturadas	2,0 g	9
Sodio	79 mg	3
Vitamina A	133 mcg	22
Vitamina D	1,1 mcg	22
Vitamina B2	0,24 mg	18
Vitamina B12	0,54 mcg	23
Calcio	183 mg	18
Fósforo	141 mg	20

(1) % Valores diarios con base a una dieta de 2000 Kcal u 8400 KJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas. No aporta cantidades significativas de Grasas Trans, Fibra Alimentaria

 Producto libre de gluten

Tabla 6. Tabla Nutricional de un yogurt bebible sabor frutilla marca “Yogurísimo”

Determinación de la Viscosidad

Para determinar la viscosidad se utilizó el viscosímetro Brookfield, modelo DV-II (ver Foto 4). Se tomaron 25 mediciones cada 2 segundos manteniendo la velocidad de giro del *Spindle* 10 RPM, el valor declarado fue el promedio de las mediciones.

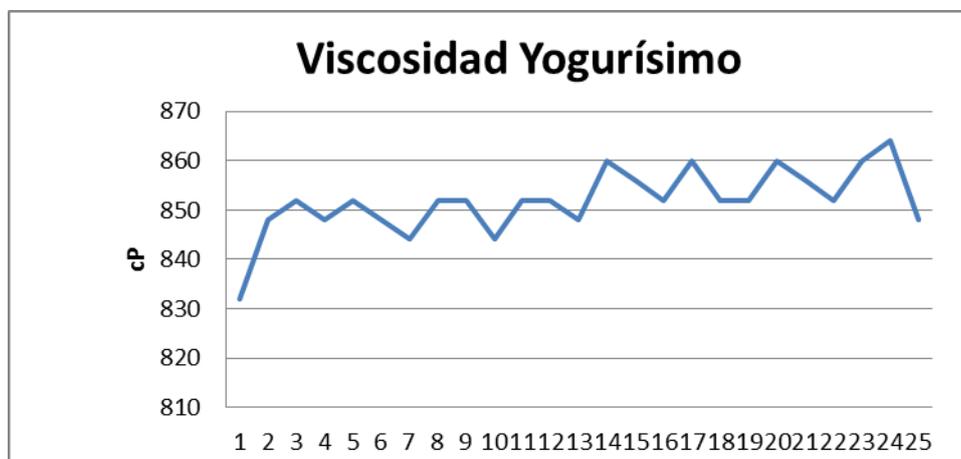


Gráfico 1. Viscosidad del Yogurísimo.



Foto 4. Viscosímetro utilizado para el desarrollo de la bebida ácida.

Determinación de Sólidos

El contenido de sólidos no grasos en un yogurt es variable, nunca debe ser menor de 8.5%, de lo contrario el producto puede tener una consistencia demasiado suave y una estructura del gel muy débil. Cuanto mayor sea el contenido de sólidos totales menor será el grado de sinéresis en el producto, normalmente son entre 15% y 18%.

Para éste proyecto fue necesario conocer el porcentaje de sólidos totales del target (Yogurísimo bebible), para lo cual se utilizó un equipo semiautomático de medición de humedad (Sartorius MA 50) que posee una balanza con un error de +/- 0.005g, en segundos llega a la temperatura deseada de 110°C y en menos de 20

minutos brinda el resultado. Se realizaron tres mediciones obteniendo un valor promedio de 16.02% sólidos totales.

$$\% \text{ sólidos totales} = \frac{\text{Peso muestra} - \text{Peso residuo}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Una vez que se analizadas las principales características físico químicas y nutricionales del producto a elaborar se comenzó a formular la bebida con diferentes variables, evaluando tanto el porcentaje de concretado de proteínas de suero como los estabilizantes y definición del proceso.

Yogurt Bebible Vs Bebida Ácida

En el siguiente cuadro se pueden apreciar las principales variables entre la elaboración de un yogurt bebible tradicional , uno sometido a un proceso de UHT y la variable planteada en éste proyecto utilizando concentrado de proteínas de suero para elaborar una bebida ácida.

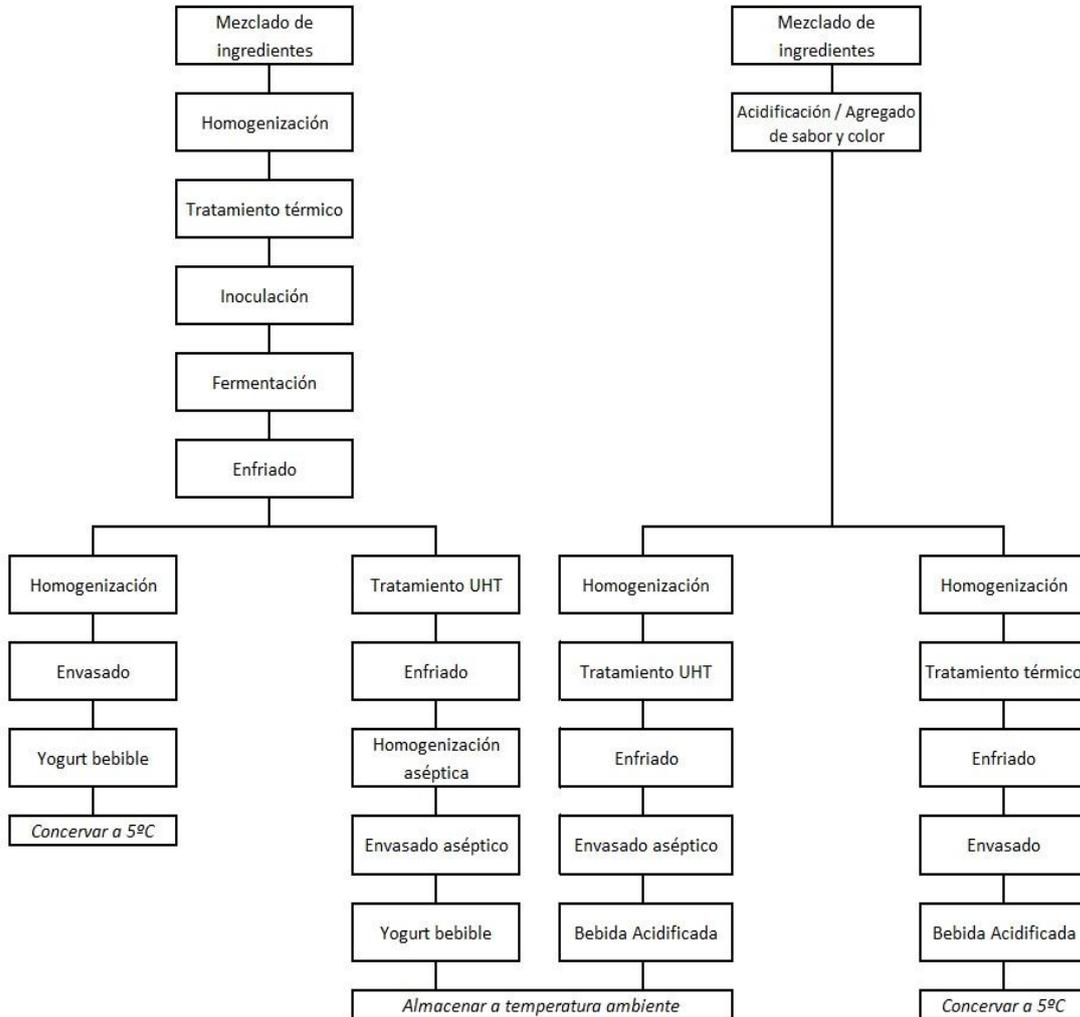


Diagrama 6. Elaboración de Yogurt y Bebida ácida.

Mezclado

El mezclado se realiza en un tanque de agitación, el cual posee una camisa de agua que actúa como intercambiador de calor manteniendo la mezcla entre 20-30°C para una mejor disolución de sólidos y un agitador que permite romper grumos y obtener una mezcla homogénea. En un yogurt convencional el ingrediente mayoritario es la leche, en la industria esta leche sufrió un proceso de pasteurización y los niveles de grasa, sólidos y proteínas de la misma deben estar estandarizados, es decir la

calidad física y microbiológica debe ser siempre la misma. En cambio en la bebida ácida ese paso es más sencillo ya que el componente mayoritario es el agua, de fácil obtención, y los demás ingredientes no necesitan temperaturas de refrigeración durante su almacenamiento como lo requiere la leche.

Homogenización

La figura 16 muestra una sección de un homogenizador. Los componentes principales son una bomba de alta presión (normalmente una bomba de pistón con tres cilindros) y el cabezal de homogenización (un dispositivo de contra presión). Los pistones se mueven en cilindros en un bloque de alta presión, la presión de homogenización se ajusta con una llave y se puede leer en un manómetro de alta presión. Un anillo circular exterior rodea a un núcleo de forma especial, con 4 aletas. Estas piezas son pulidas con gran precisión y acopladas con un paso muy estrecho para el producto. El anillo de homogenización se ajusta al anillo exterior de tal forma que la superficie interior sea perpendicular a la salida del espacio antes citado. El producto entra a una alta presión en el espacio existente entre el anillo exterior y el núcleo. En ese estrecho espacio, la presión es tan fuerte que la velocidad del producto pasa a ser muy elevada (200-300 m/s). Cuando el fluido lo abandona, choca a alta velocidad en el lado interior del anillo de homogenización, siendo obligada a cambiar de dirección tal como se puede observar en la figura 17.

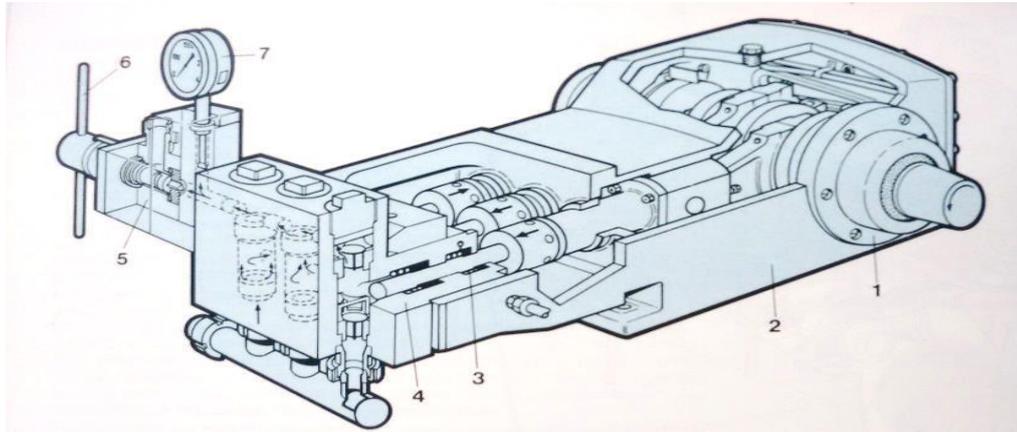


Figura 16. Corte del bloque de cilindros (1. Cigüeñal 2. Bloque de cilindros de alta presión 3. Anillos 4. Pistones 5. Cabezal de homogeneización 6. Válvula de presión 7. Manómetro).

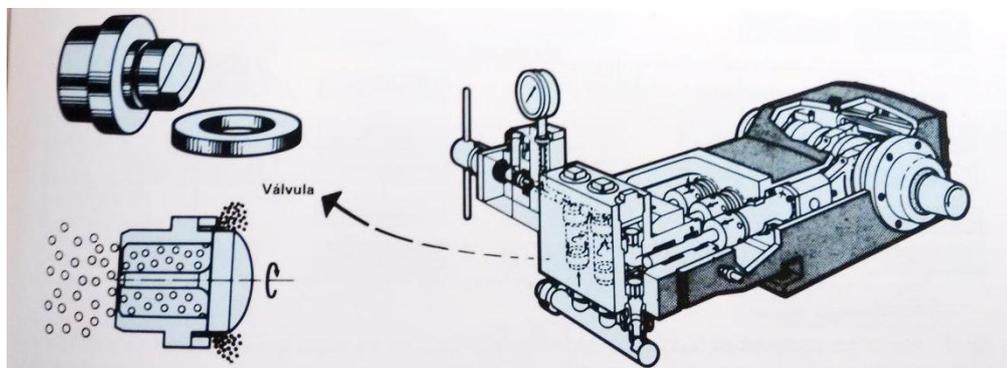


Figura 17. Cabezal del homogenizador.

Se puede aumentar la eficiencia cuando se realiza la homogeneización en dos etapas y con dos cabezales en serie. Este método se ha extendido bastante ahora que se sabe que la homogeneización se realiza a un 75% de la presión total y en la segunda a un 25%. Con una presión total de 200 bar, esto significaría 150 bar en la primera y 50 en la segunda. Cualquier aglomeración de partículas que se haya producido en la

primera será rota en la segunda. La homogenización en dos etapas se utiliza casi siempre en conexión con los tratamientos de UHT. La razón para ello es que ciertas sales se forman durante el tratamiento a alta temperatura, siendo fácilmente desintegradas si el producto se somete a una homogenización de dos etapas.

La homogenización puede ser realizada previa a la pasteurización “upstream” de esta forma cuando las proteínas se desdoblen debido a la temperatura de la pasteurización, los glóbulos de grasa presentes poseen un menor tamaño al original, se unirán con las proteínas y formaran una red de mayor firmeza que si se realiza luego de la pasteurización, “downstream”.

Tratamiento térmico

1. La pasteurización es una de las etapas más importantes del proceso tanto del yogurt como de la bebida ácida, ya que elimina la mayor parte de la flora contenida. Con ella se logra la inactivación de enzimas que afectan las características organolépticas del producto. Permite la desnaturalización de proteínas, en el caso del yogurt las proteínas lácteas principalmente las caseínas liberan péptidos que contribuyen al crecimiento de los microorganismos a inocular. En la bebida ácida produce la modificación de la estructura de las proteínas debido a que el calor favorece su agregación, lo que mejora la viscosidad y su capacidad de retención de agua, e impide la separación del suero.

Existe una gran gama de temperaturas y tiempos asociados a la pasteurización de la leche, depende del proceso de fabricación de yogurt y el equipo disponible para realizarla. Algunos ejemplos son los siguientes: 85°C por 30 minutos, o a 90°C por 5 minutos. Se debe tener en cuenta que en el caso del yogurt un calentamiento débil de la leche genera un yogurt bajo en viscosidad, mientras que un sobrecalentamiento puede provocar una textura granular y una tendencia a la separación del suero.

2. El tratamiento UHT consiste en un calentamiento muy rápido (casi instantáneo) hasta temperaturas muy altas (135-150 °C) a las que se mantiene durante un tiempo muy corto (2-5 seg). Al aumentar la temperatura hasta 130 –150 °C y disminuir el tiempo de tratamiento a unos pocos segundos se consigue aumentar la eficacia esporicida al tiempo que se minimiza el efecto de los tratamientos sobre factores de calidad (nutrientes y caracteres organolépticos)

El procesamiento UHT de la leche en relación con la pasteurización, permite que la distribución del producto se realice sin la necesidad de un sistema que garantice la cadena de frío, esto posibilita una distribución más económica.

El equipamiento puede ser clasificado según el sistema de calentamiento en sistemas directo y sistemas indirectos.

En los sistemas directos el producto entra en contacto íntimo con vapor de agua. El calentamiento se realiza mediante condensación del vapor y la correspondiente liberación de calor latente. El vapor condensado diluye el producto y esa cantidad de agua puede eliminarse mediante evaporación y refrigeración instantánea. Esto requiere que el producto caliente ingrese a una cámara de menor presión, en la cuál hervirá espontáneamente una proporción del agua que incorporó el producto. El calor latente necesario para evaporar el agua procede del producto, por lo que se origina su rápida refrigeración. Este método se divide en sistemas de inyección y sistemas de infusión, el primero consiste en inyectar vapor de agua (aproximadamente a 10 atm) en el líquido precalentado a 75 -80 °C y la temperatura alcanza rápidamente 150 °C, permanece aproximadamente 2,5-3 seg a esa temperatura en el tubo de retención y luego se enfría hasta 70 °C mediante pulverización en una cámara de vacío. En dicha etapa se elimina el vapor condensado y las sustancias volátiles del producto. El contenido de humedad del producto se equipara aproximadamente al nivel inicial de la materia prima. Normalmente se utiliza en productos poco viscosos, aunque un diseño adecuado del inyector permitiría su uso en productos viscosos. No se puede utilizar en productos con partículas. En cambio el

sistema de infusión el alimento precalentado cae en forma spray en un recipiente que contiene vapor a presión elevada (4,5 atm). En este recipiente el alimento se calienta hasta 142-146 °C y es mantenido durante 2,5 - 3 seg en un tubo de retención y finalmente se produce el enfriamiento hasta 65-70 °C mediante pulverización en una cámara al vacío.

Los sistemas de calentamiento indirectos se dividen en intercambiadores de calor con placas, intercambiadores de calor tubular e intercambiador de calor de superficie barrida o rascada.

Los intercambiadores de calor tubulares constan de dos (llamados de doble tubo) o tres tubos concéntricos o de uno solo o varios tubos en el interior de una carcasa externa (llamados de carcasa y tubo o de casco y tubo). La resistencia mecánica de los tubos permite que sean sometidos a elevadas presiones y temperaturas. En los intercambiadores multitubulares, el producto fluye por el interior de los tubos, mientras que el medio calefactor/refrigerante fluye en la carcasa. En el interior de los tubos, la turbulencia se alcanza solamente mediante la velocidad del producto (no existen superficies rugosas como en placas), mientras que en su parte exterior los tubos pueden ser rugosos o existir orientadores de flujo. Este tipo de intercambiador posee la ventaja de requerir menos juntas de estanqueidad, lo que facilita la limpieza y por lo tanto el mantenimiento de las condiciones asépticas operar a presiones y velocidades (6 m/s) mayores que los intercambiadores de placa, La velocidad del producto asegura que el flujo en las paredes sea turbulento con lo que la transferencia de calor es más uniforme y existe menos depósito de producto. Suele ser utilizado para producto de viscosidades media. Sin embargo posee la desventaja de que la inspección de las superficies de intercambio para la detección de eventuales depósitos es más dificultosa, una falla obliga a detener el proceso a diferencia de lo que ocurre con el intercambiador a placas, donde las placas pueden ser reemplazadas, lo que genera poca flexibilidad ante cambios en la capacidad de producción.

Los intercambiadores de calor de superficie barrida consisten en un sistema de doble tubo con la incorporación de un eje con paletas raspadoras ubicado en el interior del tubo con producto de forma que las paletas giratorias mantienen limpia la superficie de transferencia de calor (la suciedad puede aumentar la resistencia a la transferencia) y aumentan la mezcla y la turbulencia en el seno del producto. La principal ventaja en el procesamiento UAT es la capacidad para trabajar con alimentos viscosos y particulados.

Son flexibles en cuanto pueden adaptarse a diferentes productos cambiando las paletas y el diámetro del rotor de forma de alcanzar un compromiso entre la integridad del producto y la eficacia en la transferencia de calor

Inoculación

El término inoculación en lácteos se refiere a agregado de cultivos para que produzca la fermentación. Los principales microorganismos responsables en la elaboración de yogurt como ya se mencionaron son cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* sub sp. *bulgaricus*. En base a recomendaciones de fermentos de la empresa *Hansen*, donde la cepa predominante es *Streptococcus thermophilus*, la dosis promedio es de 200 UFC /1000 litros.

En la actualidad, la industria suele adquirir los cultivos madre y propagarlos para conseguir el volumen de fermento necesario para su producción. Lo habitual es que la propagación se realice en dos fases bien distintas. La primera, a nivel de laboratorio, trabajando con volúmenes no muy grandes y con un medio de propagación estéril, y la segunda a nivel de planta, con grandes volúmenes de leche, habitualmente pasteurizada. El fermento se propaga en leche entera o, más frecuentemente, en leche descremada.

En ciertos casos, la industria prefiere no propagar los fermentos y adquirirlos en cantidad suficiente para inocularlos directamente a un volumen definido de leche para obtener yogurt o el producto lácteo que se trate. Con este sistema tan cómodo se

evitan innumerables problemas de cultivos inactivos, desequilibrados, contaminaciones con fagos e incluso es posible cierto ahorro, ya que la industria no tiene que montar la instalación para la propagación del cultivo.

Fermentación

La temperatura que se utiliza para esta etapa es de 45 a 48 ° C para obtener una acidez de 0.9 a 1.1% como ácido láctico, en este rango de ácido el pH se encuentra entre 3.9-4.7, un tiempo de 3 a 4 horas, utilizando una dosis 0.02% de fermento.

En éste proyecto la etapa inoculación y de fermentación, fundamentales en la elaboración de un yogurt, son eliminadas y reemplazadas por una simple acción de acidificación.

Acidificación

En un yogurt tradicional, durante la fermentación la lactosa se transforma en ácido láctico, hasta llegar a un PH de 4,3- 4,7; en cambio en la bebida ácida se llegará a estas condiciones con el agregado de un ácido láctico o combinación de láctico y cítrico.

Agrado de Sabor y Color

El agregado de sabor y color es una acción sencilla, tanto para un yogurt tradicional como para la bebida ácida, pero la cantidad pesada debe ser controlada ya que un exceso o defecto pueden provocar rechazo en el consumidor. Es necesario poseer balanzas calibradas y personal entrenado.

Enfriado

La finalidad de la etapa de enfriado en un yogur es frenar la actividad del cultivo y sus enzimas para evitar que la fermentación continúe. Se recomienda que la temperatura final del yogur no exceda los 5°C; de esta forma, la coexistencia de pH bajo y temperaturas de refrigeración actúan sinérgicamente para mantener el yogur en

un estado apropiado para su consumo durante 20 o 30 días. El enfriamiento del yogurt parece no presentar problemas importantes, pero diversos estudios han indicado que un enfriamiento muy rápido puede afectar a la estructura del coágulo; puede ocasionar la separación del suero debido a una intensa retracción de las proteínas del coágulo que afecta, a su vez, a la capacidad de retención de agua de las mismas.

Envasado

El yogur bebible terminado se envasa en sachets o en botellas plásticas, y luego se los coloca en contenedores o bandejas plásticas para su almacenamiento refrigerado.

Si el producto es esterilizado, se envasa en envases de cartón multilaminado. El polietileno protege ambas superficies y permite el sellado del envase. El cartón confiere rigidez y lleva la impresión y el etiquetado. El cartón se sella mediante una lámina de polietileno a una capa de aluminio. Esta última actúa como barrera de gases y de luz. La capa interna de polietileno asegura un sellado hermético. Previo a esta etapa, se debe pre-esterilizar los envases mediante tratamiento en caliente con peróxido de hidrógeno. Otras formas de esterilización menos frecuentes son radiación UV, vapor saturado (para latas o recipientes rígidos de polipropileno resistentes al calor), aire caliente (latas o frascos de vidrio). Las máquinas para el llenado de los envases se encuentran en un ambiente estéril, generado por luces ultravioletas y aire filtrado. Se utiliza una presión positiva de aire para evitar la entrada de contaminación.

CONSUMO DE YOGUR EN ARGENTINA

En la Argentina se consumen aproximadamente 13 kilos per cápita anual de yogur, algo que convierte al país en el mayor consumidor de la región. Este gran consumo se debe a que la sociedad lo considera como alimento con alto valor nutricional y sabor delicioso,” Comer algo bueno y a su vez rico”. Los argentinos como en toda Latino América buscan en estos productos el aporte de vitaminas y minerales, en más de un tercio de los lanzamientos registrados hasta junio de 2014, la mayor parte de la innovación en la región fue el agregado a productos de cartelera vitaminas y minerales y de esta forma poder incluir en la etiqueta sus respectivos Claims que el consumidor tanto busca.



Figura 8. Distintos tipos de yogurt en Argentina.

Tendencias en Argentina

La producción de yogures bebibles en la Argentina en los últimos cinco años oscila entre 215.000 toneladas anuales, valores notablemente positivos para la producción de este tipo de productos.

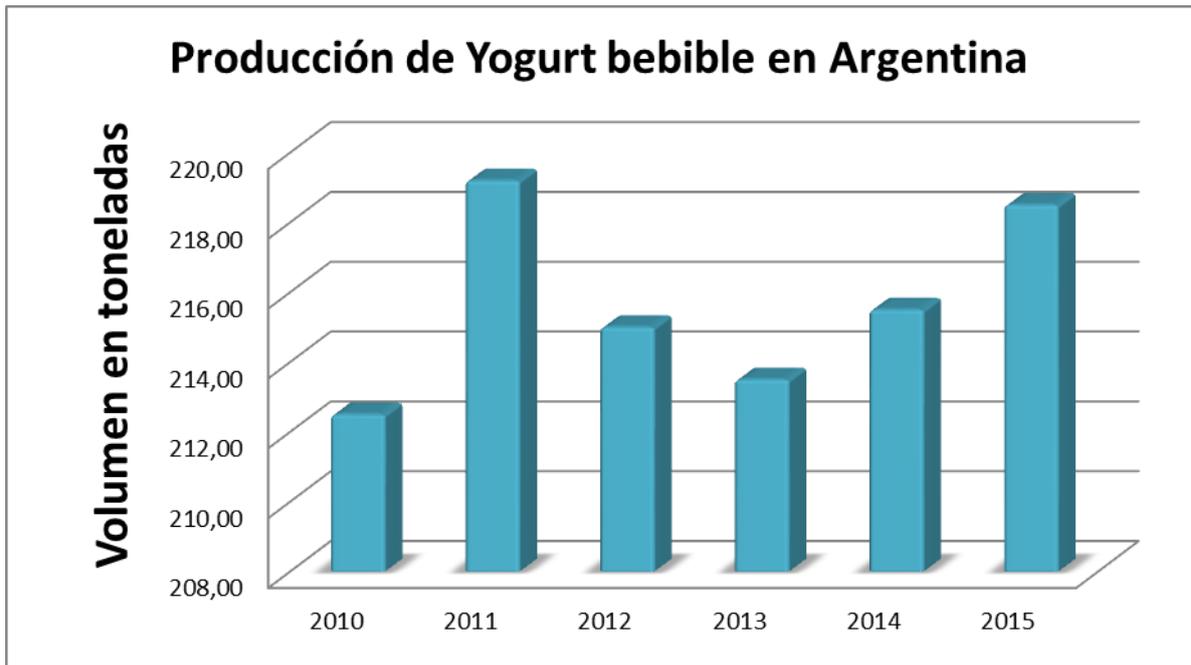


Gráfico 2. Volumen de producción de yogur bebible en la Argentina

El mercado actualmente se encuentra seccionado con una mayor participación de la empresa francesa Danone, primero en la elaboración de productos frescos del mundo. A mediados de los noventa decide realizar una alianza estratégica con La Serenísima, líder nacional en productos lácteos. Tanto Danone a nivel mundial como La Serenísima a nivel local son marcas muy reconocidas y de gran prestigio, que logran acaparar el 67% del mercado de yogures bebibles, seguida por SanCor Cooperativas Unidas Limitada con el 18.7% que es una empresa láctea argentina que toma su nombre de la unión de varias cooperativas ubicadas en la zona limítrofe entre

las provincias de Santa Fe y Córdoba y por último podemos destacar a las empresas Williner y Milkaut, ambas también nacionales que no alcanzan el 10%.

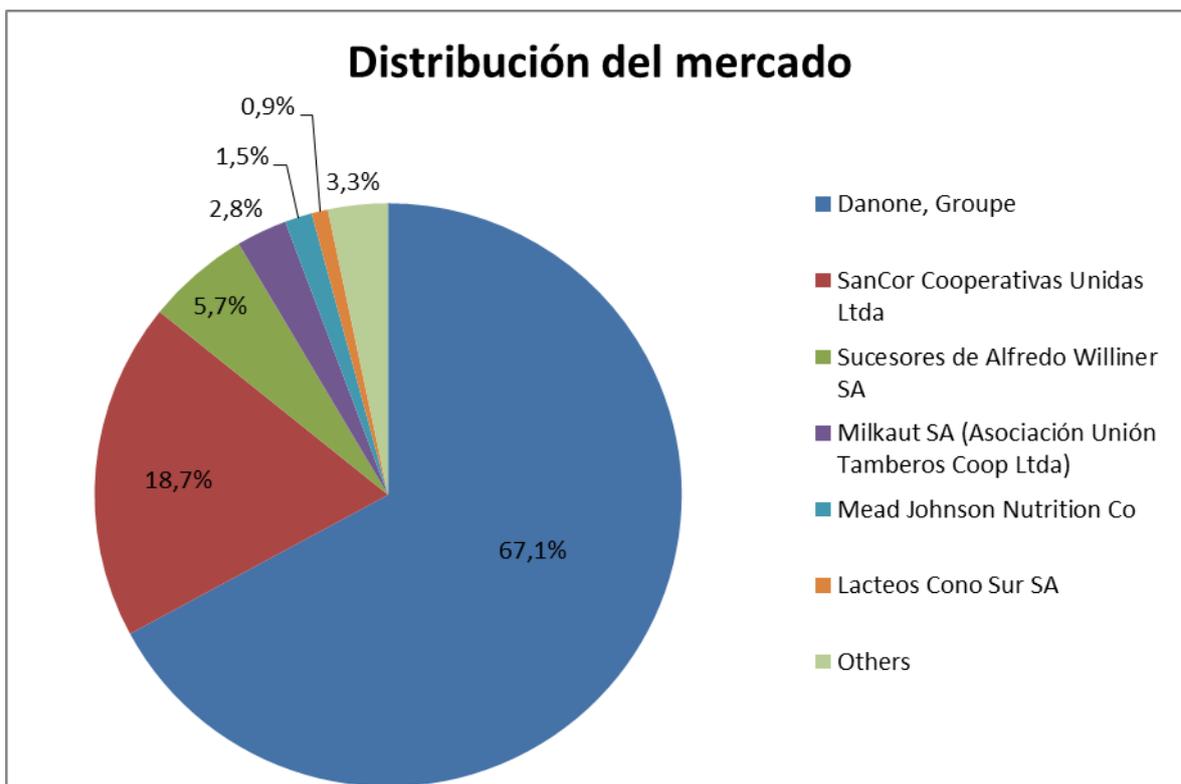


Gráfico 4. Distribución del mercado de yogures bebibles en la Argentina.

Sabiendo que el grupo Danone se adueña del 67% del mercado, en el Gráfico 5 se destacan las principales marcas de yogures bebibles. En primer lugar se encuentra el Yogurísimo de Danone con el 32% seguido por Yog de la empresa Sancor con el casi 19% e Ilolay con el 5.7%. Aunque los yogures Actimel y Ser poseen el 23% y 10% del mercado no serán considerados en la misma categoría de éste proyecto ya que Actimel es un pro biótico y Ser es un yogurt semi-descremado y sin azúcar.

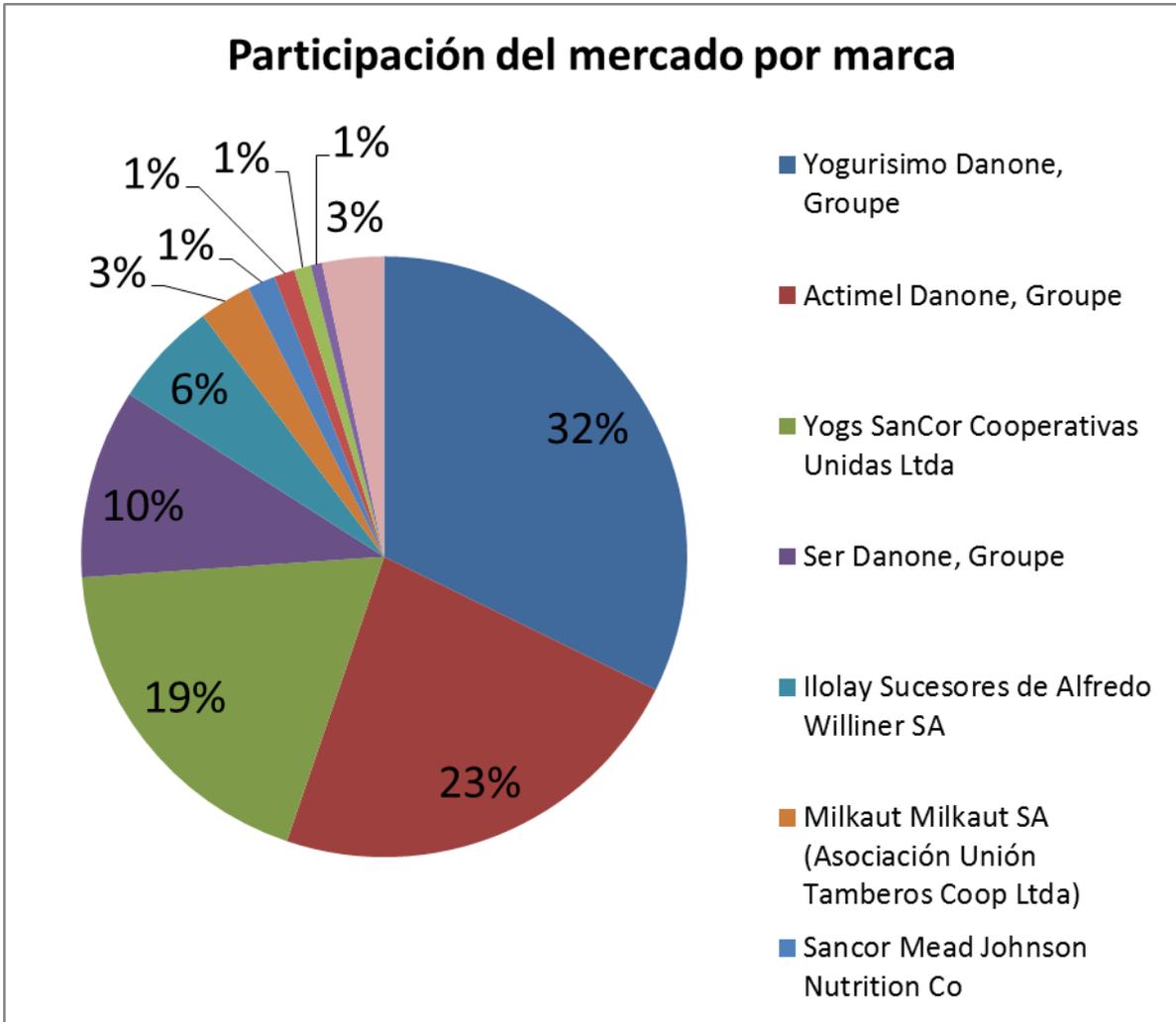


Gráfico 5. Participación del mercado por marca en la Argentina

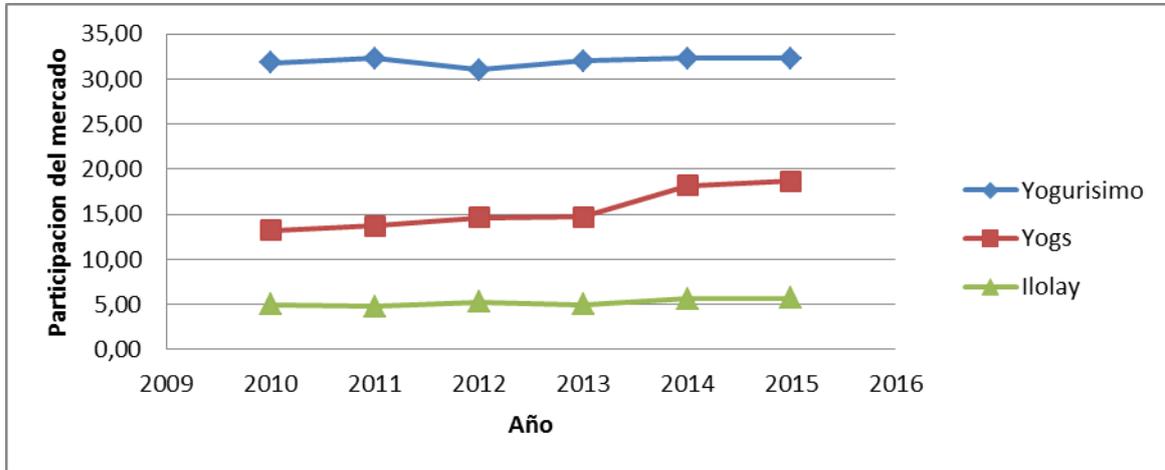


Gráfico 6. Evolución del mercado por marca en la Argentina

En lo que respecta a los precios se realizó un sondeo en tres de los supermercados con mayor volumen de ventas como lo son Día, Carrefour y Coto, obteniendo los siguientes valores promedios: Yogurísimo \$7.40/100g, Yog \$6.90/100g y Ilolay \$6.20/100g.

Todo los datos, con excepción de los precios, fueron obtenidos a partir de la consultora © Euromonitor International, y a partir de estos se puede concluir que la empresa Danone posee gran porcentaje del mercado de yogures bebibles; sin embargo el yogur “Yog” de la empresa Sancor se lo ve escalar en el tiempo y empresas pequeñas como Williner mantienen una participación estable a través de los años. Sumado a esto, la tendencia al aumento de la producción y de la rentabilidad de producir yogures bebibles consideramos un época positiva para la el lanzamiento de nuevos productos, especialmente aquellos que cumplan con el aporte de vitaminas y minerales que el consumidor busca.

FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES

El termino funcionalidad aplicado a los ingredientes de los alimentos se define como cualquier propiedad, distinta de las nutritivas, que condicione su utilidad en los mismos. La mayor parte de las propiedades funcionales afectan a las características sensoriales de los alimentos (especialmente la textura) aunque también pueden jugar un importante papel en el comportamiento físico, durante la preparación, procesado o almacenamiento.

Una de las características macroscópicas de los yogures que se busca con el agregado de ingredientes o aditivos y 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 se toma 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 de la botella, su comportamiento al ser agitado, su agarre al utensilio y por último su *mouthfeel*.

La viscosidad de un fluido refleja su resistencia al flujo. Se expresa como el coeficiente de viscosidad μ , que es el cociente entre el esfuerzo de corte τ y el gradiente de velocidad de flujo γ :

$$\tau = \mu \cdot \gamma$$

Las bebidas inherentes a este informe presentan características de fluidos newtonianos. Esto implica que el esfuerzo tangencial es proporcional al gradiente de deformación. La curva es una recta. El líquido fluye bajo la más suave presión. La viscosidad es constante a una temperatura dada, aunque varíe la velocidad de desplazamiento

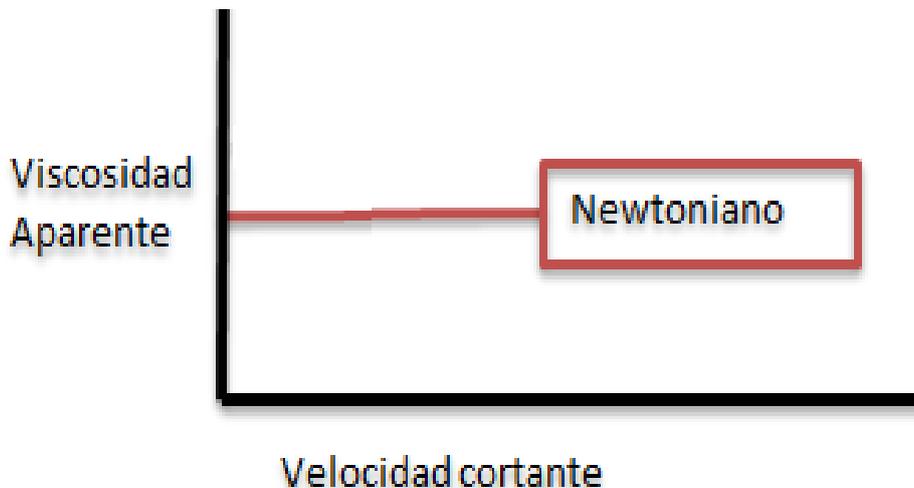


Figura 9. Gráfico genérico de viscosidad aparente de fluido newtoniano

Un aspecto muy importante de las bebidas es su estabilidad durante el almacenamiento. Tanto los yogures firmes como los bebibles tienen sus propios requerimientos de medición de estabilidad, aunque ambos comparten la necesidad de mantenerla durante el procesado, envasado, transporte, almacenamiento y consumo. Es importante saber que la estabilidad en estos productos es un término relativo, ya que todos son termodinámicamente inestables y, luego de un tiempo dado, se separan las fases. Lo que se debe lograr en el desarrollo y producción es retardar este fenómeno el mayor tiempo posible, para que el producto mantenga una apariencia, textura y sabor apropiados, para esto van a ser necesarios los ingredientes funcionales.

Proteínas

Las propiedades funcionales de las proteínas son aquellas propiedades físico-químicas que contribuyen a que los alimentos exhiban características deseables, estas propiedades se las puede clasificar en tres grandes grupos:

1. Propiedades de Hidratación: dependen de las interacciones proteína-agua. A este grupo pertenecen la absorción y retención de agua, el

hinchamiento, la adhesión, la dispersabilidad, la solubilidad y la viscosidad a las que con frecuencia se hace referencia como propiedades hidrodinámicas.

2. Propiedades relacionadas con la interacción proteína-proteína: participan en procesos tales como la precipitación y la formación de geles y varias otras estructuras (por ejemplo, masas y fibras proteicas).

3. Propiedades de superficie: están relacionadas con la tensión superficial, la emulsificación y las características espumantes de la proteína.

Estos grupos no son totalmente independientes, por ejemplo la formación de geles no sólo implica la interacción de proteína-proteína, sino también las interacciones entre agua y proteína; la viscosidad y la solubilidad dependen de las interacciones proteína-agua y proteína-proteína.

La principal propiedad funcional de las proteínas para tener en cuenta en esta investigación es la hidratación ya que se busca una correcta disolución de la proteína en agua. Cuando se le agrega agua a la proteína deshidratada las moléculas del agua pasan a ligarse en las zonas polares de la proteína y se produce un hinchamiento, dependiendo del tipo y origen de la proteína pueden ocurrir dos cosas, el primer caso es que la proteína capte el agua disponible formando masas insolubles hinchadas como es el caso del gluten, o bien que hidrate, se produzca una dispersión y una disolución de la proteína como es el caso de las proteínas del huevo o de la leche.

Las proteínas del suero lácteo, tienen un alto grado de solubilidad inicial lo que permite una alta y rápida dispersión de las partículas o moléculas proteicas, y permite además formar sistemas coloidales finamente dispersos con estructura macroscópica homogénea. Pero debemos destacar que la solubilidad de la mayor parte de las proteínas se ve, acusada e irreversiblemente, reducida por el calentamiento. Sin embargo, el tratamiento térmico puede resultar imprescindible para alcanzar otros objetivos (inactivación microbiana, eliminación de aromas extraños).

Otro parámetro a desarrollar y de suma importancia es la viscosidad de un fluido. La viscosidad refleja la resistencia al flujo, esta característica no va a ser solo importante a la hora de evaluar sensorialmente el producto terminado, sino también para determinar qué equipos serán los más convenientes para lograr la optimización de operaciones tales como el bombeo, la mezcla, el calentamiento, el enfriamiento, y la deshidratación por atomización (secado spray), que implican transferencia de masa y/o calor.

Las disoluciones, dispersiones, emulsiones o pastas de numerosas macromoléculas hidrófilas, entre ellas las proteínas, tienen un comportamiento pseudoplástico, es decir el coeficiente de viscosidad, que es el cociente entre el esfuerzo de corte y el gradiente de velocidad del flujo, desciende a medida que la velocidad de flujo aumenta.

El factor que aisladamente influye más en el comportamiento viscoso de los fluidos proteicos es el diámetro aparente de las moléculas o partículas dispersas. Este diámetro depende de los siguientes parámetros: a) las características intrínsecas de la molécula proteica, tales como masa molecular, tamaño, volumen, estructura y asimetría, cargas eléctricas y facilidad de deformación, características que pueden ser modificadas por el des plegamiento inducido por factores ambientales como el pH, la fuerza iónica, y la temperatura; b) las interacciones proteína-disolvente, que afectan al hinchamiento, la solubilidad y la esfera de hidratación hidrodinámica que rodea la molécula. El coeficiente de viscosidad de la mayor parte de los fluidos proteicos aumenta exponencialmente con la concentración de proteínas, a causa de las interacciones proteína-proteína, que se explica también por la pseudoplasticidad es más adecuada a altas concentraciones proteicas.

Otra de las propiedades funcionales a estudiar es la gelificación, este proceso consiste básicamente en desnaturalizar la proteína y luego pasan a formar una red proteica ordenada. Esta propiedad juega un papel fundamental en la elaboración de numerosos alimentos, entre ellos diversos productos lácteos, clara de huevo coagulada,

geles de gelatina, varios productos cárnicos triturados y calentados, geles de proteína de soja, proteínas vegetales texturizadas por extrusión o hilado y masas para panes. La gelificación de las proteínas se usa, no solo para formar geles sólidos viscoelásticos, sino también para mejorar la absorción de agua, los efectos espesantes, la fijación de partículas y para estabilizar emulsiones y espumas.

En la mayoría de los casos, la formación del gel requiere tratamiento térmico, seguido de un enfriamiento y puede ser favorecido por una ligera acidificación. Aunque la mayor parte de los geles se forman a partir de disoluciones proteicas (ovoalbúmina y otras proteínas de la clara de huevo, β lactoglobulina y otras proteínas del suero lácteo, micelas de caseína, seralbúmina, proteínas de soja) también se pueden formar geles a partir de dispersiones de proteínas insolubles, o de escasa solubilidad, en medios acuosos o en disoluciones salinas (colágeno, proteínas miofibrilares , como la actomiosina, purificados de proteínas de soja total o parcialmente desnaturalizadas). La solubilidad de las proteínas no es siempre un prerrequisito de la capacidad de formar geles.

Los mecanismos y las interacciones responsables de la formación de las redes tridimensionales proteicas que constituyen los geles no son suficientemente conocidos, pero prácticamente todos los estudios señalan la necesidad de que las proteína se despliegue y se desnaturalice antes de la interacción y agregación ordenada de proteína-proteína. La formación de las redes proteicas se considera el resultado de un balance entre las interacciones proteína-proteína y proteína disolvente y entre las fuerzas atractivas repulsivas de las cadenas polipeptídicas adyacentes. Entre las fuerzas implicadas se encuentran las interacciones hidrofóbicas (potenciadas por las temperaturas elevadas) y electrostáticas (como los puente Ca^{2+} y otros cationes divalentes), los puente hidrogeno (potenciados por el enfriamiento) y los enlaces disulfuro. Su contribución relativa depende de la naturaleza de la proteína, de las condiciones ambientales, las repulsiones electrostáticas especialmente valores alejados

de pI y las interacciones proteína-agua tienden a mantener separadas las cadenas polipeptídicas.

Las elevadas concentraciones de proteína facilitan la atracción intermolecular de las proteínas y la gelificación, porque incrementan los contactos intermoleculares. A condiciones altas la gelificación puede tener lugar incluso en condiciones ambientales no especialmente favorables es decir sin calentamiento ni valores demasiado alejados del pI.

Muchos geles ofrecen estructuras muy abiertas e hidratadas, con más de 10 gramos de agua por gramo de proteína y otros componentes diversos del alimento atrapados en la red tridimensional proteica. La mayor parte del agua retenida por el gel tiene propiedades similares a la del agua que forma parte de las disoluciones salinas diluidas, pero se halla físicamente inmovilizada y no puede ser expulsada por compresión, a este tipo de agua se la conoce como agua atrapada.

Para explicar la elevada capacidad de retención del agua de los geles proteicos y las fuerzas responsables de ella, se han formulado numerosas hipótesis. Una de ellas es que los grupos de CO y NH de los enlaces peptídicos descubiertos por la desnaturalización de las estructuras secundarias se conviertan en centros polarizados, negativos y positivos, respectivamente, y puedan crear a lo largo de la cadena polipeptídica un extenso sistema de multicapas de agua. Al producirse el enfriamiento, las moléculas de este tipo interactúan, vía la formación de nuevo puente hidrogeno, generando la estructura necesaria para la inmovilización del agua libre. También es posible que los poros presentes en la red proteica retengan agua a través de fenómenos de capilaridad.

En la foto 5 se puede destacar como las proteínas de los concentrados tienen la capacidad de formar geles rígidos o bien aumentar la viscosidad, mientras que las proteínas de la leche no. Para este ensayo se realizaron soluciones de 10% de proteína, y se calentaron en baño de agua a 90°C por 45 minutos.



Foto 5. Comparación de distintas proteínas para formar geles.

A partir de los resultados obtenidos, se puede decir que la leche no logra formar un gel pero si aumentar su viscosidad al igual que el Nutrilac QU-4560, en cambio los WPC logran formar un gel rígido. En la foto 5 se puede observar como el gel generado por el WPC 35 es el de mayor firmeza debido a su mayor contenido de sólidos, seguido por el WPC 80; mientras que el Nutrilac YO-8075 no forma gel ni aumenta su viscosidad sino que mantiene las características físicas previas al calentamiento.

Otra clase de ingredientes que son utilizados debido a propiedades funcionales son los polisacáridos. El almidón ocupa una posición de privilegio, no solo por su importancia nutricional en la dieta del hombre sino también por sus propiedades como hidrocoloide. Sin embargo existen otros polisacáridos de gran importancia para la tecnología alimentaria. Estos actúan principalmente sobre la reología de los alimentos, y son llamados hidrocoloides, gomas o estabilizantes. Se los clasifica frecuentemente como agentes espesantes o gelificantes, pero algunos espesantes pueden llegar a formar geles y a la inversa, algunos gelificantes pueden usarse como espesante.

Se denomina agente espesante, cuando las gomas son usadas para impartir viscosidad a la fase acuosa de un sistema alimenticio, estas proveen textura, cuerpo y mouthfeel. Además favorecen la dispersión de ciertas sustancias. Por ejemplo suspensiones (sólidos dispersos en agua), emulsiones (aceite disperso en agua) y espumas (gas disperso en agua). Sin embargo, no reducen la actividad acuosa (a_w),

pues esta es una propiedad coligativa, que depende del número de moléculas en solución. Los hidrocoloides se usan en muy baja cantidad, por lo general por debajo del 1% ya que poseen un elevado tamaño molecular. Lo que provocan es la fijación de agua libre formando coloides.

En cambio un agente gelificante tiene la capacidad de convertir al agua fluida en un sólido desmoldable. Las moléculas del hidrocoloide forman una red tridimensional, a través de uniones intercadena, atrapando agua dentro de esa estructura.

Para ejercer su funcionalidad las gomas deben ser hidratadas en agua. Para lograr una efectiva hidratación es necesario asegurar que cada partícula individual de hidrocoloide en polvo se separe rápidamente de la partícula vecina al ponerlo en contacto con el agua, esta acción evitaría la formación de grumos donde las partículas exteriores están hidratadas mientras que las del centro secas. Hay diversas opciones para lograr una buena dispersión, la más importante es el uso de un buen agitador, otra opción es pre mezclar las gomas con otro componente sólido como podría ser el azúcar, de esta forma las partículas del hidrocoloide se encuentran separadas antes de ponerse en contacto con el agua, disminuyendo la formación de grumos. Una vez que las partículas fueron dispersadas, la hidratación toma lugar. Las de menor tamaño lo hacen más rápido, en cambio las más grandes son más lentas para incorporar agua aunque se dispersan con mayor velocidad. Para aquellos hidrocoloides insolubles en agua fría, la dispersión no es un problema, sin embargo es necesario calentar o agregar un secuestrante, para conseguir su incorporación al medio acuoso.

A continuación se describirán algunos de los polisacáridos más utilizados en la industria haciendo énfasis en cómo actúan y las características funcionales que poseen.

Hidrocoloides

Almidón Modificado

El almidón es un polisacárido que se encuentra en los vegetales realizando una función de reserva, por lo que se encuentra acumulado en órganos específicos de los vegetales (raíces, semillas, etc.). Para fines comerciales, el almidón se obtiene a partir de raíces y tubérculos (patata, tapioca) así como de cereales (maíz, harina, arroz).

Comercialmente se presenta en forma de polvo blanco fino o granulado. Además de su valor nutritivo, posee diversas propiedades funcionales, este se comporta como un agente ligante, espesante, estabilizante o gelificante.

Debido a las modificaciones que poseen los almidones nativos, los almidones modificados se someten a ligeras modificaciones en su estructura. Normalmente es preparado, haciendo pasar una suspensión de almidón, por un canal entre dos rodillos horizontales girando en sentidos opuestos y calentados internamente con vapor. La suspensión de almidón se calienta por encima de su temperatura de gelatinización, que al pasar entre los rodillos calientes forma una fina película seca, que se separa y muele hasta lograr un polvo fino (ver foto 6). Este tipo de almidón se rehidrata fácilmente en frío, ya que se perdió el estado cristalino inicial del grano. También se lo puede preparar por pulverización de la pasta gelatinizada (secado por aspersion o “spraydrying”).

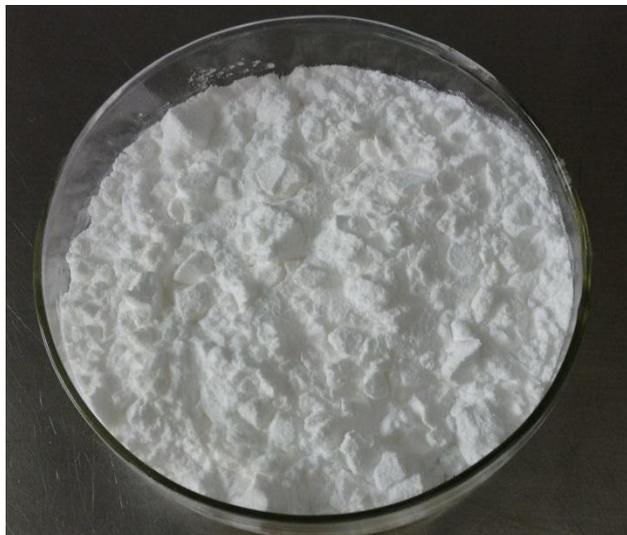


Foto 6. Almidón modificado.

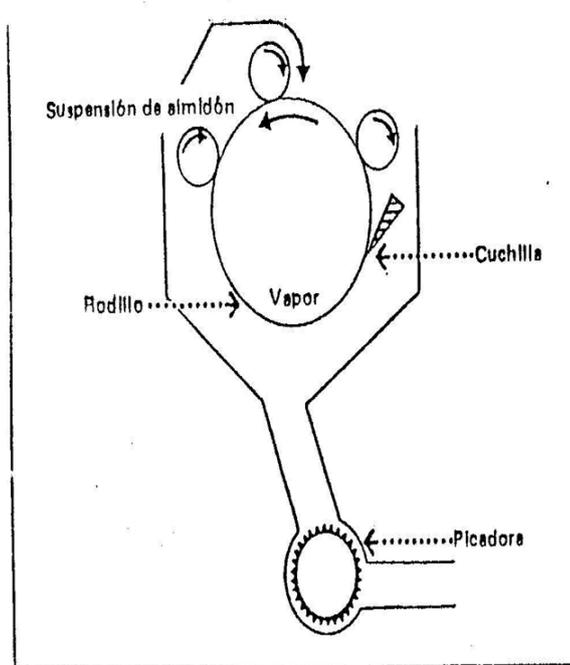


Figura 10. Elaboración del almidón.

Las propiedades más importantes de este tipo de almidones son su solubilidad en frío, minimización de la tendencia a la retrogradación, mejora la retención de agua, aumenta la resistencia al calor, mejora la estabilidad de congelación/descongelación, mejora de la estabilidad durante la vida comercial del producto y por último es ingrediente funcional tiene efectos en la textura y la viscosidad de los productos.

Los almidones modificados constituyen una familia creciente de productos más o menos sofisticados utilizados para el espesamiento o gelificación de alimentos, pero también para nuevas aplicaciones tales como el reemplazo de proteínas, gelatina y de grasas.

Los almidones son considerados como aditivos alimentarios. Se deben etiquetar como “almidón modificado”, no siendo obligatorio el uso de la letra E. Y se permite su empleo en una proporción *Quantum Satis*. En la Tabla 7 se mencionan los diferentes tipos de almidones, junto con sus características funcionales y algunas aplicaciones.

Tipo de modificación	Nombre del producto	Características funcionales	Aplicaciones
HIDROLIZADO	Almidón oxidado (E-1404)	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce la viscosidad - Aplicación a los sólidos de más alta concentración 	<ul style="list-style-type: none"> - Gomas de confitería (gominolas) - Rebozados.
SUSTITUIDOS (modificación monofuncional)	Almidón fosfatado (E-1410) Almidón acetilado (E-1420) Almidón hidroxipropilado (E-1440)	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la retrogradación - Mejora estabilidad de congelación-descongelación - Disminución del punto de gel - Mejora de la claridad - Textura y estructura más larga 	<ul style="list-style-type: none"> - Cárnicas, salsas congeladas
	Octenilsuccinato sódico de almidón (E-1450)	<ul style="list-style-type: none"> - Se introduce un grupo lipofílico que confiere propiedades emulsionantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso en vinagretas
RETICULADOS (modificación bifuncional)	Fosfato de dialmidón (E-1412)	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor resistencia a cizalla, ácido y calor - Aumento del punto de gel - Textura y estructura más corta - Mejora de la estabilidad de congelación/descongelación 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparados en polvo de sopas, salsas y cremas de preparación en caliente. - Productos pasteurizados o esterilizados.
SUSTITUIDO y RETICULADO	Fosfato de dialmidón fosfatado (E-1413) Fosfato de dialmidón acetilado (E-1414) Adipato de dialmidón acetilado (E-1422) Fosfato de dialmidón hidroxipropilado (E-1442)	<ul style="list-style-type: none"> - Menor retrogradación (estabilidad al almacenamiento) - Mejora de estabilidad de congelación-descongelación - Mayor resistencia a cizalla, ácido y calor - Mejora estabilidad, cremosidad y el brillo del producto final (E-1442). 	<ul style="list-style-type: none"> - Pastelería, procesados de fruta, productos lácteos, salsas y sopas, derivados de pescado.

Tabla 7. Almidones modificados y sus características.

Maltodextrinas

La maltodextrina pertenece al grupo de los almidones convertidos por una depolimerización. Esta puede ocurrir por hidrólisis química o enzimática, rompiéndose las uniones glicosídicas y despolimerizándose las macromoléculas del almidón. Vemos en la Fig. 11 los distintos polímeros de dextrosa (glucosa) que se pueden formar (DP: “grado de polimerización”). El uso selectivo de ácido y/o enzimas permite hidrolizar al almidón en un amplio espectro de productos, siendo los principales: glucosa, fructosa, jarabes de maíz y maltodextrinas.

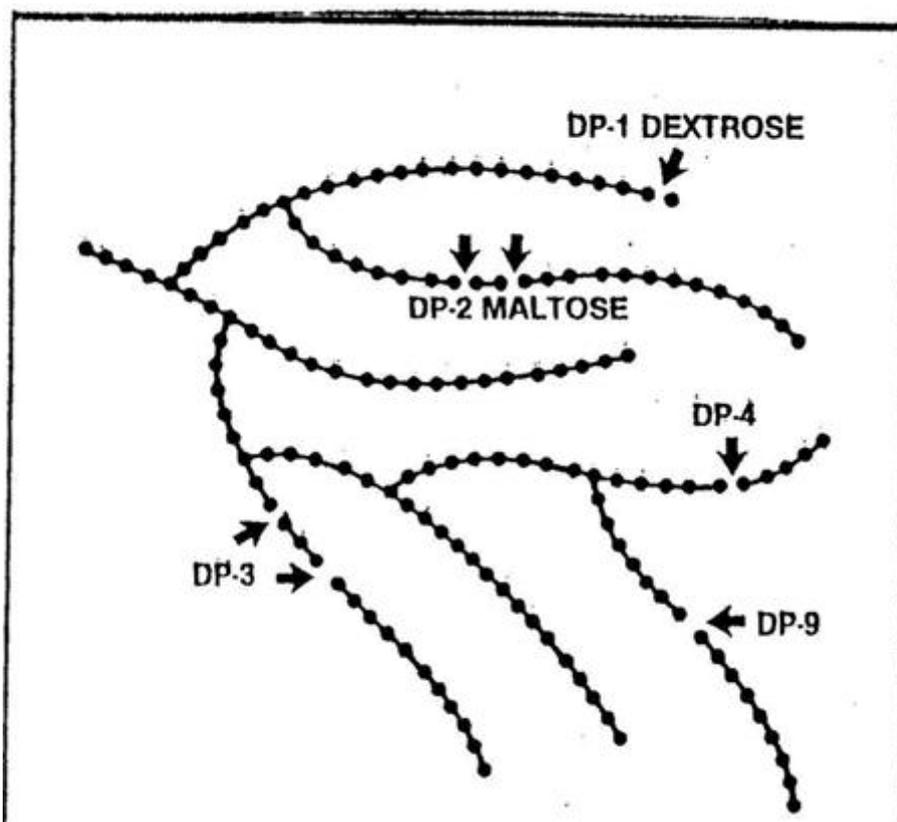


Figura 11. Distintos tipos de polímeros de dextrosa.

El término DE dextrosa equivalente es el más común para identificar jarabes de maíz. Se define, como la cantidad de gramos de un azúcar reductor, expresado como dextrosa (químicamente dextrosa es sinónimo de D-glucosa pura) por 100 gramos de sustancia seca del producto. O sea que se determinan los azúcares reductores y el resultado se expresa en porcentaje de dextrosa (o glucosa), que es el DE. Por definición, la DE del almidón es cero; el almidón no es reductor, ya que sólo la última glucosa de las cadenas tiene función reductora y por su elevado peso molecular son pocos los extremos reductores.

Durante la hidrólisis acida del almidón se dispersan primero los gránulos de almidón en agua caliente (gelatinización), para que un mayor número de uniones glicosídicas puedan ser atacadas por los H^+ , cuando se agrega el ácido. Se regula la extensión de la hidrólisis midiendo el DE. Se formarán distintos tipo de productos según sea el grado de hidrólisis:

1. Lo primero que se obtiene son maltodextrinas, grandes oligosacáridos con baja dulzura. Se usan como sólidos que dan cuerpo al alimento o simplemente como agentes de relleno. Cuando el DE es menor de 20, caso de moléculas muy grandes, el producto no puede llamarse azúcar, sino ligante. No puede emplearse donde está no autorizada la adición de almidón.

2. A mayor hidrólisis, se obtienen los jarabes de maíz. Los DE varían entre 20-60, esto equivale a 2-5 unidades de glucosa por molécula. Se disuelven fácilmente y tienen un suave sabor dulce. Cuando los DE son mayores de 20 (20 a 99), el producto se considera un azúcar (pues son dulces) desde el punto de vista alimenticio.

3. Una hidrólisis aún más avanzada, da una mezcla de maltosa, glucosa y pequeños oligosacáridos (típico DE = 42). Son muy dulces y fáciles de disolver en agua. Además de baratos y con poca tendencia a cristalizar. Como en 2, también se los considera azúcares.

En conclusión, las maltodextrinas son soluciones concentradas purificadas, o bien el producto seco obtenido de ellas, con un DE menor a 20. Para producir las se puede usar tanto la hidrólisis ácida como la enzimática, siendo la materia prima almidón de maíz común o almidón de maíz céreo. Las MD elaboradas con éste último, dan soluciones más claras.

Prácticamente todas las maltodextrinas se venden en la forma seca, con una humedad del 4%. Los rangos de dextrosa equivalente van de 5 a 19, y los rangos de nivel de glucosa de 0,5 a 3 %. A temperatura ambiente se puede hacer con facilidad una solución de 40-70% de maltodextrina en agua.

Algunas de las propiedades principales son: baja higroscopicidad, sabor muy suave, dulzura extremadamente baja, aumenta viscosidad, control de la cristalización, y aporte de sólidos.

CarboxilMetil Celulosa

La CMC se usa como espesante, tiene la capacidad de retener grandes cantidades de agua. En los rellenos de tartas a base de almidón, evitando la sinéresis, en los helados, controlando la cristalización del agua. Como agente de suspensión y estabilizante, en jugos y productos proteicos (soja y caseinatos) previniendo la precipitación en el pI. Y en una amplia gama de productos, dado su bajo costo y su variada gama de viscosidades y solubilidades. Debido a que la CMC no es metabolizada por el cuerpo humano ha sido aprobada su utilización en los alimentos bajos en calorías.

La viscosidad de las soluciones de CMC desciende a temperaturas elevadas y aumenta a pHs ácidos. Temperaturas altas y largos períodos de calentamiento degradan la celulosa. A pHs ácidos predomina el ácido carboxílico, menos soluble, y aumenta la viscosidad. Estas soluciones son estables en el rango de pHs 4-10, con máxima estabilidad entre pHs 7 y 9.

El mercado dispone de una gran variedad de tipos de CMC según sea su GS, GP, tamaño de partícula, etc.

Sus soluciones son pseudoplásticas, aunque aquellas CMC con alto GP grado de polimerización y bajo GS grado de sustitución muestran un comportamiento tixotrópico.

Las propiedades de este compuesto depende fundamentalmente de:

1. El grado de polimerización (GP), habitualmente >100.000 .
2. El grado de sustitución (GS). Para la CMC el GS es 3, que se obtiene cuando se ha hecho reaccionar a todos los hidroxilos. Habitualmente los sustituyentes éter están heterogéneamente distribuidos; algunos segmentos de la cadena polisacárida se hallan más densamente sustituidos que el resto.

A medida que aumenta el GP, aumenta también la viscosidad de las disoluciones. El grado de sustitución puede elevar o disminuir la viscosidad, según sea la naturaleza de los sustituyentes.

Pectinas

Son un componente de la pared celular en los tejidos de vegetales superiores, donde se asocia a la celulosa para absorber grandes cantidades de agua. La celulosa le da rigidez a la pared celular, en tanto la pectina textura. Se extraen principalmente de la cáscara de los cítricos (lima, limón y naranja), bagazo de la manzana y de la pulpa de la remolacha azucarera. Su explotación comercial comenzó a principio del siglo XX.

Se la encuentra formando la protopectina, que por hidrólisis ácida libera la pectina de otras gomas, por ejemplo los taninos.

Las pectinas retienen gran cantidad de agua, aunque sus soluciones exhiben baja viscosidad. Su importancia comercial radica en la habilidad de formar geles.

Químicamente están compuestas por una cadena polimérica de unidades de ácido alfa-D-galacturónico, enlazadas por uniones alfa 1-4. El grupo carboxilo en C6 se halla parcialmente esterificado con metanol.

También contienen en menor cantidad, residuos de beta-L-ramnosa, galactosa, arabinosa, xilosa, etc.

En estado sólido o en solución (libre de Ca^{2+}), las cadenas de pectina muy esterificadas, se disponen en una hélice triple.

Pequeñas cadenas laterales neutras de arabinanos, galactanos y xilanos, se unen a los hidroxilos laterales de la cadena principal, por enlaces ecuatoriales. Si bien se liberan durante la hidrólisis de la protopectina, algunos quedan, generando regiones más ramificadas, que rompen la regularidad poligalacturónica. Esta estructura regular es también interrumpida por la beta-L-ramnosa. Su inserción en la cadena principal, genera un doblez en la misma, la ramnosa se une en los C1 y C2.

La mayoría de las unidades del poligalacturónico se encuentran esterificadas en la pectina natural. Para comercializarlas se demetilan con ácidos o bases, quedando: las Pectinas de Alto Metoxilo (HM), con un grado de esterificación mayor al 50 % y las de Bajo Metoxilo (LM), cuyo grado de esterificación es menor al 50 %.

Las Pectinas HM gelifican por la asociación de las cadenas, cuando se juntan las zonas esterificadas del poligalacturónico. El resultado es una configuración de hélice triple (tres cadenas dobladas entre sí).

Las zonas de unión se estabilizan por puentes hidrógeno, inducidos por la reducción de la actividad acuosa al agregar azúcar. Las repulsiones electroestáticas de los carboxilos, se minimizan acidificando el sistema. Estas condiciones favorecen la interacción hidrofóbica entre las funciones metilester.

Las zonas de unión están limitadas por la presencia de “bisagras” en la cadena, formadas por la ramnosa, y por las regiones ramificadas. No obstante, esto permite que una misma cadena se una a otras distintas cadenas, armándose la red tridimensional del gel. Estas uniones puente hidrógeno e hidrofóbicas forman una estructura de gel no-termorreversible

En la práctica, las condiciones de gelificación serán interdependientes de los siguientes factores:

1. *Sólidos Solubles*: El mínimo de sólidos solubles (azúcar) para obtener el gel es 55 %. Si aumenta la cantidad de azúcar, la temperatura y la velocidad de gelificación aumenta.
2. *Acidez*: El pH óptimo oscila entre 3,3 y 2,6, y depende del grado de esterificación. Disminuyendo el pH, también aumenta la temperatura y la velocidad de gelificación.
3. *Grado de Esterificación (GD)*: A mayor GD, mayor es la temperatura y más corto es el tiempo de gelificación.

Pectinas de bajo metoxilo LM o de gelificación inducida por calcio son pectinas desesterificadas, forman geles con iones calcio u otros iones metálicos divalentes. Aquí, la presencia de azúcar o ácido, no es tan relevante como con las Pectinas HM, el pH puede variar entre 2,9 y 5,5, y los sólidos solubles del 10 al 80%. La unión con el Ca^{2+} es una verdadera quelación (semejante a los Alginatos), entre las cadenas del poligalacturónico y dicho ion. Las zonas de enlace están formadas por los grupos carboxilo libres de dos cadenas de pectina y el ion Ca^{2+} . Estas cadenas, adquieren una conformación de “varilla doblada” o en “zigzag”, dejando espacios entre ellas para que se acomode el ion calcio Como en los Alginatos, a esta estructura se la denomina según Rees, modelo de la “caja de huevos”.

Las zonas de unión se reducen con la presencia de “bisagras” y zonas “peludas” en las cadenas, pero aumentan a mayor demetilación (mayor número de carboxilos libres) y hacen al gel más rígido con mayor velocidad de formación. En exceso de Ca^{2+} , precipita el pectinato de calcio o se forman geles quebradizos.

Sin embargo, la velocidad de gelificación se puede controlar con el pH y la temperatura. De esto resultarán geles termorreversibles o no. En general se obtienen geles más blandos y elásticos que con la Pectina HM y son termorreversibles.

Aplicaciones

El uso de la pectina en mermeladas de alto contenido de azúcar es una de las más conocidas aplicaciones a uno de los mercados más grandes para la pectina.

- Las mermeladas a menudo están hechas a partir de concentrados de frutas despectinizadas y entonces requerirán gran cantidad de pectina añadida del tipo de fruta en cuestión. Las pectinas de alto metoxilo son usadas solamente en jaleas estándar por encima del 60% de sólidos solubles.

- Un área creciente de la producción de frutas en los últimos años ha sido la producción de bases de frutos para la adición a yogurts y productos similares. Estas bases de frutos que contienen entre el 20% y 60% de azúcar han sido elaboradas con almidones modificados como espesantes. A pesar de lo económico de su precio, presentan problemas como enmascaramiento del aroma y textura irregular y han sido sustituidos ventajosamente por pectina de bajo metoxiloamidada.

- La pectina tiene otros usos en la industria láctea. La pectina de alto metoxilo preserva a los productos lácteos de la adición de caseína cuando se calienta a valores de pH inferiores a 4.3. Este efecto se usa para estabilizar la yogurts líquidos y tratados con UHT y también para mezclas de leche y zumos de fruta, también estabiliza bebidas lácteas acidificadas con soya y productos basados en el trigo, donde evita la

precipitación de proteínas. El yogurt puede espesarse mediante la adición de niveles muy bajos de pectinas de bajo metoxiloamidada.

- La gelatina ha sido la base tradicional para los postres de jaleas, se formulan con pectinas amidadas de bajo metoxilo que proporciona la textura y el producto de congelación adecuadas.

Además de las aplicaciones expuestas anteriormente puede citarse otros usos que también son importantes como usos en la industria farmacéutica, productos cosméticos y manufactura de cigarrillos.

Gomas de Semillas

Goma Guar y Garrofin

Las gomas Guar y de algarrobo son polisacáridos espesantes de gran interés, para uso tanto alimentario como no alimentario. La goma guar produce mayor viscosidad de todas las gomas naturales comerciales. Ambas gomas se obtienen moliendo el endospermo de las semillas. El mayor componente de ambos endospermos es el galactomanano. Los galactomananos consisten en una cadena principal de unidades β -D-manopiranosilo unidas por enlaces 1-4 (fig. 12) con ramificaciones de una sola unidad de α -D-galactopiranosilo unidas en la posición O-6 (fig.12).El polisacárido específico de la goma guar es el guarano. En él, alrededor de la mitad de las unidades de β -D-manopiranosilo de la cadena principal poseen una ramificación lateral de α -D-galactopiranosilo.

El galactomanano de la goma de algarrobo, también conocida como goma garrofin tiene menos ramificaciones que el guarano, y su estructura es mas irregular. Contiene largos tramos de unas 80 unidades de β -D-manopiranosilo sin derivatizaciones, alternando con otras secciones de unas 50 unidades en las que cada

unidad de cadena principal tiene un grupo de α -D-galactopiranosilo, unido glicosídicamente a su posición O-6.

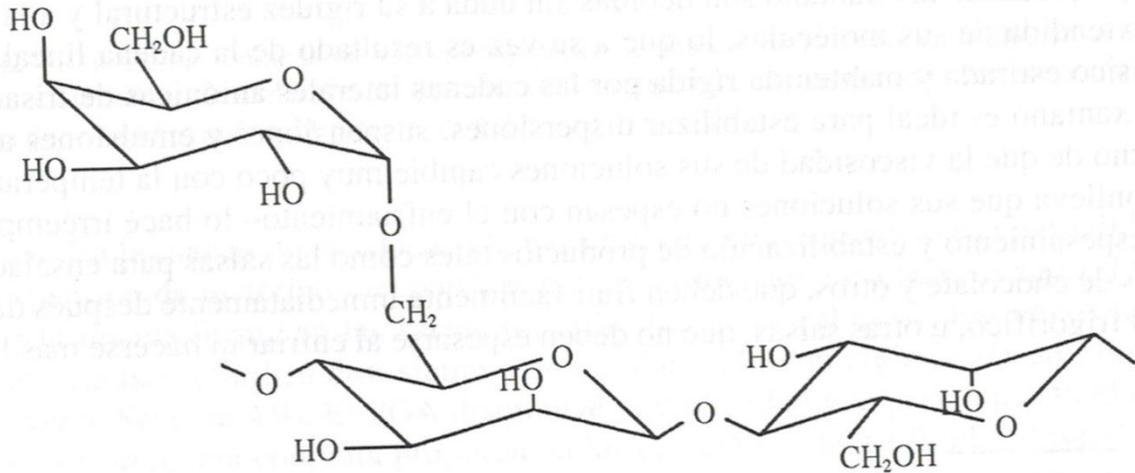


Figura 12. Segmento representativo de una molécula de galactomanano.

A causa de la diferencia en sus estructuras, la Goma Guar y la Goma Garrofín tienen propiedades físicas diferentes, a pesar que ambas están formadas por largas y más bien rígidas cadenas que proporcionan gran viscosidad a sus soluciones. Puesto que el Guarano tiene sus unidades galactosílicas dispuestas de manera bastante regular a lo largo de la cadena, existen pocas regiones de las cadenas que estén libres para formar zonas de unión. Por el contrario, la goma Garrofín, con su región de cadena desnuda, puede formar zonas de unión. Las moléculas de las goma Garrofín pueden interaccionar con porciones desnudas de derivados de la celulosa y formar uniones entre ellas. Esto produce un incremento en la viscosidad. La goma de algarrobo también interacciona con las hélices de xantano y carragenano, lo cual da lugar a la formación de geles rígidos.

La goma Guar proporciona capacidad espesante con un escaso coste a numerosos productos alimenticios. Es usada muy frecuentemente en combinación con otras gomas, como ocurre en los productos lácteos, en los que se usa en combinación con CMC, xantano y goma garrofín.

Productos típicos en los que se utiliza la goma del algarrobo son los mismos que se usa la goma guar. Alrededor del 85% de la goma garrofín se utiliza en la industria láctea y en los postres congelados; rara vez se utiliza sola, se suele combinar con CMC, carragenanos, xantano y goma guar. Su concentración típica de uso es entre 0.05 y 0.25%.

Hidrocoloide	Origen	Estructura química	Propiedades	Función	Principales aplicaciones
Semillas					
Goma Garrofin (E-410)	Semilla del algarrobo (Ceratonia Siliqua), originaria del Mediterráneo. Introducido también en California y Australia.	Polisacárido (galactomanano) Relación Manosa:galactosa 1:4	- Viscosidad: en caliente (no se dispersa en frío) - PH óptimo: 3-11 - Tª: decrece la viscosidad - Sinérgismos: Mezclado con Kappa carragenato, goma xantana o tara forma geles elásticos.	Espesante Estabilizante	Postres instantáneos, mermeladas, helados, salsas, procesados cárnicos, yogur, masas congeladas, pet foods, etc
Goma Guar (E-412)	Se obtienen de la planta de guar (Cyapnosis Tetragonolubus), cultivado en la India, Paquistán.	Galactomanano Manosa:galactosa 1:2	- Viscosidad: en frío - PH óptimo: 3-11 - Tª: decrece la viscosidad - Sinérgismos: Aumenta la viscosidad de la goma xantana. Con Kappa carragenato la goma guar da algo de elasticidad a los geles.	Espesante Estabilizante	Helados, sorbetes, salsas, procesados cárnicos, masas congeladas, pet food, bebidas deshidratadas

Tabla 8. Goma Garrofín vs. Goma Guar

Gomas de Origen Microbiano

Goma Xántica

Muchos microorganismos, particularmente las bacterias, son capaces de sintetizar polisacáridos extracelulares. Pero solamente la Goma Xántica es producida industrialmente a gran escala. Se biosintetiza a partir de la bacteria: *Xanthomonas campestris*, originalmente aislada de la planta del nabo. Los cultivos de ésta bacteria son aeróbicos, en un medio con carbohidratos y otros nutrientes. Las condiciones son tales que el microorganismo produce la goma en cantidad. El polisacárido tiene como función recubrir externamente al cuerpo bacteriano cuando está en estado latente (por

deseccación), tal de captar la mínima humedad que aparezca en el medio y así poder activarlo. Además, lo protege de ataques enzimáticos, iones, etc., y mantiene en parte su humedad. Finalmente, se precipita la goma con isopropanol, se purifica, seca y muele.

Este hidrocoloide de origen biotecnológico, fue introducido al mercado en los '60, y tiene la ventaja de ser elaborado en el laboratorio, bajo condiciones controladas. En cambio los otros hidrocoloides, provienen de cultivos naturales, con los problemas de variación del clima y de la calidad de la goma, dificultad en las cosechas por la mano de obra, enfermedad de las plantas, inundaciones, etc.

Con respecto a la estructura química, la goma xántica es un heteropolisacárido de alto peso molecular (PM= 2,5 millones). La hidrólisis completa da los siguientes monómeros: D-glucosa, D-manosa y ácido D-glucurónico. La cadena principal de la G. Xántica contiene beta-D-glucosa unida por las posiciones 1-4, igual a la cadena de Celulosa.

Un trisacárido, compuesto por: α -D-manosa, ácido β -D-glucurónico y β -D-manosa terminal, se une alternadamente a las glucosas de la cadena principal como ramificación.

Como se puede ver en la Fig. 13, la G. Xántica consiste en un pentasacárido, cuyas unidades se repiten regularmente. En esta figura se observa:

- La D-manosa adyacente a la cadena principal contiene un grupo acetilo en posición 6.
- La manosa terminal, tiene un piruvato unido por función acetal en las posiciones 4 y 6.

Si bien, esta estructura es regular, se ha observado irregularidad en el contenido de ácido pirúvico y del grupo acetálico, dependiendo de la cepa de Xanthomona usada y del proceso de fermentación.

La presencia de ácido glucurónico y ácido pirúvico, le da carácter aniónico a la goma. En los productos comerciales están neutralizados por Na^+ , K^+ , o Ca^{2+} .

Las moléculas de la G. Xántica en polvo están dispuestas, formando una macrohélice de cinco cadenas, donde las ramificaciones se hallan plegadas sobre cada cadena.

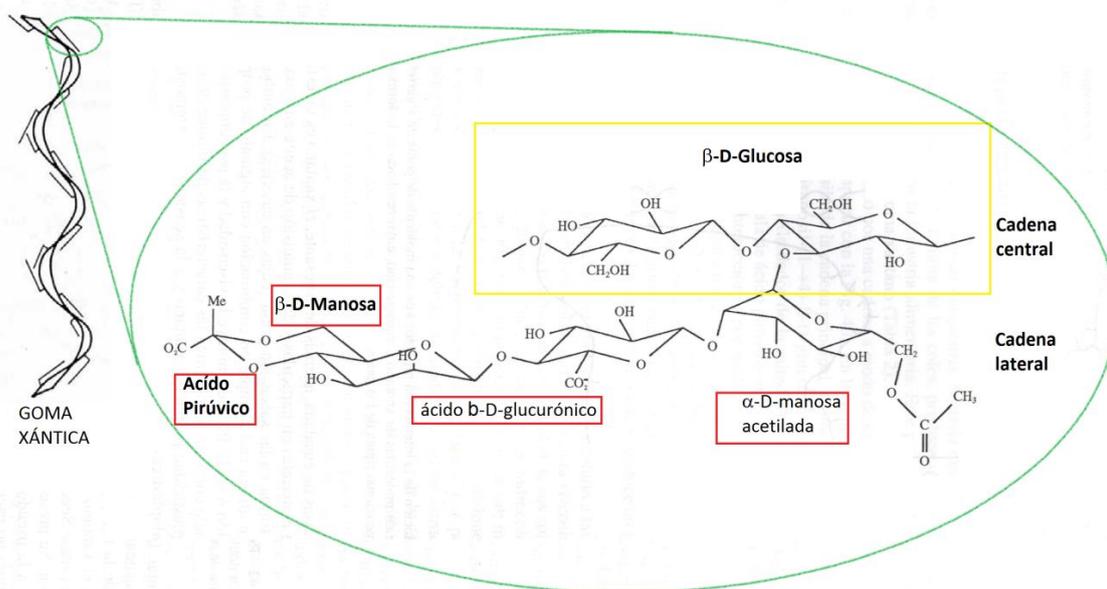


Figura 13. Composición de la goma xántica.

Estas características estructurales permiten explicar las interesantes propiedades funcionales de la Goma Xántica.

Las principales propiedades funcionales de la Goma Xántica son, en disolución y en reposo, las cadenas laterales del trisacárido se alinean con el esqueleto, para formar un polímero rígido, estable a temperaturas superiores a 100°C . Estas cadenas, se asocian entre sí (por uniones débiles), a temperatura ambiente, provocando una elevada viscosidad a la solución y ofreciendo un excelente medio para suspender partículas sólidas y a su vez impartir cuerpo al producto. Como típico ejemplo están

los jugos en polvo, donde se mantiene en suspensión el enturbiantes además se logra la palatabilidad y consistencia del jugo. Lógicamente, ésta alta viscosidad en reposo y a temperatura ambiente, permite estabilizar también, emulsiones aceite en agua y espumas.

Cuando la solución o el producto alimenticio, se someten a temperaturas superiores a 100°C, también se obtiene conformaciones al azar, disminuyendo consecuentemente la viscosidad. Por este motivo la goma xántica no suele ser utilizada en productos que sean sometidos a procesos de ultra alta temperatura.

La goma Xántica tiene una alta capacidad de retención de agua e imparte viscosidad a soluciones muy diluidas. Sus soluciones nunca superan el 1 % P/V.

Sinergismo con Galactomananos:

Por un mecanismo de asociación intramolecular, la goma xántica se une a las regiones no ramificadas de la cadena de manosa de la goma garrofín y de la goma guar. Con la garrofín que tiene regiones libres de ramificaciones más extensas, el entrecruzamiento es mayor, formándose una red tridimensional, gelificando y atrapando agua en los intersticios. El máximo de fuerza de gel se logra con una relación 1:1 de ambas gomas. Se usa en productos dietéticos, como mermeladas, postres, pues da cuerpo sin aportar calorías. El gel es termorreversible.

Con la goma Guar se logra un sinergismo menor, dado que está más ramificada. Sin embargo la viscosidad es mayor que la que impartiría cada goma por separado. Ambos sinergismos no logran gelificar, espesan el producto reteniendo mayor cantidad de agua.

Aplicaciones:

Ya fueron comentadas varias de ellas, y en general son muy amplias, debido a sus propiedades funcionales tan especiales.

La goma Xántica es incompatible con iones polivalentes a pH alto y no se recomienda usarla con derivados que contengan celulosa. Además, si se agrega directamente a la leche, por su elevada captación de agua, provoca la precipitación de las proteínas lácteas, principalmente las caseínas.

Hidrocoloide	Origen	Estructura química	Propiedades	Función	Principales aplicaciones
Gomas de origen microbiano					
Xantana (E-415)	Polímero obtenido por fermentación usando la bacteria <i>Xanthomonas campestris</i>	Heteropolisacárido formado por glucosa, manosa, ácido glucurónico y ácido pirúvico	<ul style="list-style-type: none"> - Soluble en frío - Soluciones pseudoplásticas - Estable a pH 2-11 - Estable entre 20-90°C - Viscosidad estable hasta 90°C - Suspensión de partículas - Mejora la estabilidad frente a la congelación-descongelación - Disminuye la tendencia a la sinéresis - Sinergismo con garrofin, tara, guar: con garrofin forma geles muy elásticos y termorreversibles; con guar produce una gelificación mucho más suave. 	<p>Espesante Estabilizante Gelificante (la goma gellan puede emplearse como agente gelificante en gran cantidad de alimentos a concentrac. mucho menores - $\geq 0,05\%$- que en el caso de polisacáridos procedentes de plantas y algas).</p>	<p>Productos cármicos, salsas y aderezos, salmueras, prod. Instantáneos, cremas batidas y mousses.</p>

Tabla 9. Goma Xántica y sus propiedades.

DESARROLLO DEL PRODUCTO

Equipo Utilizado y Lay Out de la Planta Piloto

Se han utilizado diferentes equipos para la elaboración del producto. Un agitador *Silverson Modelo S4RT*, encargado de realizar la mezcla de polvos y agua; un pasteurizador *Scandinox* para el tratamiento térmico compuesto principalmente por cuatro intercambiadores de placa (pre-calentador/pasteurizador/primer enfriador/segundo enfriador). La retención es variable con un mínimo de 4 segundos y un máximo 10 minutos, además cuenta con un homogeneizador de dos etapas y tres pistones. Al ser un equipo de planta piloto es muy flexible a cambios de temperatura y de presión. Permite también realizar ensayos tanto en “Up-stream” como en “Down-stream”, es decir la homogenización se puede efectuar pre ó post pasteurización.



Foto 7. Equipo pasteurizador y homogeneizador continuo de dos etapas.

El envasado se realizará de forma manual, en botellas de PET de 250ml. Durante esta etapa surgió un inconveniente al querer evaluar el comportamiento microbiológico de los ensayos en un proceso UHT ya que no se dispone de una envasadora en la línea de producción ni envases asépticos.

Una solución fue lavar las botellas con una solución al 10% de *Divosan Forte*, cuyo compuesto principal es el ácido per-acético, se deja actuar el producto por 30

minutos para luego enjuagar y secar en estufa a 60°C 15 minutos. De esta forma se obtuvieron envases asépticos a las botellas a utilizar en los procesos UHT.

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:

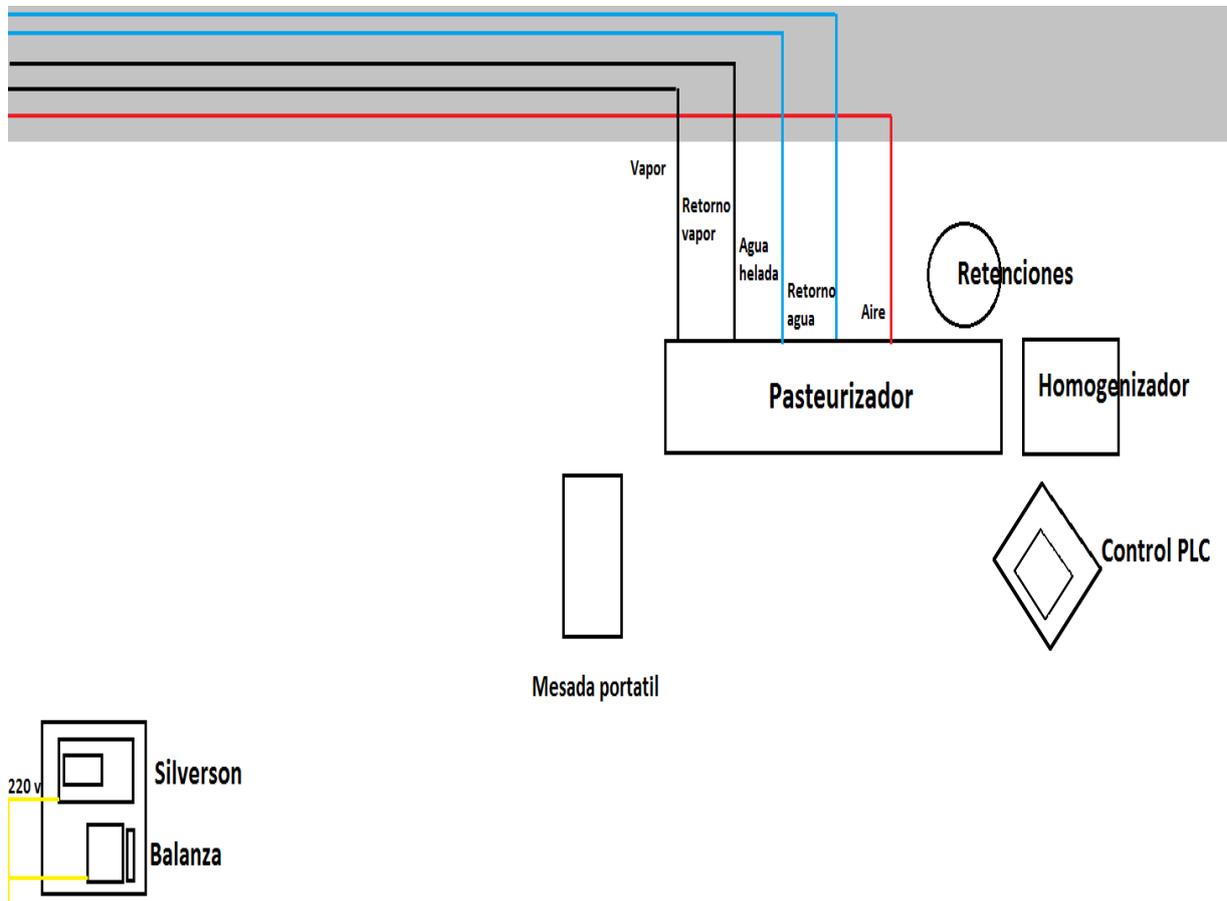


Diagrama 7. Lay Out de la planta piloto.

Materias Primas

Para el reemplazo de la leche en la formulación original de yogurt se utilizaron concentrados proteicos del suero en diferentes proporciones. A continuación se realizará una breve descripción de cada materia prima y sus funcionalidades.

- **CONCENTRADOS PROTEICOS**

WPC 35 y *WPC 80*. Estos tipos de concentrados proteicos de suero son productos que se encuentran en polvo, con un color amarillo muy claro y un ligero aroma lácteo. La concentración de proteínas se encuentra entre 35% y 80% respectivamente. Estos productos son elaborados por *Arla Foods Ingredients S.A* y se comercializan bajo el nombre de *Lacprodan 35* y *Lacprodan 80*.

Nutrilac YO-8075. Se utiliza como sustituto de la grasa de productos lácteos y también fue obtenido a través de *Arla Foods Ingredients S.A*, afecta a la textura de los productos lácteos bajos en grasa de manera que asegure una cremosidad semejante a la que aporta la crema. Su concentración proteica aproximada es del 80%, en solución, tiene un color semejante al de la leche y el polvo es de menor granulometría que el *WPC 80*, lo que le otorga una dilución más rápida. También se puede encontrar el *NutrilacQU-4560* que posee características físicas similares al anterior pero su concentración proteica es de 45%.



Foto 8. Comparación de soluciones al 10%.

- ALMIDONES

La empresa *Ingredion*, elaboradora de diversos almidones modificados, aportó una muestra de almidón THERMTEX® como una alternativa para agregarle cuerpo y textura al producto, haciendo mención en la resistencia a la temperatura del proceso y la baja acidez.

- PECTINAS

La pectina que se evaluó fue brindada por la empresa *Danisco, Grindsted AMD 783* de alto metoxilo y utilizada principalmente en la industria de lácteos. Esta pectina impide la sedimentación de proteínas de suero de leche, controla la viscosidad y es sustituto de textura cuando los sólidos de leche, grasa y / o azúcar se reducen.

ENSAYOS

Ensayo N° 1 “Porqué utilizar WPC”

Una vez recolectada y estudiada la información necesaria para poder realizar los ensayos de este proyecto, se dispuso comenzar con la formulación. En el primer ensayo se diferenciarán las variables de concentrado proteico disponibles con el objetivo de evaluar el comportamiento luego del tratamiento térmico, perfiles de sabor y textura. Estos datos serán necesarios en ensayos posteriores a la hora de agregar aditivos y evaluar costos.

En este ensayo como se mencionó anteriormente lo único que se evaluó fueron los concentrados de proteínas del suero de la leche. Se buscaron valores semejantes al yogurt estándar respecto a las proteínas, grasas y sólidos. El tratamiento térmico empleado fue de 95°C durante 5 minutos y una homogenización previa de 200/50 bar. (Diagrama 8). Es necesario aclarar que se decidió mantener fijos los valores de pasteurización durante todos los ensayos de funcionalidad, y una vez encontrado el producto deseado se intentará una mejora modificando el tratamiento.



Diagrama 8. Proceso de elaboración de la bebida ácida.

Se realizaron 5 tipos de pruebas, la primera se la considerará una de la más relevantes de este proyecto ya que justifica el uso de concentrado proteico y no leche fluida o en su defecto leche polvo en nuestra bebida. Las pruebas restantes variaron con respecto al tipo de concentrado proteico.

En la tabla 10 se observan los porcentajes de cada ingrediente mientras que la tabla 11 es una referencia de valores de proteínas, grasa y sólidos totales en el producto final.

	-01	-02	-03	-04	-05
INGREDIENTES					
Agua	83,40%	86,50%	84,00%	86,50%	85,60%
Azúcar	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Leche en polvo	8,60%	-	-	-	-
Crema 44%	3,00%	2,70%	2,50%	2,70%	2,60%
Lacprodan 80	-	3,80%	-	-	-
Lacprodan 35	-	-	8,50%	-	-
Nutrilac YO-8075	-	-	-	3,80%	-
Nutrilac QU-4560	-	-	-	-	6,80%
Maltodextrina	-	2,00%	-	2,00%	-

Tabla 10. Porcentajes de cada ingrediente

	1	2	3	4	5
Proteína	3,07%	2,98%	3,04%	3,10%	3,04%
Grasa	1,41%	1,44%	1,42%	1,42%	1,42%
Carbohidratos	8,38%	6,98%	9,06%	6,94%	7,92%
Solidos totales	13,74%	11,88%	14,40%	11,92%	12,74%
Lactosa	4,38%	1,99%	4,07%	1,95%	2,93%
Calcio	0,03%	0,03%	0,04%	0,03%	0,03%

Tabla 11. Porcentajes de proteínas, grasas y sólidos totales

Una etapa crucial en la elaboración es la acidificación del medio, luego de la mezcla de los ingredientes formado una dispersión homogénea sin grumos, se procede a acidificar agregando ácido láctico mientras se agita suavemente hasta llegar

a un pH de 4.3-4.6 semejante al pH final de un yogurt fermentado. Al realizar esta etapa se descubrió que la prueba 1 perdió por completo su estabilidad, se separó en dos fases y se formaron aglomeraciones. Mientras que las demás no sufrieron modificaciones al acidificar el medio. Por ese motivo se decidió eliminar y no continuar con la elaboración de la prueba número uno.

Luego de la pasteurización se evaluó sensorialmente el color, los sabores y la textura de las diferentes proteínas; también se realizó una simple prueba de estabilidad que consistió en dejar los ensayos a temperatura ambiente durante tres días sin moverlas y observar si se separa en fases o se logra mantener una solución homogénea.



Foto 9. Distintas pruebas de Ensayo N°1.



Foto 10. Prueba n°1 con pérdida de estabilidad, separación en dos fases y formación de aglomeraciones.

Conclusiones del Ensayo N°1

Como primera observación se puede afirmar que la leche como único ingrediente no es apto para la elaboración de ésta bebida, ya que al acidificar el medio la caseína presente en la leche se desnaturaliza, dando lugar a una reacción química que altera su estructura (el pH del medio es menor que el punto isoeléctrico de la caseína) y hace que esta proteína deje de ser soluble en agua y precipite como un sólido blanco.

La prueba número 4 se destaca ya que genera una sensación de cremosidad que las otras no, sin embargo la textura no es la esperada para un yogurt bebible.

Todas poseen un sabor relativamente neutro y algo de astringencia propia de las proteínas.

Con respecto al color, la prueba número 3 es más amarillenta que el blanco lechoso que presentan las demás muestras.

Al realizar la prueba de estabilidad, se obtuvieron resultados favorables en la prueba número 4; pasados los 3 días la solución se mantuvo homogénea, mientras que las demás se separaron notablemente. A partir de los resultados obtenidos se observa como se comportan las diferentes fuentes de proteínas por separado. En futuros ensayos se buscará combinar estos ingredientes junto al uso de aditivos para lograr una adecuada estabilidad con un sabor y textura semejante a la del yogur bebible.



Foto 11. Prueba de estabilidad.

Ensayo N°2 “Formulación de la Bebida Ácida”

En base a los resultados obtenidos en el ensayo n°1 se avanzó con el ensayo n°2 teniendo como objetivo buscar una mejora en el producto utilizando una mezcla de diferentes tipos de WPC así como también desarrollar una textura y viscosidad semejante al target mediante el agregado de aditivos.

El ensayo fue dividido en dos partes, en la primera se evaluaron mezclas de WPC manteniendo una dosis de pectina de 0.40%, valor brindado por la empresa *Danisco* como sugerencia para este tipo de bebida. La segunda etapa se focalizó en el mouthfeel y la reología del producto.

- Etapa A

Manteniendo constante los parámetros de producción, el porcentaje de la pectina 783 y valores semejantes de proteína, grasa y sólidos totales en las muestras se decidió comparar únicamente mezclas de WPC; en la prueba n°1 el aporte proteico, fue otorgado un 5% por el Lacprodan 35 y un 1.5% por el Nutrilac YO-8075, en cambio en la prueba n°2 estos valores fueron de 4.10% para el Nutrilac QU-4560 y 1.50% de Lacprodan 80. Además fue necesario agregar malto dextrina para compensar los sólidos totales. Por último en la prueba n°3 se utilizó Nutrilac CH-4560 y Lacprodan 35 en porcentajes de 3.30 y 4.10 respectivamente.

Prueba	-01	-02	-03
INGREDIENTES			
Agua	85.50%	84.40%	84,60%
Azúcar	5,00%	5,00%	5,00%
Crema 44%	2.60%	2.60%	2.60%
Lacprodan 80	-	1.50%	-
Lacprodan 35	5.00%	-	3.30%
Nutrilac YO-8075	1.50%	-	-
Nutrilac QU-4560	-	4.10%	4.10%
Maltodextrina	-	2,00%	-
Pectina 783	0.40%	0.40%	0.40%

Tabla 12. Ingredientes según las distintas pruebas en etapa A.

	-01	-02	-03
Proteína	2.99%	3.00%	3,02%
Grasa	1,42%	1,40%	1,43%
Carbohidratos	7.54%	8.83%	8.40%
Solidos totales	12.89%	13.86%	13.71%
Lactosa	2.49%	1.88%	3.35%
Calcio	0,03%	0,03%	0,04%

Tabla 13. Composición nutricional de las pruebas de la etapa A.

Resultados Etapa A

Como se puede observar en la foto 12 la prueba número 1 fue la que se mantuvo más estable, el agregado de pectina le otorgó a todas las pruebas una mejor sensación en boca pero el valor de viscosidad aún se encuentra lejos del target.

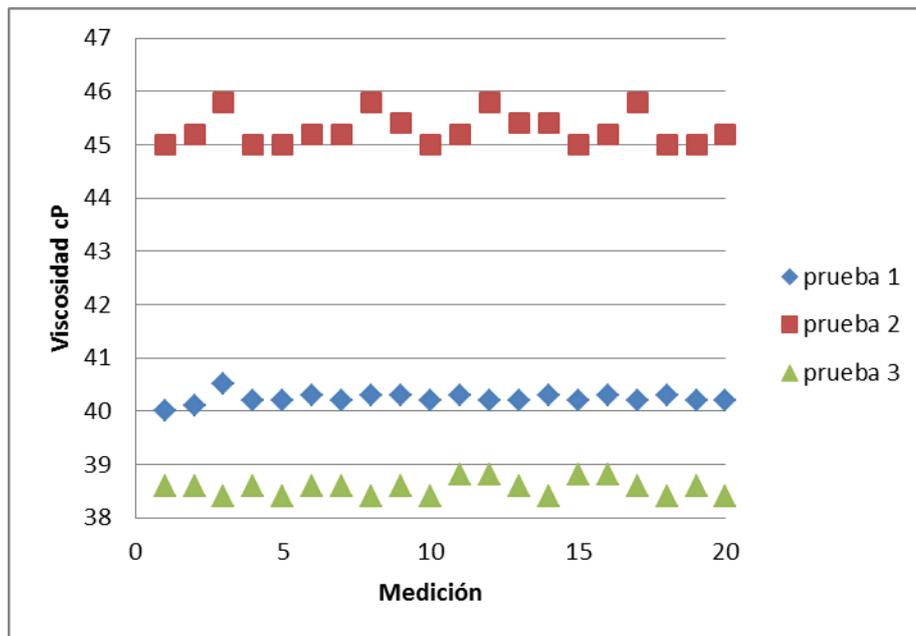


Gráfico 7. Valores de viscosidad de la etapa A



Foto 12. Pruebas del Ensayo N°2, Etapa A.

Conclusión Etapa A

La prueba numero 1 es la que presenta la mejor estabilidad y sensación en boca por lo tanto fue elegida para realizar la siguiente etapa en la cual se buscarán las mismas propiedades reológicas con respecto al target.

-Etapa B

Para cumplir con el objetivo de esta etapa se utilizarán diferentes tipos de hidrocoloides, como lo son los almidones modificados, carboxilmetil celulosa y otros; además se evaluará la posibilidad de disminuir el porcentaje de pectina con el agregando otros estabilizantes.

Prueba	-01	-02	-03
INGREDIENTES			
Agua	84.40%	85.00%	85,20%
Azúcar	5,00%	5,00%	5,00%
Crema 44%	2.60%	2.60%	2.60%
Lacprodan 35	5.00%	5.00%	5.00%
Nutrilac YO-8075	1.50%	1.50%-	1.50%
Thermtex	1.50%	0.75%	-
Pectina 783	0.40%	0.40%	0.40%
Carboximetil celulosa	-	-	0.25%

Tabla 14. Ingredientes según las distintas pruebas en etapa B.

	-01	-02	-03
Proteína	2.99%	2.99%	2.99%
Grasa	1,42%	1,42%	1,42%
Carbohidratos	8.76%	8.10%	7.49%
Solidos totales	13.80%	13.30%	12.52%
Lactosa	2.49%	1.88%	3.35%
Calcio	0,03%	0,03%	0,04%

Tabla 15. Composición nutricional de las pruebas de la etapa B



Foto 13. Pruebas del Ensayo N°2, Etapa B.

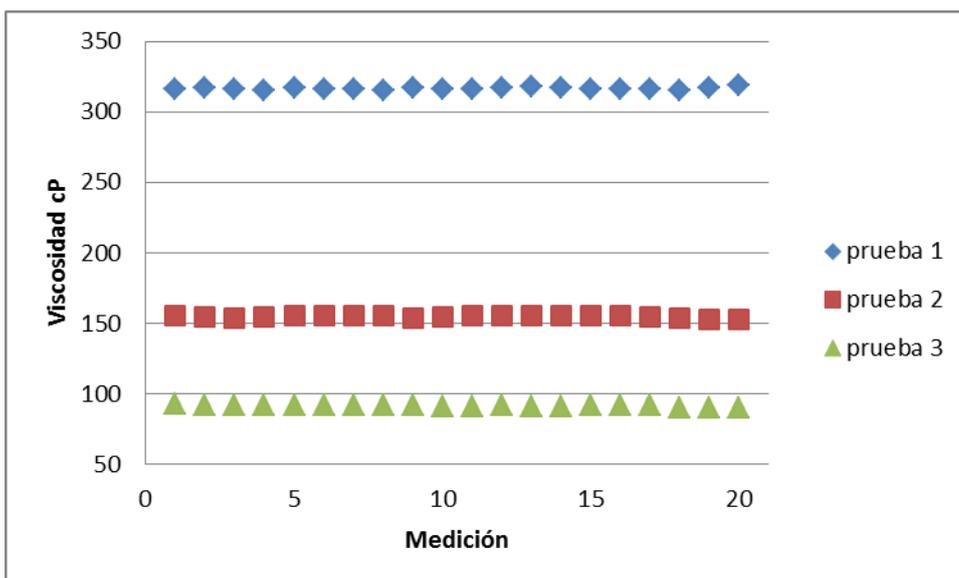


Gráfico 8 .Valores de viscosidad de la etapa B.

Resultados Etapa B

La prueba nº3 en la cual se utilizó carboximetil celulosa fue descartada ya que la viscosidad obtenida fue mucho menor que la esperada y se produjo una gran sinéresis, en cambio en la prueba nº1 se agregó almidón modificado al 1.5% y a pesar de no obtener la viscosidad deseada se mantuvo estable lo cual servirá como base de próximas pruebas.

Conclusiones Etapa B

La CMC utilizada fue de alto grado de polimerización y bajo grado de saturación, como se mencionó en la parte teórica este aditivo dará una solución tixotrópica, esto se pudo observar ya que la mezcla previa a la pasteurización había aumentado la viscosidad a diferencia de las otras pruebas, pero luego del tratamiento térmico se perdió esta propiedad.

Otro punto tratado en esta etapa fue la reducción de pectina, de modo que se observaron resultados positivos al reducir en 0.2% manteniendo un buen mouthfeel y evitando sinéresis en las pruebas 1 y 2.

Continuación de etapa B

En este punto se seguirán utilizando hidrocoloides con el objetivo de obtener una viscosidad semejante al target. Partiendo de los resultados anteriores, la dosis de pectina utilizada fue de 0.2% en todos los ensayos y la de almidón modificado se incrementó al 2%. Los hidrocoloides utilizados fueron Goma Guar y Goma Xántica.

Tal como lo demuestra la Tabla 16, la prueba número1 no posee gomas mientras que la 2 posee 0.2% de Goma Guar, a la número 3 se le agregó 0.2% de Goma Xántica y la 4 contiene 0.1% de ambas gomas queriéndose así demostrar si existe sinergismo entre estos hidrocoloides.

	-01	-02	-03	-04
INGREDIENTES				
Agua	83,70%	83,50%	83,50%	83,50%
Azúcar	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Crema 44%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
Lacprodan 35	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
Nutrilac YO-8075	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%
Thermtex	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
Pectina 783	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
Goma Guar	-	0.20%	-	0.10%
Goma Xántica	-	-	0.20%	0.10%

Tabla 16. Ingredientes según continuación de la etapa B.

	1	2	3	4
Proteína	2.99%	2.99%	2.99%	2.99%
Grasa	1.42%	1.42%	1.42%	1.42%
Carbohidratos	9.21%	9.21%	9.21%	9.21%
Solidos totales	14.41%	14.41%	14.41%	14.41%

Tabla 17. Composición nutricional según continuación de la etapa B

Resultados Finales Etapa B

Luego de evaluar los resultados de viscosidad Grafico 9. se pudo concluir que la variable 1 con un valor aproximado de 500 cP fue la más cercana al Yogurísimo bebible de 852cP, mientras que las pruebas 2 y 3 mostraron valores de 2600 cP y 3600 cP respectivamente. El último ensayo superó los parámetros de medición para una bebida y el equipo no pudo entregar un resultado. Foto 14.

Conclusiones Finales Etapa B

En las pruebas que se utilizaron gomas la viscosidad obtenida fue mucho mayor que la deseada. En la prueba número 4, Foto14, la viscosidad fue similar a la de un yogurt batido, lo que no es positivo en este punto pero si para futuros desarrollos. Se logró demostrar también el sinergismo que existe entre la goma Guar y la goma Xántica; un dato relevante fue que todos los ensayo se mantuvieron estables utilizando un 0.2% de pectina. Foto 15.

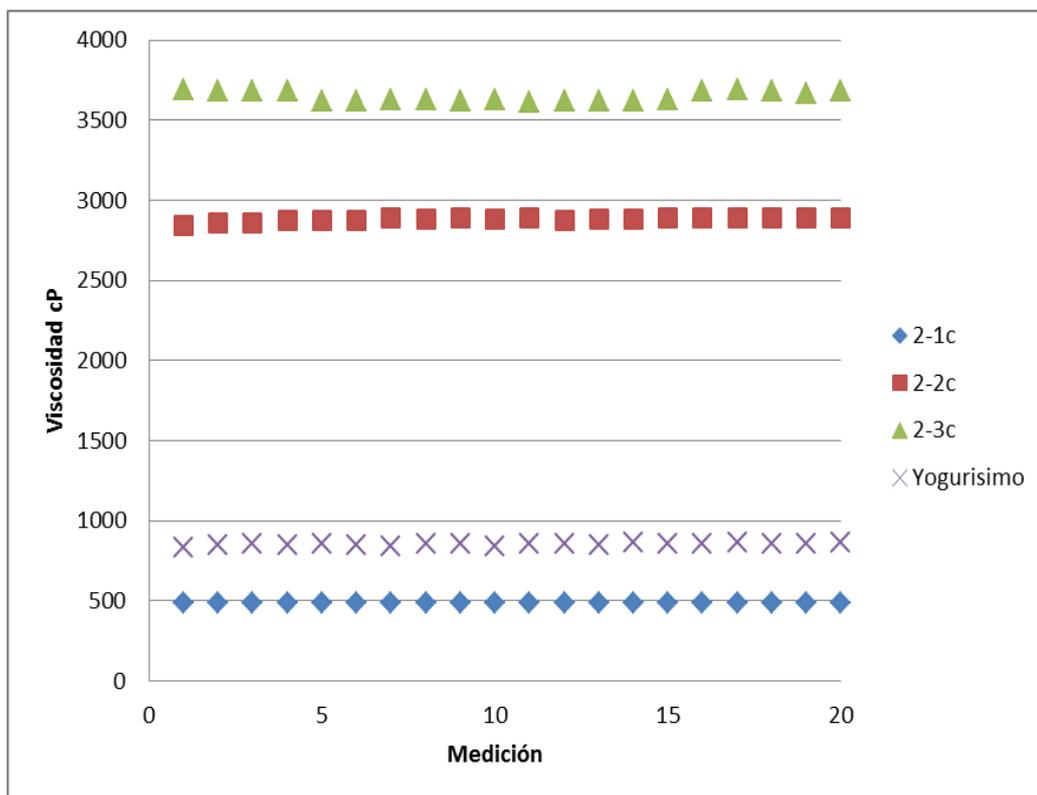


Gráfico 9. Valores de viscosidad de la continuación de la etapa B.



Foto 14. Prueba numero 4



Foto 15. Estabilidad en pruebas de la continuación de la etapa B.

Conclusión Ensayo N°2

En este ensayo se evaluaron las mezclas y diferentes tipos de WPC, obteniendo como resultado que el Nutrilac YO-8075 y Lacprodan 35, son los que tienen un comportamiento más estable y de mayor aceptabilidad debido al sabor y la sensación en la boca. Además fue necesario el incremento de hidrocoloides como aditivos.

La primer observación fue que el uso de pectina al 0.2% permitió obtener un producto más estable en el tiempo y el agregado de almidón modificado logró aumentar la viscosidad del producto original.

Ensayo N°3 “Pruebas de Sabor y Color”

El objetivo será aumentar la viscosidad hasta llegar a valores cercanos al target, definir el sabor, color y el nivel de dulzor. Para ello se llevarán a cabo una serie de testeos con personal experto y consumidores.

La prueba de referencia para este ensayo será la número 1 de la etapa 2-B. A partir de esta formulación se efectuaron distintas pruebas incrementando la dosis de almidón modificado, agregando maltodextrina con el objetivo de incrementar los sólidos y se adicionó también una combinación de goma guar y xántica pero en menor dosis que en ensayos anteriores con el objetivo de obtener una mayor viscosidad y mas cuerpo en el producto final. Además se evaluó el producto con sabor y color. Se utilizó un sabor frutilla proporcionado por la empresa *Givaudan*, lote: X74987 y una dosis recomendada para este tipo de productos de 0.10%; como color se usó un rojo CO-750-WS-AR proporcionado por la empresa *Hansen* y se probaron en diferentes dosis hasta encontrar similitud con el target.

	-01	-02	-03
INGREDIENTES			
Agua	80.20%	81,65%	81,15%
Azúcar	5,00%	5,00%	5,00%
Crema 44%	2.60%	2.60%	2.60%
Lacprodan 35	5.00%	5.00%	5.00%
Nutrilac YO-8075	1.50%	1.50%	1.50%
Maltodextrina	3.00%	1.50%	2.00%
Thermtex	3.00%	2.00%	1,50%
Pectina 783	0.20%	0.20%	0.20%
Goma Guar	-	0.025%	0.025%
Goma Xántica	-	0.025%	0.025%

Tabla 18. Ingredientes para el ensayo n°3.

	1	2	3
Proteína	2.99%	2.99%	2.99%
Grasa	1.42%	1.42%	1.42%
Carbohidratos	12.00%	11.16%	11.58%
Solidos totales	17.20%	16.35%	16.78%

Tabla 19. Composición nutricional para el ensayo n°3.

En el Grafico 10 se pueden observar los resultados obtenidos con respecto a la viscosidad. En la prueba 1, al incrementarse en un 1% el almidón se obtuvo un resultado promedio de 1307 cP mucho mayor a lo esperado, en cambio en las otras dos pruebas los resultados fueron mejores, 858 cp y 915 cp respectivamente. En la prueba 3 se mantuvo el porcentaje de almidón y se agregó también la combinación de gomas guar y xántica. Para la prueba 2 se mantuvieron las dosis de las gomas en 0.025% al igual que en la prueba 3, pero en esta última el almidón se redujo en 0,5% respecto al porcentaje de almidón que se utilizó en el ensayo número 2 etapa B.

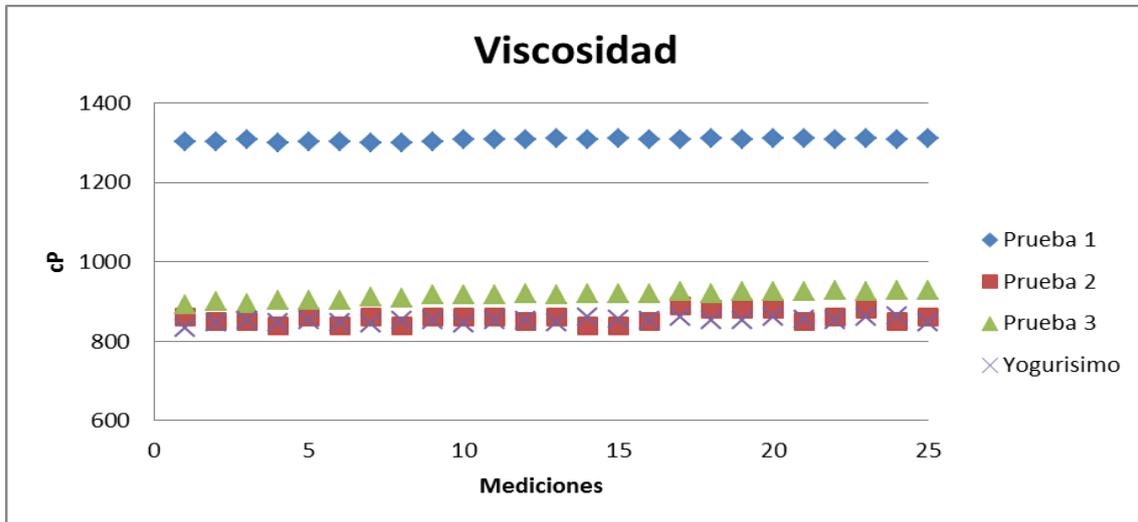


Gráfico 10. Viscosidades para el ensayo n°3.

Para definir el colorante se realizó una comparación visual utilizando diferentes dosis del Rojo CO-750-WS-AR de la firma *Hansen*. En la Foto 16 se puede observar como una dosis de 0.05% es la que mas se asemeja al Yogurísimo de *Danone*.



Foto 16. Prueba de Color.

Tomando como referencia la prueba que contiene 0.05% de color rojo CO-750-WS-AR y 0.10% de sabor, se realizó un testeo con panelistas entrenados de seis participantes, haciendo foco en las atributos de la bebida ácida.

A continuación se listan los atributos sensoriales y su escala correspondiente.

Textura/Consistencia

1. Me disgusta muchísimo	2. Me disgusta bastante	3. Me disgusta ligeramente	4. Ni me gusta ni me disgusta	5. Me gusta ligeramente	6. Me gusta bastante	7. Me gusta muchísimo
--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------

Sabor

1. Me disgusta muchísimo	2. Me disgusta bastante	3. Me disgusta ligeramente	4. Ni me gusta ni me disgusta	5. Me gusta ligeramente	6. Me gusta bastante	7. Me gusta muchísimo
--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------

La escala de ajuste para la **intensidad de dulzor, acidez y color** fue de 5 puntos

1. Mucho menos intenso.	2. Un poco intenso.	3. La intensidad justa.	4. Poco más intenso.	5. Muchos más intenso.
----------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------

Resultados

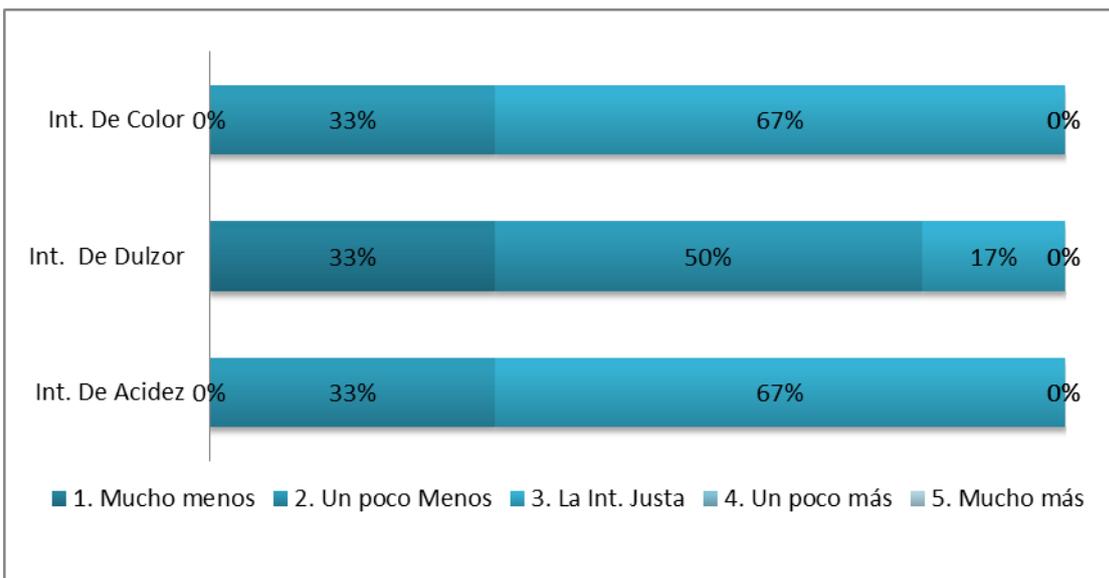


Grafico 11. Resultados de atributos sensoriales.

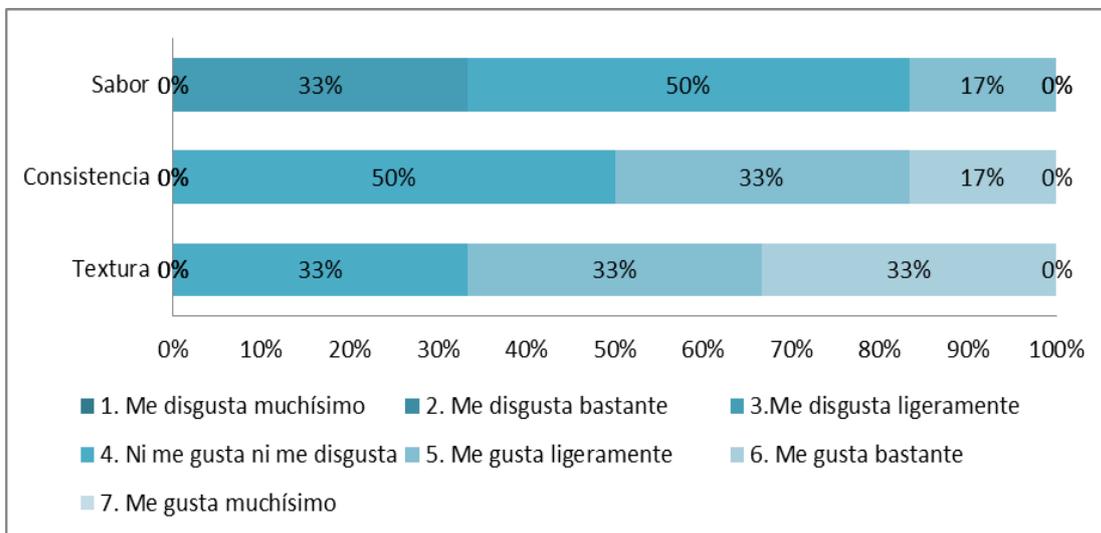


Grafico 12. Resultados de atributos sensoriales.

Los gráficos 11 y 12 reflejan los resultados del ensayo. Se llega a la conclusión de que la formulación obtenida tiene una consistencia y textura aceptable, así como también la intensidad de acidez. La intensidad de color también se encuentra en un rango aceptable pero quedaría evaluar cómo se comporta este atributo durante el proceso térmico, ya que en este ensayo el sabor y el color fueron agregados luego del tratamiento térmico. Con respecto al dulzor se evaluará el incremento de azúcar, considerando que los yogures bebibles y ésta bebida ácida se enfocan en un público infantil. El sabor seleccionado no obtuvo la aceptación esperada. Por lo que nos lleva a evaluar diferentes alternativas de sabores en próximos ensayos.

Ensayo N°4 “Variaciones en el proceso de elaboración”

Una vez obtenida la formulación, queda por estudiar cómo se comportaría el producto si se modificara el proceso. Se realizarán cambios en el tiempo y temperatura de pasteurización sin modificar la inocuidad del producto y en la ubicación de la etapa de homogenización, es decir antes o después de la pasteurización.

También se busca brindarle a futuros productores de ésta bebida ácida una respuesta respecto a si es viable la producción cuando la empresa posee un equipamiento distinto y no tiene la capacidad de financiera de modificarlo.

Recordando el proceso target que se utilizó en todos los ensayos anteriores, fue de pre-pasteurización 55°C → Homogenización 200 bar en dos etapas 150 bar en la primera y 50 bar → Pasteurización 95°C y 5 minutos de retención → pre-enfriado a 60°C → enfriado a 15°C por ultimo envasarlo y conservarlo en cámara frigorífica a 3-5°C.

Partiendo de este proceso que es el más estándar en la industria láctea para elaboración de yogurt, postres y bebidas lácteas, se listarán cuatro pruebas con variaciones en el proceso que permitirán tener una idea de cómo se comporta la formulación, pero antes se debe corroborar que el producto mantenga su inocuidad.

Cálculo del valor de pasteurización del proceso.

La pasteurización es un tratamiento térmico moderado aplicado a temperaturas inferiores a 100 °C, cuyo objetivo principal es la inactivación de microorganismos vegetativos patógenos, la reducción significativa de alteradores (generalmente bacterias psicrotrofas y mesófilas no formadoras de esporas, levaduras y hongos) y la inactivación de enzimas. Este siempre se utiliza en combinación con otros tratamientos de preservación, como la refrigeración, atmosferas modificadas o incorporación de aditivos. La severidad del tratamiento y la extensión de vida útil son influenciadas por el pH del alimento; por ejemplo en productos de baja acidez ($\text{pH} > 4.5$) el principal objetivo de la pasteurización es la inactividad de bacterias patógenas no esporuladas mientras que en alimentos ácidos o de alta acidez ($\text{pH} < 4.5$) lo que se busca con la pasteurización es inactivar enzimas (pectinesterasa y poligalacturonasa) y la reducción de microorganismos alteradores no esporulados (levaduras salvajes, especies de *Lactobacillus* y levaduras y hongos residuales).

El diseño del tratamiento se basa en las enzimas y microorganismos de relevancia en el alimento que mayor resistencia térmica presenten. En este caso se considerará a la *Listeria Monocytogenes* ya que su temperatura mínima de crecimiento es de 0°C, el pH mínimo es de 4.3 y es el patógeno vegetativo más resistente al calor. El tiempo de muerte térmica (TMT) es el tiempo de calentamiento en minutos requeridos para alcanzar un determinado nivel de reducción de una cierta población de microorganismos a una temperatura dada. El tiempo de muerte térmica (TMT) a una cierta temperatura y para un microorganismo determinado es un múltiplo del tiempo de reducción decimal (valor *D*) para dicho microorganismo y a la misma temperatura:

$$TMT_T = n \cdot D_T$$

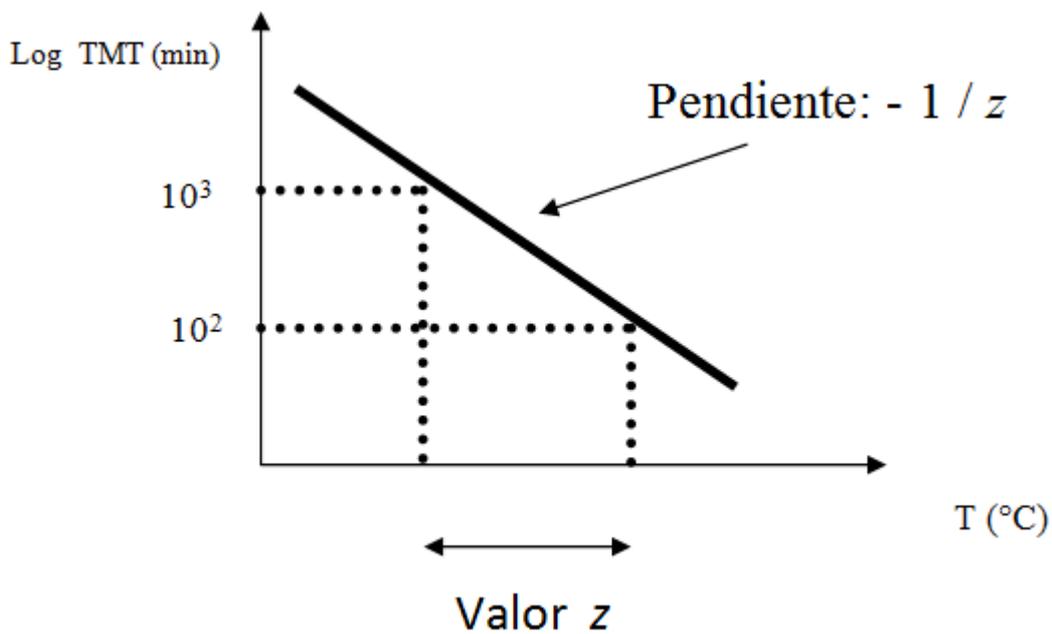


Diagrama 9. Grafio de TMT.

$$\log(TMT_T) = \log(TMT_{T_{ref}}) + \frac{(T_{ref} - T)}{z}$$

Temperature (°C)	Time (mins, secs)
60	43'29"
61	31'44"
62	23'16"
63	17'06"
64	12'40"
65	9'18"
66	6'49"
67	5'01"
68	3'42"
69	2'43"
70	2'00"
71	1'28"
72	1'05"
73	0'48"
74	0'35"
75	0'26"
76	0'19"
77	0'14"
78	0'10"
79	0'06"
80	0'05"
81	0'04"
82	0'03"
83	0'02"
84	0'02"
85	0'01"

Tabla 20. Tasas letal para *Listeria monocytogenes* (es decir, tratamientos térmicos equivalentes para lograr una reducción Log 6 de *Listeria monocytogenes*).

Es importante tener en cuenta que extrapolado linealmente los valores de la tabla obtenemos un valor Z de 7,5 ° C a 70 ° C.

Listeria monocytogenes es el agente patógeno vegetativo más resistente al calor de importancia en los alimentos ácidos refrigerados, y, como consecuencia, también se inactivan con calor todos los otros patógenos vegetativos, tales como

Staphylococcus aureus, *Campylobacter*, *E. coli* y *Salmonella*, (es decir, al menos una reducción Log de orden 6).

El valor de D de resistencia típico para patógenos infecciosos a 70 ° C son:

- *L. monocytogenes* = 0,3
- *C. jejuni* = 0,0001
- *E. coli* (incluyendo O157: H7) = 0,001
- *salmonellae* = 0.01
- *S. aureus* = 0.1
- *V. parahaemolyticus* = 0.001

Se ha establecido para la *Listeria monocytogenes* un tratamiento térmico mínimo con un tiempo igual a 6D como tiempo de “muerte térmica” (probabilidad de supervivencia de $1/10^6$). Esto se conoce como concepto 6D. Con un valor D de resistencia = $D_r = 0,3$ min. Entonces el proceso deberá garantizar como mínimo una letalidad de

$$TMT_{70} = D_r \cdot (\log C_{mo}^o - \log C_{mo}) \quad \longrightarrow \quad TMT_{70} = D_r \cdot (\log 1 - \log 10^{-6})$$

$$TMT_{70} = 0,3 \times 6 = 1.8 \text{ min} \approx 2 \text{ minutos}$$

TMT = 2 min (proceso mínimo) a 70°C

En este ensayo se realizaron tres variables de tiempo y temperatura.

1. 95°C / 5 minutos
2. 76°C / 5 minutos
3. 95°C / 15 segundos

Tomando de referencia $D_{ref} = 6$ y valor $Z = 7.5^{\circ}\text{C}$ a 70°C , se calcularán los nuevos valores TMT para las temperaturas de 76°C y 95°C .

$$\log(TMT_T) = \log(TMT_{T_{ref}}) + \frac{(T_{ref} - T)}{Z}$$

Para 76°C el tiempo de muerte térmica es de 0.31 minutos.

$$\log(TMT_{76^{\circ}\text{C}}) = \log(TMT_{70^{\circ}\text{C}}) + \frac{70^{\circ}\text{C} - 76^{\circ}\text{C}}{7.5^{\circ}\text{C}}$$

$$TMT_{76^{\circ}\text{C}} = 10^{\log(2 \text{ min}) + \frac{70^{\circ}\text{C} - 76^{\circ}\text{C}}{7.5^{\circ}\text{C}}}$$

$$TMT_{76^{\circ}\text{C}} \approx 0.31 \text{ min}$$

Para 95°C el tiempo de muerte térmica es de 0.06 segundos.

$$\log(TMT_{95^{\circ}\text{C}}) = \log(TMT_{70^{\circ}\text{C}}) + \frac{70^{\circ}\text{C} - 95^{\circ}\text{C}}{7.5^{\circ}\text{C}}$$

$$TMT_{95^{\circ}\text{C}} = 10^{\log(2 \text{ min}) + \frac{70^{\circ}\text{C} - 95^{\circ}\text{C}}{7.5^{\circ}\text{C}}}$$

$$TMT_{95^{\circ}\text{C}} \approx 0.06 \text{ segundos}$$

A partir de los resultados obtenidos, se puede asegurar que el producto recibirá una combinación de tiempo y temperatura necesaria para la inactivación de microorganismos vegetativos patógenos y la reducción significativa de alteradores durante la pasteurización.

Procedimiento

El equipo utilizado para los ensayos es el Scandinox, compuesto principalmente por cuatro intercambiadores de placa (pre-calentador/pasteurizador/primer enfriador/segundo enfriador) que permiten realizar de manera sencilla variaciones de tiempo y temperatura en el proceso, que van a depender del producto y del cliente.

A continuación se listarán las variables en el proceso consideradas relevantes para evaluar su comportamiento.

Target. Pre-pasteurización 55°C → Homogenización 250 bar en dos etapas 200 bar / 50 bar → Pasteurización 95°C durante 5 minutos → Pre-enfriado a 60°C → Enfriado a 15°C → envasado y conservado en cámara frigorífica a 3-5°C.

1. Pre-pasteurización 55°C → Homogenización 250 bar en dos etapas 200 bar / 50 bar → Pasteurización 95°C durante 15 segundos → Pre-enfriado a 60°C → Enfriado a 15°C → envasado y conservado en cámara frigorífica a 3-5°C.

2. Pre-pasteurización 55°C → Homogenización 250 bar en dos etapas 200 bar / 50 bar → Pasteurización 76°C durante 5 minutos → Pre-enfriado a 60°C → Enfriado a 15°C → envasado y conservado en cámara frigorífica a 3-5°C.

3. Pre-pasteurización 55°C → Pasteurización 95°C durante 5 minutos → Pre-enfriado a 60°C → Enfriado a 15°C → envasado y conservado en cámara frigorífica a 3-5°C.

4. Pre-pasteurización 55°C → Pasteurización 95°C durante 5 minutos → Homogenización 250 bar en dos etapas 200 bar / 50 bar Pre-enfriado a 60°C → Enfriado a 15°C → envasado y conservado en cámara frigorífica a 3-5°C.

FORMULACIÓN

La formulación a utilizar es la prueba n°2 del ensayo 3 con la diferencia que se incrementará el azúcar en un 2% y el color en su dosis de 0.05% será agregado desde el inicio para evaluar su resistencia al tratamiento térmico. Respecto del sabor se decidió realizar pruebas incrementando la dosis a 0.15% del ya evaluado y además probar una nueva variable con notas más frutales y frescas brindado por la empresa Givaudan lote BU108923 en una dosis recomendada de 0.10%.

INGREDIENTES	
Agua	79.65%
Azúcar	7,00%
Crema 44%	2.60%
Lacprodan 35	5.00%
Nutrilac YO-8075	1.50%
Maltodextrina	2.50%
Thermtex	1.5%
Pectina 783	0.20%
Goma Guar	0.025%
Goma Xántica	0.025%
Color	0.05%
Ácido cítrico	0.10%
Ácido láctico	0.21%

Tabla 21. Formulación de la bebida ácida.



Foto17. Prueba con agrado de color previo al tratamiento térmico.

Resultados

En la Foto 17 se demuestra como se comporta el color en una dosis de 0.10% luego de la pasteurización. La prueba 3 fue la única que se diferenció con un color más intenso, esto se debe que a no sufrió el proceso de homogenización.

Cuando se realizaron las pruebas de degustación, se encontraron diferencias muy significativas entre ellas. En el caso de la prueba 2 la baja viscosidad se debió a la que la temperatura de 72°C no fue suficiente para activar las proteínas, es decir desnaturalizar parcial o completamente las proteínas que generan viscosidad. En el caso de la prueba 4 tanto las proteínas como el almidón se logran activar a 95°C durante 5 minutos pero el proceso de homogenización de 200/50 bar luego de la pasteurización rompe toda la red formada; la prueba 3 se siente más espesa que las anteriores pero muy rugosa, la proteína, las goma y el almidón logran generarle cuerpo a la bebida pero al no tener el proceso de homogenización, los ingredientes quedan

dispersos de forma heterogénea y la sensación en boca es desagradable, rugosa y arenosa.

El target y la prueba 1 fueron las más aceptables, ambas tiene en boca una sensación de cremosidad. La diferencia está en la viscosidad, la prueba 1 al estar solo 15 segundos expuesta a la temperatura no se forma una red muy fuerte, pero logra desnaturalizar las proteínas, activar el almidón y en la boca no se siente arenosidad como en las pruebas 2, 3 y 4. En la foto 18 se puede observar como en la prueba 2 al no alcanzar los 95°C el producto final aparece con sinéresis; la prueba 4 también presenta sinéresis pero esto es debido al tipo de proceso, la homogenización al estar ubicada luego de la pasterización rompe toda estructura formada, obteniendo un producto poco estable.

	Target	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Viscosidad promedio cP	946,6	538,4	73,77	1253,2	86,72

Tabla 22. Viscosidades según cada prueba.



Foto 18. Estabilidad luego del proceso térmico.

Para la determinación del sabor realizamos un nuevo análisis sensorial en consumidores y evaluamos la preferencia entre el target y la prueba 1, ya que fueron las más aceptadas y que mejor se comportaron a la prueba de estabilidad.

Evaluación Sensorial

Prueba Descriptiva en Consumidores

En este punto se determinará si existe preferencia por alguna de las alternativas de sabor frutilla como así también se evaluarán otros atributos característicos de este tipo de productos.

Se realizó el un testeó con las siguientes muestras:

1. Yogurt Bebible Sabor Frutilla código: BU108923 Dosis: 0.10%, 95°C /5 min. Alternativa 256
2. Yogurt Bebible Sabor Frutilla código: X74987 Dosis: 0.15%,95° / 15 seg. Alternativa 288

La metodología para esta evaluación consistió en un Test de aceptación y de Preferencia del producto. Las muestras fueron codificadas con números de tres dígitos aleatorios, la presentación de las mismas fue aleatoria y balanceada en vasos de 50 ml y a temperatura de refrigeración. La degustación se llevó a cabo en el laboratorio de Arla Foods Ingredients con consumidores internos. Treinta evaluadores entre ellos hombres y mujeres consumidores de yogurt bebible sabor frutilla fueron los involucrados. Estos se segmentan por sexo, edad y frecuencia de consumo para una mejor lectura de datos.

El cuestionario se realizó de forma simple y secuencial en cada alternativa. Y luego se realizó una preferencia final comparativa.

Se definieron los siguientes atributos sensoriales a evaluar para cada una de las alternativas con su correspondiente escala:

Escalas hedónica de Agrado (7) puntos

Sabor Global

1.Me disgusta muchísimo	2.Me disgusta bastante	3.Me disgusta ligeramente	4.Ni me gusta ni me disgusta	5. Me gusta ligeramente	6.Me gusta bastante	7.Me gusta muchísimo
-------------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------

Sabor que Deja en Boca

1.Me disgusta muchísimo	2.Me disgusta bastante	3.Me disgusta ligeramente	4.Ni me gusta ni me disgusta	5.Me gusta ligeramente	6.Me gusta bastante	7.Me gusta muchísimo
-------------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------

La escalas de ajuste para la **intensidad de dulzor, acidez** fue de 5 puntos:

1. Mucho menos intenso. 2. Un poco intenso. 3. La intensidad justa. 3. Poco más intenso. Mucho más intenso.

La escala para la intención de compra consiste en una escala estructurada de 5 puntos, con las siguientes preguntas.

1. Seguramente no lo compraría.	2. Probablemente no lo compraría.	3. No sabe si lo compraría.	4. Probablemente sí lo compraría.	5. Seguramente sí lo compraría.
---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

Para determinar la preferencia del evaluador se le preguntó cuál de las alternativas es de su preferencia y las razones de su elección (sabor, dulzor, acidez, aroma, consistencia).

Resultados

1. Segmentación consumidor

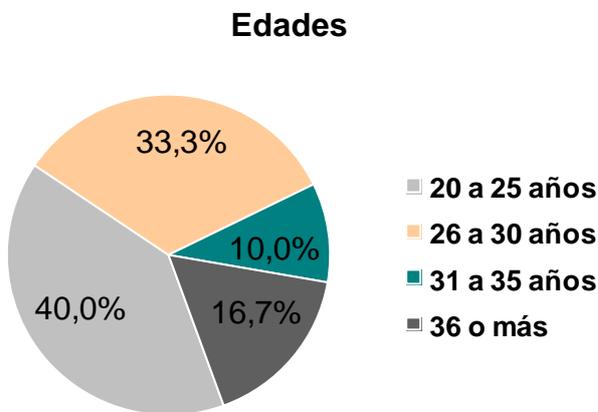


Gráfico. 13

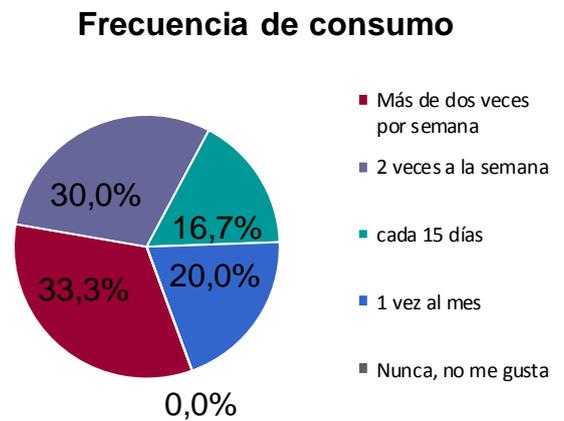


Gráfico. 14.

1. Análisis de los promedios del sabor global y residual de las alternativas.

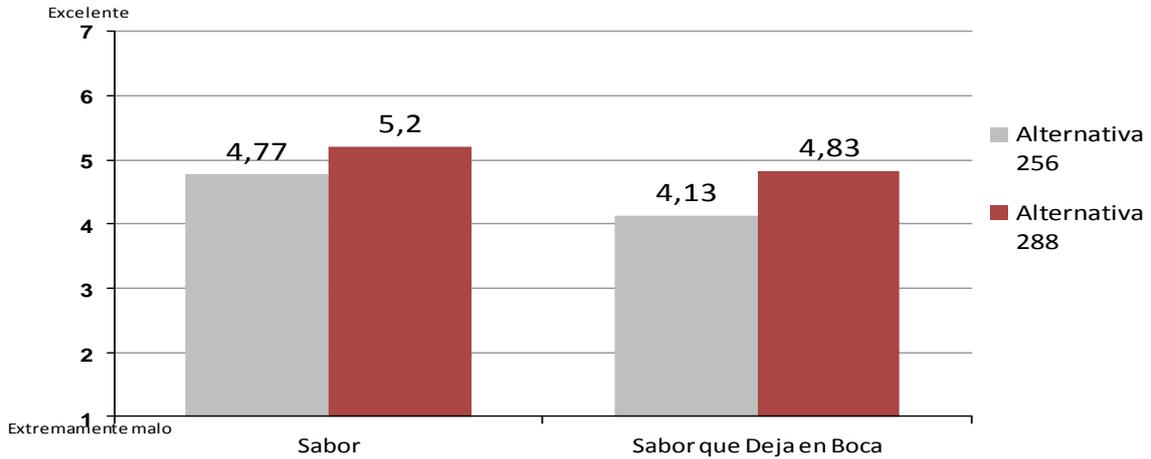


Gráfico. 15. Resultados, elección por sabor.

1. Análisis de la Distribución Porcentual.

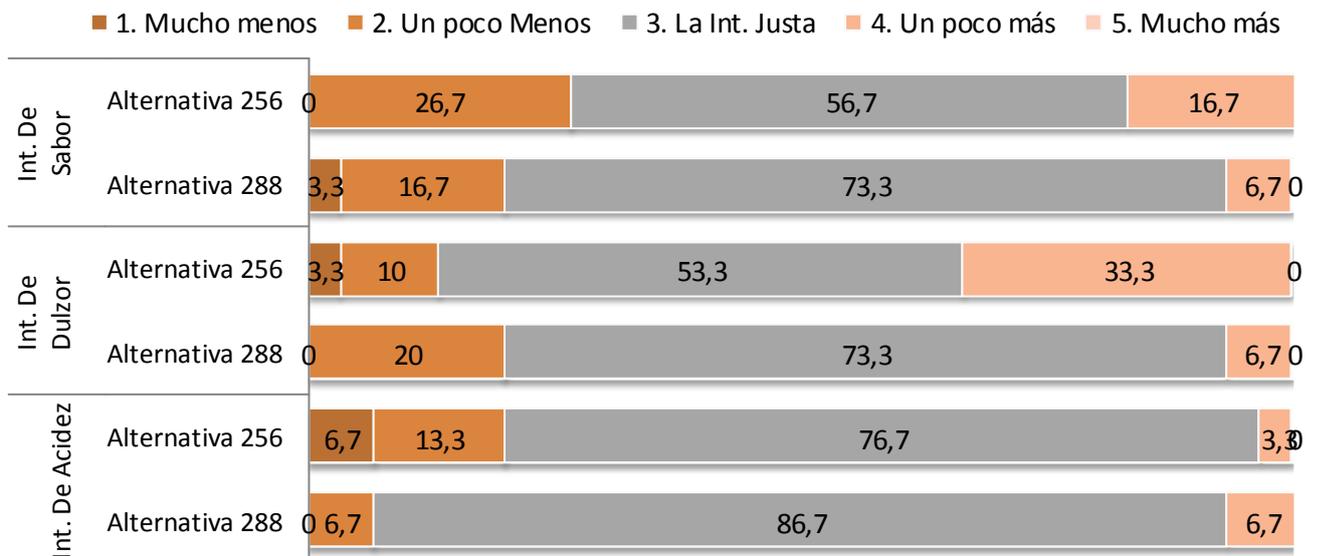


Gráfico. 16 Distribución porcentual, elección por dulzor, sabor y acidez.

1. Intención de Compra mediante el análisis de la distribución porcentual.

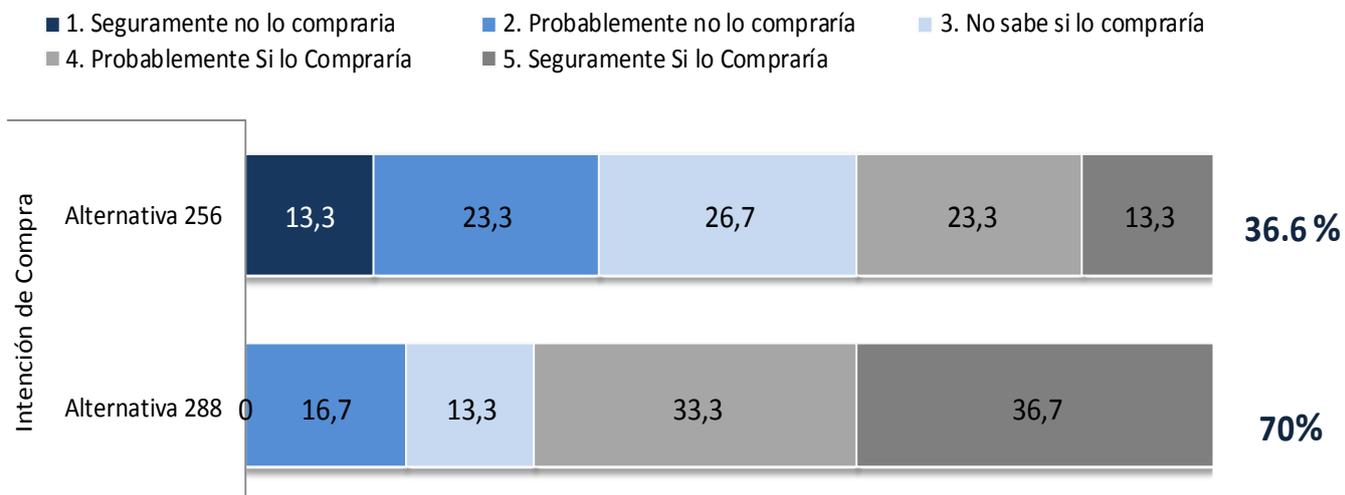


Gráfico. 17. Resultados, distribución porcentual sobre la intención de compra.

2. Preferencia comparativa



Gráfico. 18. Preferencia comparativa.

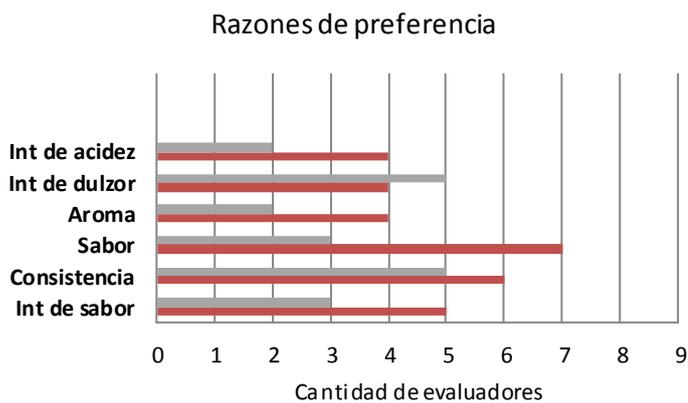


Gráfico.19. Razones de preferencia.

Conclusiones de la evaluación sensorial

Con respecto al sabor general sabor residual Gráfico 15, la alternativa 288 presenta calificaciones superiores en ambos atributos. La intensidad del sabor e intensidad de dulzor no presentan diferencias significativas en las variables. Sin embargo, la alternativa 288 presenta un mayor porcentaje de consumidores que califican dichos atributos en el ideal. La intensidad de acidez Gráfico16, presenta calificaciones muy similares; próximas al ideal esperado por los consumidores.

El 70 % de los encuestados dijo que Probablemente/Seguramente Si compraría la alternativa 288; mientras 36.6 % Probablemente/Seguramente Si compraría la alternativa 256. Existen diferencias significativas en el análisis para el presente atributo.

Como preferencia final Gráfico 18 y 19, la alternativa 288 fue elegida por el 73.3% de los consumidores, siendo así la muestra ganadora con diferencias significativas, respecto de la alternativa 256.

Con los valores obtenidos en esta evaluación pudo concluir que nuestro producto posee un nivel aceptable de dulzor y acidez y que el sabor de preferencia fue el que se usó en la alternativa 288, sabor Frutilla Código BU108923 Dosis 0.1% y un proceso de pasteurización de 95°C durante 15 segundos.

Proceso alternativo de UHT

La esterilización de un producto se consigue por su tratamiento térmico de tal forma que se mueran todos los microorganismos presentes en el mismo. Los productos esterilizados pueden mantener su calidad durante un período de tiempo bastante largo a temperatura ambiente. Por ello, muchas industrias lácteas distribuyen sus productos esterilizados a grandes distancias, con lo cual expanden sus mercados.

Con un producto que puede ser almacenado por largos períodos de tiempo sin estropearse y sin necesidad de ser refrigerado, las ventajas para el producto son muchas, tanto para el vendedor como para el consumidor. El productor, entre otras ventajas, puede alcanzar mercados más alejados geográficamente, simplificar sus entregas, utilizar menos vehículos de distribución y además más baratos, los camiones refrigerados suelen ser más costosos, además simplifican el almacenamiento.

Existen dos principales métodos de esterilización de fluidos líquidos, uno es dentro del envase mientras que el otro es un tratamiento ultra alta temperatura UHT. Se utilizan dos tipos de esterilizadores distintos para botellas y latas: autoclaves para la esterilización por cargas y torres hidrostáticas para dar continuidad al proceso. También hay dos sistemas de esterilización en el caso del tratamiento UHT, donde el fluido se esteriliza en flujo continuo procediéndose inmediatamente después a su llenado aséptico. Uno de estos métodos se basa en el principio de la inyección directa de vapor o de la infusión en vapor, mientras que el otro se hace por calentamiento indirecto en intercambiadores de calor.

En la esterilización dentro del envase en autoclaves, normalmente se precalienta a una temperatura de 80° C y se llena en botellas limpias y calientes. Las botellas se tapan y se colocan en una cámara de vapor donde son esterilizadas a una temperatura de unos 110-120° C durante 15-40 minutos. Pasado este tiempo, las botellas se enfrían y se sacan del autoclave, que se vuelven a llenar para repetir el proceso con nuevos envases. Lo mismo se hace en el caso de las latas. La esterilización por cargas en autoclave es una técnica que se utiliza con mas frecuencia

en productos sólidos enlatados que en los líquidos. El hecho de que la esterilización se realice una vez que el producto está envasado elimina la necesidad del manejo aséptico, pero, por otra parte, es necesario utilizar envases con materiales resistentes al calor.

En la torre hidrostática, los contenedores son transportados lentamente a través de diversas zonas de calentamiento y enfriamiento. Estas zonas se dimensionan de forma que se cumplan las temperaturas y tiempos de mantenimiento correspondiente a las diversas etapas. En muchos casos se preesteriliza en una instalación similar a una planta de UHT. Para ello se calienta el fluido a 137-140° C durante unos segundos y se enfría a 30-70° C, dependiendo del tipo de vidrio, se llena en botellas limpias y calentadas, para pasar de este modo a la torre hidrostática. Esta preesterilización se puede efectuar en una planta de tratamiento directo o indirecto. La última etapa del tratamiento no necesita ser tan fuerte como cuando se efectúa la esterilización en una única etapa, ya que su principal propósito es disminuir el número de esporas, con objeto de poder también bajar la carga térmica en esa segunda etapa.

En las modernas plantas de UHT, el producto se bombea a través de un sistema cerrado. En el camino recorrido se procede de forma sucesiva a su precalentamiento, esterilización, homogeneización, enfriamiento y llenado aséptico. La esterilización se realiza a 135-150° C durante unos pocos segundos, bien por el calentamiento indirecto o bien por inyección o infusión de vapor directo. Todos los componentes del sistema de la sección de esterilización deben ser de diseño aséptico para evitar riesgos de reinfecciones. En comparación con el sistema tradicional de torres de hidrostáticas, el tratamiento UHT ahorra tiempo, mano de obra, energía y espacio. El proceso de UHT se caracteriza por su rapidez y por afectar de forma menos apreciable al sabor.

El tratamiento térmico a veces fuerte que se sigue tiene por objeto la esterilización del producto. No es posible conseguir una esterilidad absoluta. No se puede conseguir la ausencia total de cualquier microorganismo vivo. Por ello se utiliza el término comercialmente estéril y se define como el producto libre de microorganismos que podrían crecer y contribuir al deterioro del producto.

Cambios en el Sabor y Color.

Cuando se mantiene a una temperatura alta durante un prolongado período de tiempo se producen ciertas reacciones químicas que dan origen a la formación de productos cuyo resultado final es el pardeamiento, reacciones de millar, también se adquiere un sabor a cocido o caramelo y se forman una cantidad importante de sedimentos, causando una disminución en la producción debido al ensuciamiento de las placa de los intercambiadores de calor. Estos defectos son eliminados en gran medida si la esterilización se realiza a altas temperaturas en periodos cortos de tiempo. Es importante que la combinación de tiempo y temperatura sea elegida de forma que consiga una destrucción satisfactoria de las esporas y que al mismo tiempo, el daño del producto por el calor sea el mínimo.

En la Figura 14, muestra la relación existente entre el efecto de esterilización y la reacción de pardeamiento. La línea de trazo continuo 1 representa el límite inferior de las combinaciones tiempo/temperatura que hacen que la leche pardee. La línea 2 es el límite inferior de las combinaciones necesarias para conseguir una esterilización completa (destrucción de esporas termófilas). La zona de esterilización de leche en sus envases y la zona de esterilización por el sistema UHT se marcan en la mencionada figura. Esta muestra que mientras los dos métodos tienen el mismo efecto de esterilización, hay una gran diferencia en los cambios químicos que pueden producir reacciones de pardeamiento y destrucción de vitaminas y aminoácidos. La razón es que el grado de destrucción de bacterias es de 2000 veces mayor que el grado en los cambios químicos cuando se opera a temperaturas UHT. A temperaturas inferiores, la diferencia es mucho más pequeña. Esta es la razón por la que la leche UHT sabe mejor y tiene un valor nutricional más alta que la esterilizada en torre.

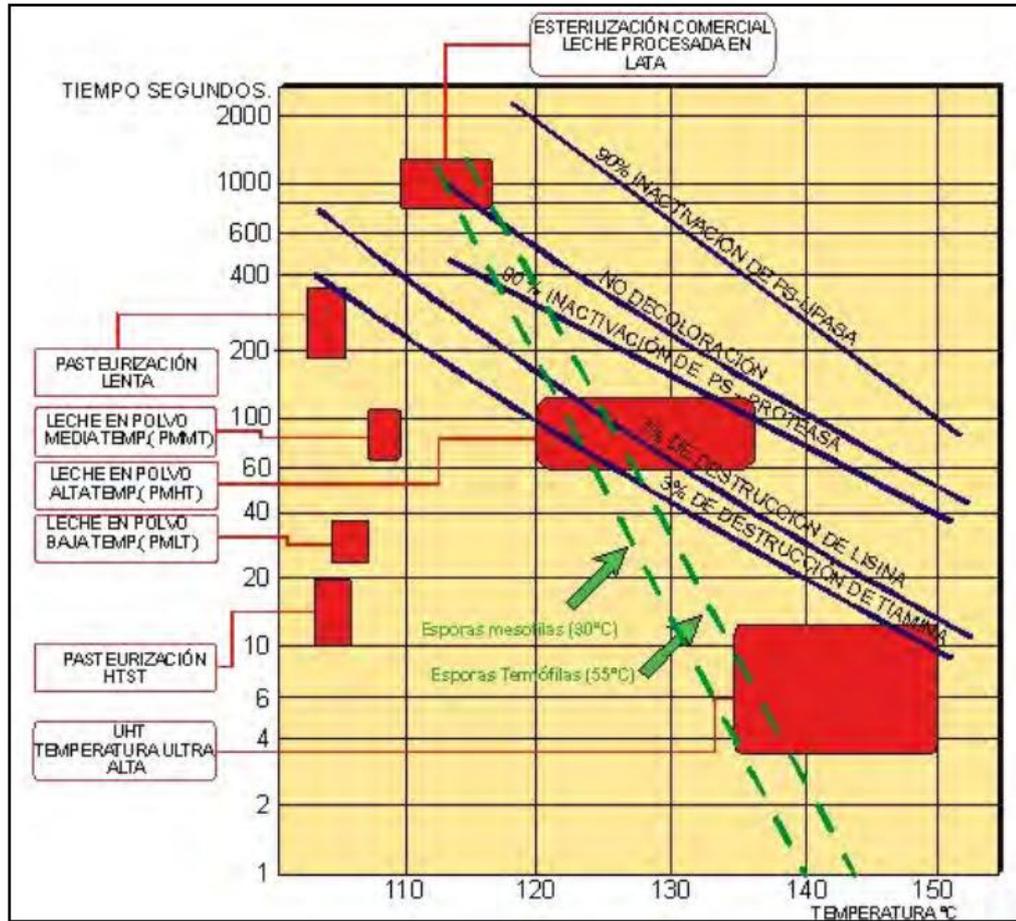


Figura 14. Gráfico Kessler, tiempo-temperatura para los procesos de Pasteurización (HTST), Larga vida (UHT), Pasteurización lenta, Esterilización comercial (leche procesada en lata) y Leches deshidratadas (leches en polvo); mostrando las líneas límite para la destrucción de esporas, enzimas, aminoácido lisina, vitamina B y nutrientes termolábiles.

Cálculo de la letalidad del proceso

El microorganismo formador de esporas bacterianos mas importante con respecto al tratamiento térmico es el Clostridium botulinum ya que produce un potente neurotóxica. El microorganismo aparece en siete serotipos diferentes A-G que se dividen en cepas proteolíticas no proteolíticas. Los de mayor significación son los serotipos A, B E. Las esporas más resistentes al calor son los producidos por el tipo A

y las cepas proteolíticas B, los esporos del serotipo E son considerados menos resistentes que los A y B. Universalmente se ha tomado el valor D 121.1°C del Clostridium botulinum como 0.21 min y un valor z de 10°C. Con este dato se calcula el valor de esterilización teórico par un tratamiento de 125°C.

$$\log(Fo_T) = \log(Fo_{T_{ref}}) + \frac{(T_{ref} - T)}{z}$$

$$\log(Fo_{125^{\circ}C}) = \log(Fo_{121.1^{\circ}C}) + \frac{121.1^{\circ}C - 125^{\circ}C}{10^{\circ}C}$$

$$Fo_{125^{\circ}C} = 10^{\log(0.21 \text{ min}) + \frac{121.1^{\circ}C - 125^{\circ}C}{10^{\circ}C}}$$

$$Fo_{125^{\circ}C} \approx 0.14 \text{ min}$$

El equipo, es un equipo continuo con un caudal constante de 100 litros/hora, cada intercambiador es de la marca APV Type U209HY, están compuestos por 21 placas y configurados como se observa en la figura 16. Cada placa tiene la capacidad volumétrica de 15.75 cm³ siendo 11 el número de placas para cada intercambiador por donde pasa el producto, el tiempo aproximado que la bebida permanece en el intercambia calor para llegar a la temperatura deseada va ser de 6.24 segundos

aproximadamente.

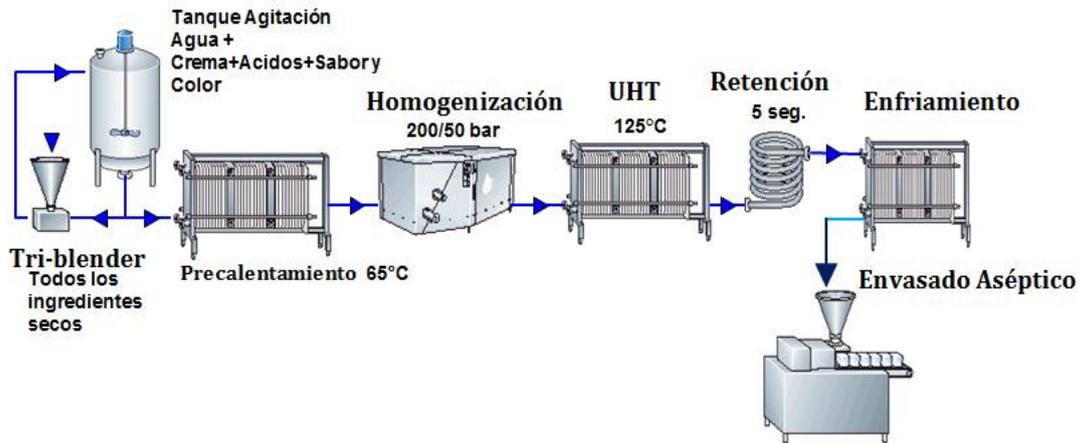


Diagrama 10. Elaboración UHT.

$$q = 100000 \text{ cm}^3 \text{__} 60 \text{ minutos}$$

$$15.75 \text{ cm}^3 \times 11 \text{ placas} \text{__} 0.104 \text{ minutos}$$

$$\text{tiempo en el intercambiador} = 6.24 \text{ segundos}$$

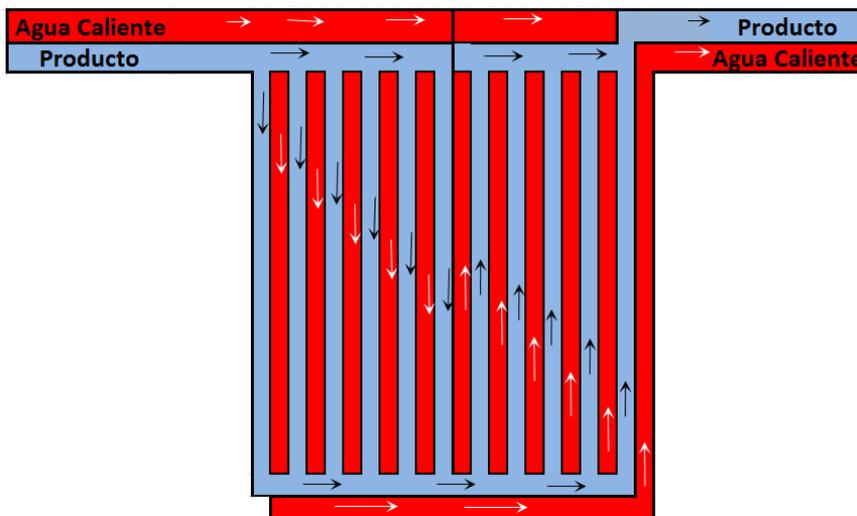


Figura 15. Flujo del producto y agua en un intercambiador de placas.

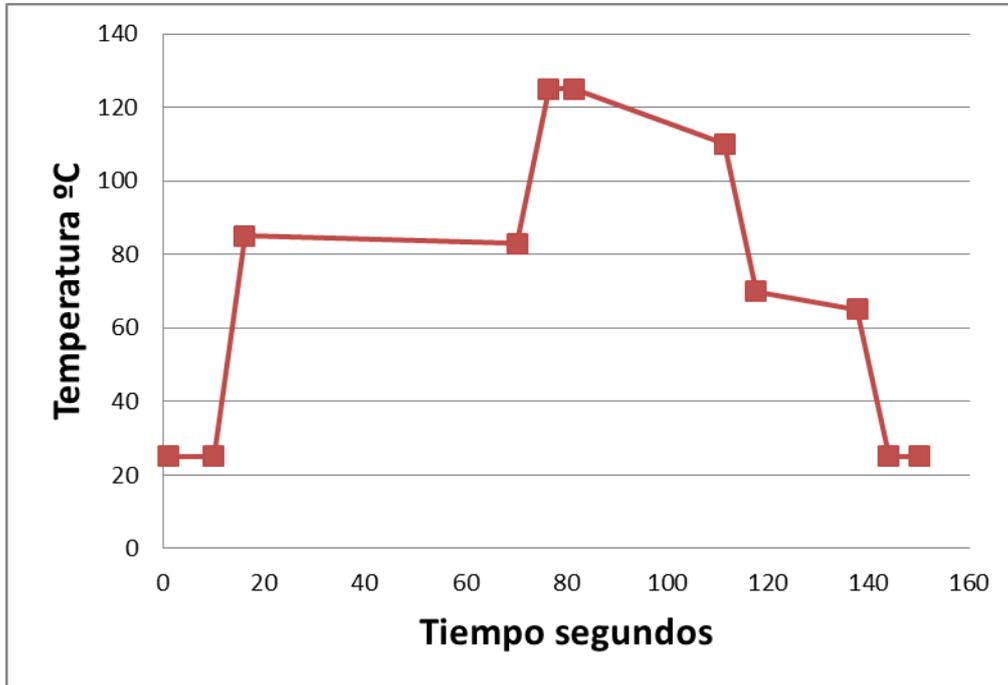


Gráfico 20. Tratamiento uht utilizando el equipo Scandinox

Valor Z (°C):	10,0	
Tiempo (s)	Temperatura (°C)	Letalidad
1	25	0,000
10	25	0,000
16,24	85	0,000
70,24	83	0,000
76,48	125	2,455
81,48	125	2,455
111,48	110	0,078
117,72	70	0,000
137,72	65	0,000
143,96	25	0,000
150	25	0,000

Tabla 23. Tratamiento térmico del proceso.

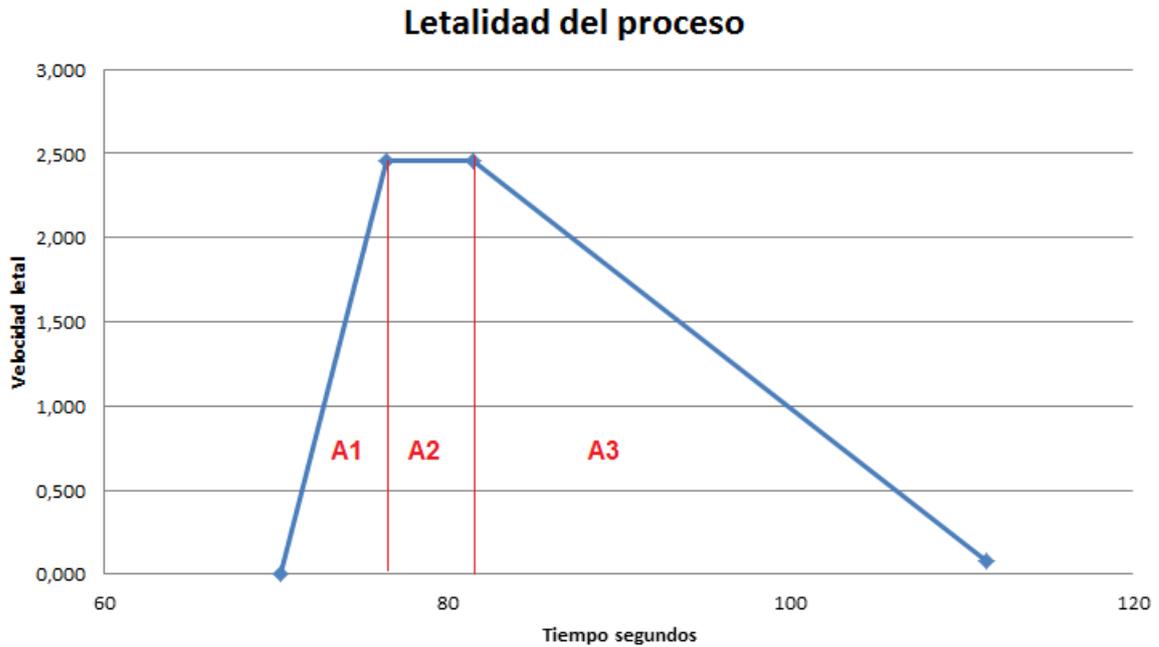


Gráfico 21. Letalidad del proceso

$$F_0 = A_1 + A_2 + A_3$$

$$F_0 = \frac{\int_{0s}^{6,24s} L dt}{2} + \int_{6,24s}^{11,24s} L dt + \frac{\int_{11,24s}^{41,24s} L dt}{2}$$

Siendo $L=2,445$

$$F_0 = \frac{6,24 * 2,455}{2} + (11,24 - 6,24) * 2,455 + \frac{(41,25 - 11,25) * 2,455}{2}$$

$$F_0 = 56,76 s \sim 0,94 min$$

La letalidad acumulada para el proceso es de aproximadamente 0.94 minutos, la cual asegura la calidad del producto. Ya que este valor es superior a la letalidad teórica. Además esta bebida al poseer un pH entre 4.3-4.6 se lo considera un producto ácido por lo tanto ofrece mayor seguridad pero hay que tener en cuenta el ataque de los hongos que generalmente pueden estar presentes en el envase o durante la manipulación de los productos pueden consumir ácido durante el almacenamiento,

aumentando el pH y creando condiciones para el desarrollo de los esporas del Clostridium botulinum.

Características microbiológicas

El yogurt deberá responder a las siguientes exigencias microbiológicas.

1. Estar exento de gérmenes patógenos y/o toxicogénicos. Esta exigencia no se dará por cumplida si presenta:
 1. Bacterias coliformes totales: mayor de 10/g. **FIL 73A:1985.**
 2. Escherichia Coli, presencia en 1 g. **ICMSF (1983)**
 3. Staphylococcus aureus caogulasa positiva, presencia en: 1g. **FIL 60AS1978.**
 4. Mohos y levaduras: Max. 50/g. **FIL 94B:1990**

Ya que nuestro proyecto no es considerado como un yogurt no va a poseer las mismas exigencias microbianas que este.

La bebida acida ha sufrido una esterilización industrial con el objetivo de asegurar la conservación y buena calidad comercial durante un período suficientemente largo, con ausencia de microorganismos perniciosos para la salud del consumidor, ausencia de toxinas y por último ausencia de todo microorganismo capaz de proliferar en el alimento. Para demostrar esto, se realizó la metodología analítica de alimentos enlatados o conservar BAM-AOAC(1995) de modo que se asemeja a las especificaciones necesarias para garantizar la inocuidad de nuestro proyecto.

Determinaciones

1° Parte

Ensayo de incubación

El ensayo de incubación solo se realiza en envases no hinchados. Se separa el lote en dos grupos. Incubar un grupo a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y el otro a $55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, ambos durante 10 días. Foto 19.

2° Parte

Control de pH

Determinar el pH del producto. De acuerdo a su pH, se clasifica como de baja acidez ($\text{pH} > 4.6$) o ácido ($\text{pH} \leq 4.6$).

Como el producto posee un pH menor a 4.6, se toman 10 ml y se adicionan 90 ml de agua de peptona 0.1% si se homogeniza en Stomacher. Se inoculan 10 ml de la dilución de 10-1, realizada a cada envase (correspondientes a 1 gramo de producto), en cada uno de:

1. 8 tubos con Caldo ácido doble concentración (CA). Luego de sembrados, se agrega un los tubos para bacterias anaeróbicas mesófilas una capa de vaspar y en los tubos para bacterias anaerobias termófilas una fina capa de vaspar y luego de solidificado un tapón de agar SPS.
2. 2 tubos con caldo extracto de malta doble concentración (EM).

Y se incuban los tubos de la siguiente manera:

Investigación por gramo	Medio de cultivo	Cantidad de tubos	Temperatura de incubación	Tiempo de incubación
Bacterias aerobias mesófilas	Caldo Ácido	2	30°C ± 1°C	5 días
Bacterias aerobias termófilas	Caldo Ácido	2	55°C ± 1°C	2 días
Bacterias anaerobias mesófilas	Caldo Ácido (con vaspar)	2	30°C ± 1°C	5 días
Bacterias anaerobias termófilas	Caldo Ácido (con vaspar)	2	55°C ± 1°C	2 días
Hongos y levaduras	Extracto de malta	2	30°C ± 1°C	4 días

Tabla 24. Formas de incubación según tipo de microorganismo.

Para todos los ensayos de investigación de microorganismos el resultado se debe expresar como presencia o ausencia de desarrollo. En la práctica obtuvimos ausencia de desarrollo microbiano en todas las determinaciones por lo tanto podemos afirmar que se realizó un adecuado tratamiento térmico y se obtuvo una esterilidad comercial en nuestra bebida.



Foto 19. Ensayo de incubación.



Foto 20. Yogurt Yogurísimo luego de 72hs a 37°C.

Vida útil

La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción-ensado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones de conservación. El fin de la vida útil en los alimentos puede deberse a, que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor o porque las propiedades sensoriales se hayan deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos.

La determinación oportuna y objetiva de la "vida útil" de los productos le permitirá a los empresarios evitar pérdidas por devolución, ampliar su mercado nacional y de exportación, la confianza del consumidor.

A pesar de los avances en la ciencia y la tecnología de alimentos, los productos alimenticios tienen una vida útil finita. Por lo tanto, existen indicadores de que la vida útil de un producto ha llegado a su fin. Entre estos pueden hallarse los siguientes: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad.

Para iniciar un estudio de vida útil de la bebida UHT fue necesario averiguar los cambios negativos que puede sufrir el producto. A partir de tal conocimiento, se seleccionaron aquellas mediciones que indicaron que un componente tuvo una disminución en su concentración inicial o un deterioro.

El ensayo consistió en luego de envasar la bebida UHT, dejarla en reposo y a temperatura ambiente con el objetivo de poder compararla con un producto que se encuentra en una góndola de supermercado.

En la Foto21, se puede observar con claridad cómo el producto fue perdiendo en color inicial, pero este no es un parámetro del todo correcto para definir la vida útil del ensayo ya que, las botellas de PET transparente no son las ideales ya que permiten el paso de la luz lo cual podría ser la razón de la pérdida de color.



Foto 21. Bebida Acida a temperatura ambiente. 1) 0 Días, 2) 15 Días, 3) 30 Días, 4) 60 Días, 5) 120 Días, 6)180 Días.

Respecto a los análisis microbiológicos, se realizaron pruebas pasados los 180 días y no se encontraron indicios de contaminación. Pero al realizar una evaluación sensorial, mas específicamente pruebas de triángulo, se determinó que pasados los 120 días se comienzan a percibir sabores no deseados generados principalmente por enranciamiento de la grasa presente o bien la degradación de proteínas, sumado a la pérdida del sabor.

En base a los análisis realizados se decidió otorgarle una vida útil de 180 días a la bebida ácida que sufrió un tratamiento UHT, incrementando de esta forma cuatro veces la vida útil comparando con un yogurt convencional.

Cabe destacar que la determinación de la vida útil es variable, depende del producto y de la condiciones de elaboración, la vida útil de un producto elaborado en la una planta piloto será distinto al elaborado en una industria.

Otro punto importante a analizar y mejorar es el envase. El envasado constituye un factor determinante en el éxito o fracaso del producto, cuando se utiliza en máquinas de llenado semiautomáticas o automáticas. Ésta también es definida por un buen dispensado en máquina, buena sellabilidad, nivel de llenado adecuado y resistencia a condiciones de almacenamiento y transporte. Dependiendo del material con el cual se elabore el empaque, se protege al producto de factores externos como la humedad, el oxígeno y elementos contaminantes, en mayor o menor grado. En el caso de los plásticos, la permeabilidad constituye uno de los factores claves a evaluar en el material. El Polipropileno, por ejemplo, absorbe menos agua que el Poliestireno y el PET. Por otra parte, cuando los productos requieren una larga vida útil se utilizan estructuras de multicapas, las cuales se componen de materiales como polietileno, aluminio, cartón, tereftalato de polietileno PET. Estos se unen mediante adhesivos especiales.

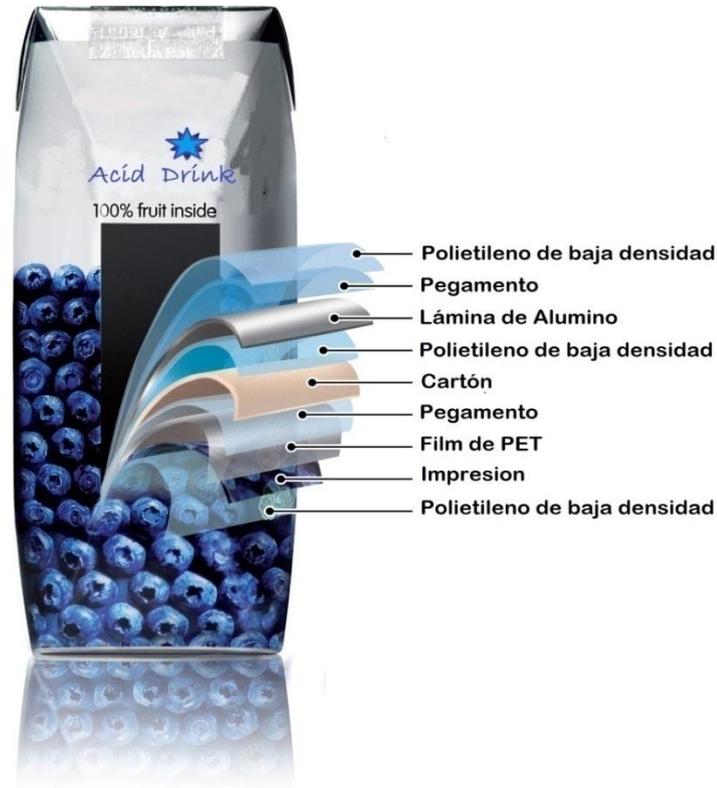


Figura 16. Envase multilaminado.

El polietileno interior previene el contacto con el producto con las otras capas del material de envase. La capa de aluminio que actúa como barrera contra la luz y el oxígeno, es la capa más importante del envase y la que marca la diferencia. Gracias a este material, los alimentos permanecen completamente protegidos del entorno. Luego hay una capa de polietileno que permite la adhesión entre el cartón y la capa de aluminio. El cartón es la capa que le da forma, estabilidad y rigidez al envase. Sobre esta capa es donde se realiza la impresión del diseño gráfico de cada producto. Para finalizar, la última capa de polietileno impermeabiliza el envase y protege los alimentos de la humedad atmosférica externa. Este sistema de multicapas en el envasado otorga mejores barreras físicas para la protección del producto y permite extender aún más la vida útil.

Calidad en el Proceso de Elaboración

Estudio de Puntos Críticos de Control

Un Punto de Control Crítico (PCC) es un punto, operación o etapa que requiere un control eficaz para eliminar o minimizar hasta niveles aceptables un “peligro para la seguridad alimentaria”. Para poder determinar los PCC se precisa un modo de proceder lógico y sistematizado, como el uso de un árbol de decisiones, el cual está formado por una secuencia de preguntas hechas para determinar si un punto de control es PCC o no lo es. En cada una de las etapas, el árbol de decisiones, se debe aplicar a cada uno de los peligros identificados y a sus medidas preventivas.

Si se determina la existencia de un peligro en una fase y no existe ninguna otra medida preventiva que permita controlarlo, debe realizarse una modificación del producto o proceso que permita incluir la correspondiente medida preventiva.

A continuación el árbol de decisión de PCC:

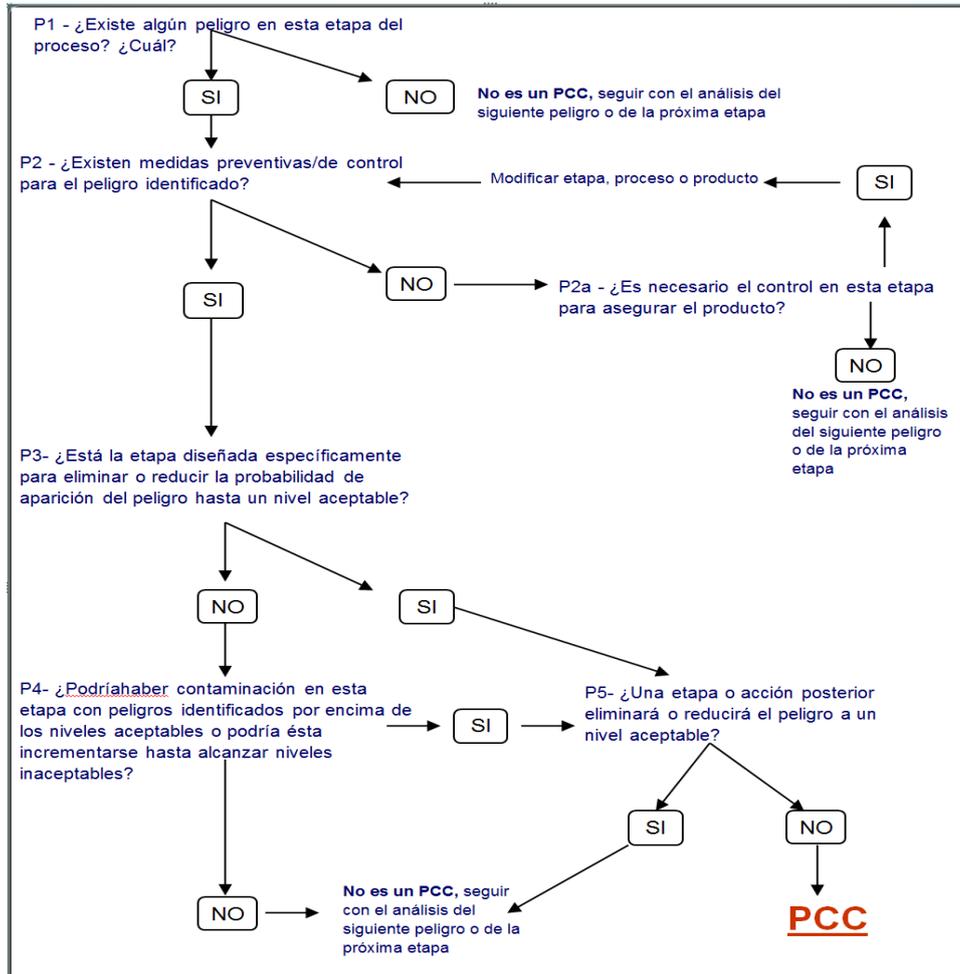


Figura 17. Árbol de decisión de PCC. Fuente: Cátedra de Calidad Alimentaria, UADE

Etapa	Peligro	P1	P2	P3	P4	P5	PCC
Recepción de materias primas	Formación de microorganismos, deficiente control de humedad y temperatura	SI	SI	NO	SI	SI	NO
Recepción de materias primas	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	-	SI	NO
Ingreso de agua de proceso	Microorganismos patógenos (<i>E. coli</i>)	SI	SI	NO	SI	SI	NO
Ingreso de agua de proceso	Compuestos químicos	SI	SI	NO	NO	-	NO
Filtro de agua	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	NO	SI	SI	NO
Mezclado de ingredientes	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	NO	SI	NO
Acidificación y agregado de sabor y color	Baja o sobre dosis	SI	SI	SI	-	NO	SI
Homogenización	Presencia de cuerpo extraño	SI	SI	SI	NO	SI	NO

Tratamiento térmico	Microorganismos patógenos	SI	SI	SI	-	NO	SI
Almacenado	Presencia microorganismos	SI	SI	NO	NO	-	NO

Tabla 25. Estudio de los PCC del proceso productivo.

Como se observa en la Tabla 25, el proceso actual de elaboración de bebida acidificada cuenta con dos PCC, y las otras siete etapas del proceso se serán consideradas PC (puntos de control).

A continuación se detalla como reducir los riesgos en los puntos de control.

1. Recepción de materia prima: en esta etapa los mayores riesgos son la formación de microorganismos no deseados y la presencia de cuerpos extraños. La principal causa de es un mal control de la humedad y temperatura del ambiente ya que la mayoría de las materias primas son polvos que poseen baja humedad, al aumentarla se le estaría brindando a los microorganismos el ambiente ideal para su crecimiento. La crema es la única materia prima que va a necesitar temperatura de refrigeración 5°C para evitar su degradación.

Ya que las materias primas son ajenas a la empresa el primer punto para evitar riesgos es contar con proveedores de calidad, verificar siempre la fecha de vencimiento y que la recepción se realice según las especificaciones de cada materia prima, es decir nunca recibir insumos fuera de sus especificaciones técnicas.

Para el control de la humedad y temperatura es necesario tomar y llevar un registro de las mediciones.

En esta etapa cuando hablamos de cuerpos extraños, nos referimos a plagas o bien excremento de roedores, para evitarlo debemos contar con un sistema de medidas

preventivas. Una solución sería contar con una empresa externa que se encargue del control de plagas, es importante que se registre la frecuencia y los químicos utilizados.

2. Ingreso de agua de proceso: Uno de los peligros que podemos encontrar en esta etapa son concentraciones no deseadas de componentes químicos, principalmente cloro, amonio, variaciones en el pH, metales como cobre, cromo, níquel, hierro, plomo y contaminaciones microbiológicas. Para evitar estos riesgos el proveedor de agua debe ser confiable y entregar los análisis físico químicos y microbiológicos del agua mensualmente.

3. Filtro de agua: El filtro de agua es considerado una barrera física para evitar el paso de componentes extraños, desde pequeños sedimentos como el limo hasta pequeñas algas que suelen crecer en las cañerías. Este riesgo se puede evitar con una limpieza y recambio periódico del mismo.

4. Mezclado de ingredientes y homogenización: Hay riesgos como lo son los cuerpos extraños, principalmente pequeños metales que forman parte de los equipos que se desprenden por un uso inadecuado y una falta de mantenimiento.

5. Almacenado: El almacenado del producto final se realiza en una cámara con temperaturas entre 2-7°C, el aumento o disminución de este rango de temperatura puede alterar aspectos físicos y biológicos del producto final. Lo ideal para llegar controlar este punto es llevar un registro de la temperatura de la cámara, mediante un Datalogger, un instrumento de medición portable que registra y almacena mediciones ambientes de temperatura en un período de tiempo.

Como únicos puntos críticos de control en el proceso de elaboración de la bebida ácida se consideran la etapa de acidificación y la de tratamiento térmico. Con respecto a la etapa de acidificación el agregado de ácido por exceso ocasionaría una No Conformidad en cuanto a parámetros organolépticos pero sin representar un riesgo para la salud al momento de consumir el producto, pero de lo contrario, es decir el

agregado por defecto no solo ocasionará una No Conformidad del producto sino que el medio no será ácido y de esta forma incrementan los riesgos microbiológicos. Para controlar esta etapa es fundamental poseer personal capacitado, balanzas calibradas, phmetro calibrado, ácidos bien rotulados y en buen estado de almacenaje.

Para finalizar, el PCC de mayor importancia es del tratamiento térmico, en esta etapa la combinación de tiempo y temperatura permitirán reducir e eliminar todo peligro microbiológico a un nivel aceptable. Para que este PCC se cumpla es necesario tener personal capacitado, instrumentos de medición de temperatura (PT-100) y de tiempo calibrados mensualmente, además de llevar un registro durante la producción y la calibración del equipo.

LEGISLACIÓN DE LA BEBIDA ÁCIDA

De acuerdo a la legislación actual de la República Argentina, el producto desarrollado en este Proyecto no puede ser denominado ni tener elementos que sugieran que el producto es un yogurt. A continuación se cita el artículo del Código Alimentario Argentino en donde se detalla esta limitación.

CAA Capítulo VIII Alimentos Lácteos

-Artículo 576 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006).

1) Definiciones:

Se entiende por Leches Fermentadas los productos, adicionados o no de otras sustancias alimenticias, obtenidos por coagulación y disminución del pH de la leche o leche reconstituida, adicionada o no de otros productos lácteos, por fermentación láctica mediante la acción de cultivos de microorganismos específicos. Estos microorganismos específicos deben ser viables, activos y abundantes en el producto final durante su período de validez.

1.1) Se entiende por Yogur o Yoghurt o Iogurte, en adelante Yogur, el producto incluido en la definición 1) cuya fermentación se realiza con cultivos protosimbóticos de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* a los que en forma complementaria pueden acompañar otras bacterias acidolácticas que, por su actividad, contribuyen a la determinación de las características del producto terminado.

No obstante encontramos que si al yogurt se le decide hacer un tratamiento térmico al final del proceso eliminando toda la flora para aumentar su tiempo de vida en anaquel, este tampoco se lo podría llamar yogurt.

-Artículo 577 tris - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 33/2006 y N° 563/2006)

“Los productos que respondan a las características y exigencias consignadas en el artículo 576, que hayan sido tratados térmicamente después de la fermentación y que no contengan flora láctica viable, deberán ser rotulados “Producto lácteo sin flora láctica activa”, con caracteres de igual tamaño, realce y visibilidad.

No podrán ser utilizadas las palabras Yogur o Yoghurt o Iogurte o Leche Fermentada o Leche.

Cultivada o Leche Acidófila o Leche Acidofilada o Kefir o Kumys o Cuajada o Coalhada o similar en su denominación.”

Para casos como este Proyecto donde el producto no se ve reflejado en ningún capítulo de CAA, se lo deberá incluir en el capítulo I, Art. 3.

CAA Capítulo I Disposiciones Generales

-Artículo 3 - (Resolución Conjunta SAGPyA y SPyRS N° 187 y N° 048, 4.05.00).

"Todo proceso de elaboración que implícitamente no figure en el presente Código será lícito si no introduce elementos extraños o indeseables, o no altera el valor nutritivo o aptitud bromatológica de los alimentos terminados de que se trate.

Todo alimento elaborado y no definido por el presente Código, incluidos los alimentos para regímenes especiales, podrá registrarse solamente después de su aceptación por la Autoridad Sanitaria Nacional, a la que se elevarán certificados y monografías para su evaluación, la que los autorizará siempre que sus materias primas, ingredientes, aditivos agregados en las proporciones admitidas, materiales en

contacto con los mismos, procesos de elaboración y aptitud bromatológica respondan a las exigencias de este Código.

En todos los casos la Autoridad Sanitaria Nacional deberá expedirse dentro del plazo de Veinte

(20) días. Vencido el referido plazo sin mediar pronunciamiento de dicha Autoridad, la

Autoridad Sanitaria Provincial o del Gobierno Autónomo de la Ciudad de Buenos Aires procederán, de corresponder, a otorgar la pertinente autorización".

Con respecto al uso de aditivos alimentarios para productos lácteos especialmente para yogures el CAA propone la siguiente tabla con las dosis permitidas. En algunos aditivos como concentración máxima aparece la sigla q.s. esta es un término abreviado de Quantum Satis que significa la cantidad adecuada y viene a decir: *añade cuanto sea necesario de un ingrediente para que sea alcanzado el efecto deseado, pero no se añada más si se considera demasiado.*

Aditivo	Función	Conc. Máx. en el Producto Final
Aromatizantes/Saborizantes	Aromatizante/Saborizante	q.s
Carotenos, extractos naturales INS 160 a (ii)	Colorante	50 mg/kg
Bixina, Norbixina, Urucu, Annato, Rocu INS 160 b	Colorante	9,5 mg/kg como norbixina
Beta caroteno sintético idéntico al natural INS 160 a (i)	Colorante	50 mg/kg
Carmín, Acido carmínico, Cochinilla INS 120	Colorante	100 mg/kg como ác. Carmínico
Riboflavina INS 101(i) Riboflavina 5' Fosfato de Sodio INS 101(ii)	Colorante	30 mg/kg
Rojo de remolacha INS 162 Caramelo I Simple INS 150(a) Caramelo II Proceso Sulfito Cáustico INS 150(b) Caramelo III Proceso Amonio INS 150(c) Caramelo IV Proceso Sulfito Amonio INS 150(d)	Colorante	q.s.
Clorofila INS 140 i	Colorante	q.s.
Cúrcuma o curcumina INS 100	Colorante	80 mg/kg
Azorubina INS 122 Rojo Punzó 4R INS 124 Amarillo ocaso, Amarillo Sunset INS 110 Azul Patente V INS 131 Indigotina, Carmín de Indigo INS 132 Azul Brillante FCF INS 133 Verde Indeleble, Verde Rápido, Fast Green INS 143 Rojo 40, Rojo Allura AC INS 129	Colorante	50 mg/kg.
Clorofila Cúprica INS 141 i Clorofilina Cúprica INS 141 ii	colorante	50 mg./kg. Expresado en clorofila
Carboximetilcelulosa sódica INS 466 Metil celulosa INS 461 Metiletil celulosa INS 465 Hidroxipropilcelulosa INS 463 Carragenina (incluye Furcellaran y sus sales de sodio y potasio), Musgo irlandés INS 407 Goma Guar INS 412 Goma Garrofin, Caroba, Algarrobo, Jatai INS 410 Goma Xantica, Xantano, de Xantano INS 415 Goma Karaya, Sterculia, Caraya INS 416 Goma Arábica, Acacia INS 414 Goma Tragacanto, Adragante INS 413 Goma Gellan INS 418 Goma Konjac INS 425 Agar INS 406 Acido alginico INS 400 Alginato de amonio INS 403 Alginato de calcio INS 404 Alginato de potasio INS 402 Alginato de sodio INS 401 Alginato de propilenglicol INS 405 Celulosa microcristalina INS 460i	Espesante/estabilizante	5 g/kg solos o combinados
Pectina y pectina amidada INS 440 Gelatina	Espesante/estabilizante	10 g/kg solos o combinados
Acidos cítrico INS 330 Acido láctico INS 270 Acido málico INS 296 Acido tartárico INS 334	Acidulante	q.s. 5g/kg

Tabla 26. Aditivos para productos lácteos.

EVALUACION DE COSTOS

Una vez desarrollada la formulación y el proceso adecuado de ésta bebida ácida, se realizaron los cálculos necesarios para obtener aproximadamente los costos de fabricación, analizando los costos fijos y variables que acarrearía este producto en una planta y compararlos con la producción de un yogurt clásico bebible.

El cálculo de los costos del presente informe se basó en la Teoría General del Costo (García, 2005). El modelo de costeo utilizado 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 bebida ácida, y otra de yogurt bebible. A través del modelo de absorción se obtuvo el costo de elaborar una bebida ácida y un yogurt bebible, envasados en botellas 200 gramos de capacidad y una producción mensual de 1.000.000 de unidades.

	Costo Variable de Producción (\$/envase)	Costo Fijo de Producción (\$/envase)	Costo Total de Producción (\$/envase)	Costo Total de Producción Mensual (\$/mes)
Yogurt Bebible	1,65684	2,325469444	3,982309444	3982309,444
Bebida Ácida	0,996126667	2,311427778	3,307554444	3307554,444

Tabla 27. Costos de fabricación de un Yogurt Bebible y nuestra Bebida Ácida

Se pudo comprobar que los costos variables de la producción de este Proyecto es un 65% más económico que la producción de un yogurt bebible tradicional, a demás se observa un ahorro de \$6000 mensuales en costos de producción y un total \$ 674.755.

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: [costos tesis bebida acida.xlsx](#) y [costos tesis yogurt.xlsx](#).

Yogurt bebible							
Factor	Componente Físico		Componente monetario		Cs.Unit/Botella		1000000
							Costo total (\$/mes)
Leche	0,18856	Kg/botella	5	\$/kgL	0,9428	\$/ botella	\$ 942.800,00
Azucar	0,002	Kg/botella	5	\$/kgL	0,01	\$/ botella	\$ 10.000,00
Crema 44% Grasa	0,004	Kg/botella	20	\$/kgL	0,08	\$/ botella	\$ 80.000,00
Leche en polvo	0,003	Kg/botella	36	\$/kgL	0,108	\$/ botella	\$ 108.000,00
Fermento	0,00004	Kg/botella	1	\$/kgL	0,00004	\$/ botella	\$ 40,00
Pectin	0,0004	Kg/botella	100	\$/kgL	0,04	\$/ botella	\$ 40.000,00
Almidón de maiz	0,0024	Kg/botella	15	\$/kgL	0,036	\$/ botella	\$ 36.000,00
Color	0,0002	Kg/botella	3,333333333	\$/kgL	0,000666667	\$/ botella	\$ 666,67
Sabor	0,0004	Kg/botella	33,33333333	\$/kgL	0,013333333	\$/ botella	\$ 13.333,33
Tapa metalizada	1	unidad/botella	0,05	\$/unidad	0,05	\$/ botella	\$ 50.000,00
Etiqueta termocontraible	1	unidad/botella	0,05	\$/unidad	0,05	\$/ botella	\$ 50.000,00
Botella	1	unidad/botella	0,2	\$/unidad	0,2	\$/ botella	\$ 200.000,00
					1,53084	\$/ botella	\$ 1.530.840,00

Bebida acidificada							
Factor	Componente Físico		Componente monetario		Cs.Unit/Botella		1000000
							Costo total (\$/mes)
Azucar	0,014	Kg/botella	5	\$/kgL	0,07	\$/ botella	\$ 70.000,00
Crema 44% Grasa	0,0052	Kg/botella	20	\$/kgL	0,104	\$/ botella	\$ 104.000,00
Lacprodan 35	0,01	Kg/botella	18,75	\$/kgL	0,1875	\$/ botella	\$ 187.500,00
Nutrilac YO-8075	0,003	Kg/botella	25	\$/kgL	0,075	\$/ botella	\$ 75.000,00
Almidón de maiz	0,003	Kg/botella	15	\$/kgL	0,045	\$/ botella	\$ 45.000,00
Pectina 783	0,0004	Kg/botella	25	\$/kgL	0,01	\$/ botella	\$ 10.000,00
Maltodextrina	0,005	Kg/botella	10	\$/kgL	0,05	\$/ botella	\$ 50.000,00
Goma Guar	0,00005	Kg/botella	50	\$/kgL	0,0025	\$/ botella	\$ 2.500,00
Goma Xantica	0,00005	Kg/botella	75	\$/kgL	0,00375	\$/ botella	\$ 3.750,00
Sabor	0,0002	Kg/botella	33,33333333	\$/kgL	0,006666667	\$/ botella	\$ 6.666,67
Acido citrico	0,0006	Kg/botella	25,3	\$/kgL	0,01518	\$/ botella	\$ 15.180,00
Acido láctico	0,0002	Kg/botella	12,65	\$/kgL	0,00253	\$/ botella	\$ 2.530,00
Color	0,0004	Kg/botella	10	\$/kgL	0,004	\$/ botella	\$ 4.000,00
Tapa metalizada	1	unidad/botella	0,05	\$/unidad	0,05	\$/ botella	\$ 50.000,00
Etiqueta termocontraible	1	unidad/botella	0,05	\$/unidad	0,05	\$/ botella	\$ 50.000,00
Botella	1	unidad/botella	0,2	\$/unidad	0,2	\$/ botella	\$ 200.000,00
					0,876126667	\$/ botella	\$ 876.126,67

yogurt bebible							
Factor	Componente Físico	Componente monetario		Cs.Unit/Pote	1000000 Costo total (\$/mes)		
MO Pasado de ingrediente	0,00004000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,008000	\$/botella	\$ 8.000,00
MO Agregado de ingredien	0,00004000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,008000	\$/botella	\$ 8.000,00
MO Control de agitador	0,00020000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,040000	\$/botella	\$ 40.000,00
MO Control pasteurizador y homogenizador	0,00020	HH/botella	\$ 120,00	\$/HH	\$ 0,024000	\$/botella	\$ 24.000,00
					\$ 0,080000	\$/botella	\$ 80.000,00

Bebida acidificada							
Factor	Componente Físico	Componente monetario		Cs.Unit/Pote	1000000 Costo total (\$/mes)		
MO Pasado de ingrediente	0,00004000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,008000	\$/botella	\$ 8.000,00
MO Agregado de ingredien	0,00004000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,008000	\$/botella	\$ 8.000,00
MO Control de agitador	0,00020000	HH/botella	\$ 200,00	\$/HH	\$ 0,040000	\$/botella	\$ 40.000,00
MO Control pasteurizador y homogenizador	0,00020	HH/botella	\$ 120,00	\$/HH	\$ 0,024000	\$/botella	\$ 24.000,00
					\$ 0,080000	\$/botella	\$ 80.000,00

	Cálculo	3750	3750	3750	3750					3750	\$ 15.000,00	
	Importe cálculo	\$ 3.750,00	\$ 3.750,00	\$ 3.750,00	\$ 3.750,00					\$ 15.000,00		
Gerente linea	Base pl cálculo	1	1	1	1					4	Asignación directa	
	Cálculo	12500	12500	12500	12500					12500	\$ 50.000,00	
	Importe cálculo	\$ 12.500,00	\$ 12.500,00	\$ 12.500,00	\$ 12.500,00					\$ 50.000,00		
Otros	Base pl cálculo	1	1	1	1	1	1	1	1	9	Panes iguales	
	Cálculo	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	
	Importe cálculo	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 11.111,11	\$ 100.000,00	
Mantenimiento	Base pl cálculo	5	10	3	1	2	1	1	3	25	Ordenes de mantenimiento	
	Cálculo	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 60.000,00	
	Importe cálculo	\$ 12.000,00	\$ 24.000,00	\$ 7.200,00	\$ 2.400,00	\$ 4.800,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2.400,00	\$ 7.200,00	\$ 60.000,00	
MO Acc Mediatas	Base pl cálculo					1	1	1	1	5	Asignación directa	
	Cálculo					\$ 8.000,00	\$ 20.000,00	\$ 15.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 83.000,00	
	Importe cálculo					\$ 8.000,00	\$ 20.000,00	\$ 15.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 83.000,00	
Amort. Terreno	Base pl cálculo	20	80	50	50	10	5	10	20	235	Mestros cuadrados de cada sector	
	Cálculo	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 282,49	\$ 63.333,33	
	Importe cálculo	\$ 5.649,72	\$ 22.598,87	\$ 14.124,29	\$ 14.124,29	\$ 2.824,86	\$ 1.412,43	\$ 2.824,86	\$ 5.649,72	\$ 83.333,33		
Imp Inmob	Base pl cálculo	20	80	50	50	10	5	10	20	235	Mestros cuadrados de cada sector	
	Cálculo	118,64	118,64	118,64	118,64	118,64	118,64	118,64	118,64	118,64	\$ 35.000,00	
	Importe cálculo	\$ 2.372,88	\$ 9.491,53	\$ 5.932,20	\$ 5.932,20	\$ 1.186,44	\$ 593,22	\$ 1.186,44	\$ 2.372,88	\$ 35.000,00		
ter. Subtotal para		\$ 211.805,84	\$ 604.012,24	\$ 388.103,48	\$ 352.220,15	\$ 331.953,48	\$ 97.119,53	\$ 61.865,35	\$ 99.519,53	\$ 164.828,06	\$ 2.296.427,78	\$ 2.311.427,78
ACCIONES====		Mezclado	Homo. u Past	Envasado	Almacenado	DEPÓSITO	COMPRAS	LIQ HAB	ADMIN	VENTAS	Total	Base de distrib
ter. Subtotal para		\$ 211.805,84	\$ 604.012,24	\$ 388.103,48	\$ 352.220,15	\$ 331.953,48	\$ 97.119,53	\$ 61.865,35	\$ 99.519,53	\$ 164.828,06	\$ 2.296.427,78	
Asignación	Base pl cálculo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	Cantidad de empleados por sector
costos de...	Cálculo	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	ND	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 7.733,17	\$ 61.865,35

CONCLUSIONES

Respecto de los objetivos planteados al inicio del proyecto:

1. Estudiar el uso de concentrado de lactosuero en polvo como ingrediente funcional en la elaboración de una bebida ácida semejante a un yogurt bebible.
2. Imitar las características físico-químicas, nutricionales y organolépticas.
3. Estudiar la posibilidad de incrementar la vida útil del producto.
4. Estudiar los beneficios económicos de este nuevo producto.

Es importante destacar que se logró utilizar el lactosuero como principal ingrediente en esta bebida ácida, en comparación con un yogurt bebible que involucra un proceso de fermentación en el cual se requieren más recursos como lo son el tiempo y la maquinaria.

De acuerdo a los distintos ensayos realizados a lo largo de esta tesis, se puede concluir que la leche como único ingrediente no es apto para la elaboración de ésta bebida, ya que al acidificar el medio la caseína presente en la leche se desnaturaliza, dando lugar a una reacción química que altera su estructura. Al evaluar las mezclas y diferentes tipos de WPC, se comprobó que el Nutrilac YO-8075 y Lacprodan 35, son los que se comportan más estables y tienen mayor aceptabilidad respecto al sabor y a la sensación en la boca. Con el agregado de hidrocoloides como aditivos se comprobó que al utilizarlos se obtuvo un producto más estable en el tiempo, y el agregado de almidón modificado logro aumentarle la viscosidad al producto original.

Además se obtuvo una buena aceptación en los consumidores a nivel sensorial. Según las evaluaciones llevadas a cabo a lo largo de este proyecto, como preferencia final la alternativa sabor Frutilla Código BU108923 de la empresa Givaudan y dosis 0.1% con un proceso de pasteurización de 95°C durante 15 segundos fue elegida por el 73.3% de los consumidores, siendo así la muestra ganadora.

A través de los valores obtenidos se puede afirmar que el producto posee un nivel aceptable de dulzor y acidez.

El otro objetivo logrado en este proyecto es el del incremento de la vida útil, utilizando un tratamiento UHT ésta se incrementaría cuatro veces más en comparación con la de un yogur convencional.

Por último se puede visualizar en la evaluación de costos que con la utilización del lactosuero, el producto disminuyó su valor de venta respecto de un yogurt bebible.

ANEXOS

Arla Foods Ingredients
Product Information



Rectangular bag

Nutrillac® YO-8075

Description
A highly nutritious and natural milk protein for protein fortification of fermented dairy products. This product is an excellent protein source for increasing the protein content without affecting the viscosity significantly. Nutrillac® YO-8075 contains pure milk constituents only.

Properties in application

- › Highly nutritive value
- › Low viscosity even at high dosages
- › High solubility in the pH range 2-10
- › Smooth yoghurt structure
- › Natural milk protein

Application
Fermented Dairy Products

Chemical specifications	
Protein (Nx6.38) as is	76-80 %
Protein (Nx6.38) d.m.	80-84 %
Lactose	Max. 9 %
Fat	Max. 8 %
Ash	Max. 3.5 %
Moisture	Max. 5.5 %

Nutritional data

Energy	1831 kJ/ 436 kcal
--------	-------------------

Microbiological specifications

Total plate count	Max. 50,000/g
Enterobacteriaceae	Max. 10/g
Staphylococcus aureus coagulase +	absent in 1 g
Yeast/Mould	Max. 100/g
Salmonella	absent in 125 g

Packaging
Paper bags with a polyethylene inner liner containing 20 kg net.
360 kg per pallet.

Storage
Store in closed bags under cool and dry conditions to prevent deterioration due to humidity and high temperatures.

Shelf Life
18 months if kept under the prescribed storage conditions.

PI Nutrillac® YO-8075 13-12-13 2382

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

Arla Foods Ingredients
Product Information



Legal references

Nutrilac® YO-8075. The product is manufactured, packaged and labelled according to the relevant EU regulations for food and food ingredients, and/or FAO/WHO Codex Alimentarius, when relevant. This includes that the milk/milk constituents used as raw material origins from healthy cows. The milk used in the production is included in monitoring programmes for undesirable substances, as required by regulations or HACCP-based risk assessment. The production plants are approved by the competent authorities and included in the EU-register of approved food establishments.

For products manufactured outside EU the products comply with relevant regulations in the country where the product is produced.

GMO policy

Arla Foods objective is to avoid genetically modified ingredients in our products. The requirements we have established for our suppliers ensure that only non-GMO raw materials are used during production of our products. Therefore, our products and the raw materials used do not contain, consist of or are produced from GMO's as defined in regulation (EC) No 1829/2003, and they do not contain ingredients produced from GMO's. Therefore, our products do not need labelling according to Regulation (EC) No 1829/2003 and 1830/2003.

For the definition of GMO's, we refer to EU Directive 2001/18/EC.

Allergens

The table below indicates the presence (as added component) of the following allergens and products thereof:

Yes	No	Allergens	Description of components
		• Cereals containing gluten and products thereof	
		• Crustaceans and products thereof	
		• Eggs and products thereof	
		• Fish and products thereof	
		• Peanuts and products thereof	
		• Soya beans products thereof	
•		Milk and products thereof (including lactose)	Bovine milk
		• Nuts	
		• (Tree) Nuts and products thereof	
		• Celery and products thereof	
		• Mustard and products thereof	
		• Sesame seeds and products thereof	
		• Sulphur dioxide and sulphites (>10 mg/kg)	
		• Lupin and products thereof	
		• Molluscs and products thereof	

PI Nutrilac® YO-8075 13-12-13 2382

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

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

Arla Foods Ingredients
Product Information



Lacprodan® 35

Descripción

Lacprodan® 35 es un concentrado de proteínas de suero (WPC), producido en Argentina a través de un proceso de ultra filtración y secado por spray.

Propiedades

- › Alto valor nutritivo
- › Alta solubilidad en un rango de pH de 2 - 10
- › Alta solubilidad en concentraciones salinas menores a 20%
- › Baja viscosidad
- › Buena capacidad de emulsión

Especificación Química

Proteína (Nx6.38) as is		33-37 %
Proteína (Nx6.38) d.m.		34-38 %
Lactosa	max.	44-52 %
Grasa	max.	4 %
Cenizas	max.	8 %
Humedad	max.	5 %

Data Nutricional

Energía	1546 kJ/ 368 kcal
---------	-------------------

Especificación física

pH (10% solución)	6.5-7.2
Partículas Tostadas	disc A
Densidad Aparente	nivel 0.5 g/cm ³
Indice de solubilidad	max. 1.0 ml
Color	Blanco a crema
Sabor /aroma	Neutro

Especificación Microbiológica

Recuento Total	max. 30,000/g
Enterobacteriaceae	max. 10/g
Staphylococcus aureus coagulase +	absent in 1 g
Hongos / Levadura	max. 100/g
Salmonella	absent in 125 g

Envasado

Bolsas de papel Kraft con interior de polietileno conteniendo 20 o 25 kgs neto.

Almacenaje

Almacenar en bolsas cerradas, en condición fresca y seca para prevenir el deterioro, debido a la humedad y altas temperaturas.

Vida útil

18 meses si se mantiene bajo las condiciones de almacenaje mencionadas.

PI Lacprodan®35 03.12.2014

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

BIBLIOGRAFIA

1. DE WIT, J. N. *Lecturer's handbook on whey and whey products*. 1^a Edición. Holanda, 2001
2. OWEN FENNEMA, *Química de los Alimentos*, 384-469-2^a Edición, Editorial Acriba S.A. 2000
3. ROVIROSA, Alicia, *Apuntes de la materia Nutrición y Evaluación Sensorial*, UADE, 2012.
4. J. SANCHO, *Introducción al análisis sensorial de los alimentos* 1^a Edición, Edicions Universidad Barcelona 1999.
5. F.C. IBAÑEZ y Y.BARCINA, *Análisis sensorial de alimentos y métodos y aplicaciones* Editorial Springer-Verlag Ibérica Barcelona, 40-69, 2001.
6. Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII Alimentos Lácteos. Formato PDF<http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII.pdf>
7. Código Alimentario Argentino. Capítulo I Disposiciones Generales. Formato PDF.<http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_I.pdf>
8. BYLUND, G. *Tetra Pak Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB. Lund, Sweden.1995.
9. Catálogos Alfa-Laval. <http://www.alfalaval.com> y Tetra Pak<http://www.tetrapak.com>
10. CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Vol. II, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1992.
11. RESS, J.A.G. y BETTISON, J. *Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos*. Editorial Acribia S.A., 1994
12. EUROMONITOR INTERNATIONAL. *Company Shares (Global - Historical Owner) | Historic* [Research Sources Packaged Food: Euro monitor from trade sources/national statistics-Date Exported (GMT): 10/8/2015 1:39:38 PM] <<<http://go.euromonitor.com/passport>>
13. EUROMONITOR INTERNATIONAL. *Market Sizes | Historic | Total Volume (Tonnes) | '000 tonnes* [Research Sources Packaged Food: Euro monitor from

- trade sources/national statistics-Date Exported (GMT): 10/8/2015 1:25:39 PM] <<http://go.euromonitor.com/passport>>
14. EUROMONITOR INETNATIONAL. *Brand Shares (Umbrella – Historical Owner) | Historic | Retail Value RSP | % breakdown* [Research Sources Packaged Food: Euro monitor from trade sources/national statistics-Date Exported (GMT): 10/8/2015 1:40:01 PM] <<http://go.euromonitor.com/passport>>
 15. GARCÍA, L., *El concepto de costo desde la Teoría General*, Universidad Nacional del Litoral, Misiones, 2005.
 16. COMPOSICION NUTRICUINAL YOGURISIMO –DANONE- [Consulta 26 ago2014]<http://www.danone.com.uy/pages/tablas/productos_yogurisimo_tabla09.php>
 17. J.C. CHEFTEL, J.L. CUQ y D. LORIENT. *Proteínas alimentarias* 37- 49. Editorial Acriba S.A
 18. ALAN H. VERMAN y JANEP. SUTHERLAND. *Milk and milk products, technology, chemistry and microbiology*. Editorial Chapman & Hall, London 1994.
 19. EQUIPO TÉCNICO DE ALFA LAVAL FOOD ENGINEERING AB. *Manual de industrias lácteas*. 140-144. Alfa Laval 2º Edición. 1999
 20. ERNST LINDER *Toxicología de los alimentos* 172-188. 2º Edición. Editorial Acriba S.A
 21. RONALDO D. SALINAS *Alimentos y nutrición, introducción a la bromatología*25-29. Editorial El Ateneo 3º Edición, 2000.
 22. JUAN A ORDOÑEZ PEREDA. *Tecnología de los alimentos volumen II alimentos de origen animal*. 162-167 Editorial Síntesis S.A.
 23. DENNIS R. HELDMAN y DARYL B. LUND. *Handbook of food engineering*. 563-621. Editorial CRC Press 2º Edición 2006.
 24. SARA MORTIMORE y CAROL WALLECE. *HACCP*. 41-83. Editorial Blackweelpublishing 1º Edición UK. 2001.

25. SITIO OFICIAL SOLUCIONES EN NUTRICIÓN. PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO.[Consulta 26 ago 2015]
http://www.nutrisol.com.ar/info_suero_lacteo.htm
26. PARZANESE, Magalí. *Tecnología para la Industria Alimentaria: Procesamiento del lactosuero. Ficha N° 13.*[Consulta 25 ago 2015]
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_13_Lactosuero.pdf
27. M. HERNANDEZ ROJAS y J.F. VLEZ RUIZ. Suero de leche y su aplicación de alimentos funcionales.[Consulta 12 abr 2015] <
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2015/05/TSIA-82-Hernandez-Rojas-et-al-2014.pdf>>
28. *Amito Berdayes H. yoghurt alimento indiscutible. Rev Ind. Aliment (la habana) 1980;13; 26-3.*
29. *SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)* <<http://www.fao.org/>>