

Universidad Galileo
Facultad de Ciencias de la Salud



Atol de Maíz Fortificado con Proteína de Aislado de Soya

**Trabajo de Investigación Previo a Optar al Grado Académico de
Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos**

Presentado Por:
Abner Alfredo García López
Carné # 14004015

Guatemala, Marzo de 2024

INDICE GENERAL

	No. Pág.
DEDICATORIA -----	2
SUMARIO -----	3
OBJETIVOS -----	4
HIPOTESIS -----	5
INTRODUCCION -----	6
MAIZ -----	7-12
CARASTERISTICAS DE LAS BEBDIDAS CON SOYA-----	13-22
LECHE -----	23-51
EDULCORANTES NO CALORICOS-----	51-61
CANELA -----	61-62
MATERIALES Y METODOS -----	63
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO-----	64
EXPERIMENTACION -----	65-66
FORMULACION -----	66
RESULTADOS -----	67
EVALUACION SENSORIAL -----	69
ANALISIS DE VARIANZA -----	70
TEST DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN -----	71
ANALISIS DE PROTEINA -----	72
ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS -----	73
DISCUSION DE RESULTADOS -----	74
CONCLUSIONES -----	75
RECOMENDACIONES -----	76
ANEXOS -----	77
BIBLIOGRAFIA CITADA -----	78-85

DEDICATORIA

A Dios: porque es él quien me ha fortalecido, iluminado y principalmente me ha dado la sabiduría y entendimiento.

A mis Padres: Alfredo García y Amelia López, porque ellos me han apoyado moral y económicamente, en los retos que he tenido han sido ellos los que me han motivado y principalmente me han ayudado a lograr cada uno de mis propósitos en la vida.

A mis Hermanos: Raúl García y Diana García, porque están a mi lado y son los que vienen formándose y les he dado la confianza que he logrado en la preparación con el transcurso del tiempo.

A mis Catedráticos: Porque son mi ejemplo a seguir, durante el tiempo que estuvieron dando su apoyo y la atención que me brindaron en el ciclo de estudio.

A mis Compañeros: Porque son las personas que han sabido escuchar y apoyarme, aunque cada uno de ellos tienen diferentes pensamientos, pero son comprensivos y entusiastas en lo que compartimos día a día.

SUMARIO

Se elaboró un atol a base maíz tostado (11.36%), fortificado con aislado de soya (6.17%), azúcar (3.73), leche entera en polvo (3.25%), canela (0.03%), Aspartame y Acesulfame K (0.02%), apta para las personas que carecen de una buena alimentación por el ritmo de vida tan agitado que llevan, sobre todo los niños por los altos índices de desnutrición que hay actualmente en Guatemala.

Se prepararon 3 muestras (A, B y C), de acuerdo con el diagrama de flujo para lograr un procesamiento adecuado, siguiendo las normas de limpieza y sanidad correspondientes para la elaboración de alimentos.

Cada muestra contiene un porcentaje diferente de leche, muestra A; 3.25%, muestra B; 2.43% y muestra C; 1.62%, pero los demás ingredientes permanecieron constantes según las fórmulas. Esto con el objetivo de buscar el mejor perfil de sabor. Además, se realizó una reducción de azúcar del 50% adicionando Aspartame y Acesulfame K.

Para apreciar su aceptación, las muestras fueron sometidas a un panel sensorial cerrado compuesto por 11 panelistas semi-entrenados. Los panelistas calificaron de la siguiente manera: 1; Excelente, 2; Muy Bueno, 3; Bueno, 4; Regular, 5; Malo, y 6; Muy Malo, obteniendo finalmente como primer lugar la muestra A, segundo lugar la muestra C y tercer lugar la muestra B.

La mejor muestra calificada por los panelistas (muestra A), fue sometida a un análisis microbiológico siendo los resultados; Recuento Mohos y Levaduras (Ausencia), Recuento Coliformes Totales (< 3 NMP/mL), Recuento Coliformes Fecales (< 3 NMP/mL), Aislamiento e Identificación de *Escherichia Coli* < 3 NMP/mL y Aislamiento e Identificación de *Salmonella sp* (< 10 UFC/mL), La muestra elaborada y analizada, satisface los criterios de calidad del RTCA, lo cual nos indica que el atol es apto para el consumo humano, además de aportar nutrientes.

Se sometió la muestra A, a un análisis para determinación de proteína, siendo el resultado: 6.93% de proteína, lo cual se considera bueno por el contenido de lisina que contiene la proteína (64mg/100g) tomando en cuenta que el cuerpo humano no produce este aminoácido.

Posteriormente se realizó un Análisis de Varianza, lo cual determino que, si hubo diferencia significativa entre las muestras, pero no hubo diferencia significativa entre panelistas.

Así mismo se aplicó el Test de Rango Múltiple de Duncan clasificando cada una de las muestras de acuerdo a su magnitud. Siendo los resultados: Muestra A, primer lugar, Muestra C, segundo lugar y Muestra B Tercer Lugar.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Elaborar un atol con ingredientes 100% naturales, de alto valor nutricional y de fácil asimilación por su bajo contenido de azúcar, ideal para el consumo diario de personas.

Objetivo Específico:

Buscamos desarrollar una bebida sana, nutritiva, natural y económica, que pueda ser producida en volúmenes grandes y que además brinde un beneficio en la salud del consumidor.

HIPOTESIS

Hipótesis Verdadera:

Si se puede elaborar un Atol de Maíz Fortificado con Proteína Aislada de Soya, para el consumo, que cumplan con la norma del RTCA y los requerimientos microbiológicos de calidad según lo establece la FDA para alimentos.

Hipótesis Nula:

No se puede elaborar un Atol de Maíz Fortificado con Proteína Aislada de Soya, para el consumo, y que no cumpla con la norma del RTCA y los requerimientos microbiológicos de calidad según lo establece la FDA para alimentos.

Introducción

La importancia de disponer de un mayor número de opciones alimenticias más saludables hace necesario el desarrollo de nuevos productos alimenticios que tengan efectos positivos sobre la salud del ser humano, ya que la mayoría de las personas carecen de una buena alimentación por el ritmo de vida tan agitado que llevan, principalmente los niños, necesitando alimentos listos y fáciles de consumir.

La existencia de productos con contenido nutricional alto ya preparados es una forma de mejorar la alimentación y subir la calidad de vida de las personas.

Los alimentos fortificados con proteína de soya aumentan cada vez más, debido al alto valor nutricional que la soya contiene y por consiguiente este tipo de alimentos se han convertido hoy en día, en una sana y fácil alternativa.

En el presente trabajo se desarrolla un atol de maíz tostado, fortificado con aislado de soya, azúcar, leche entera en polvo y canela. Este atol conocido en algunas regiones de Guatemala como Atol 3 Cocimientos. El objetivo principal de fortificar el atol es porque el maíz es deficiente en lisina, aminoácido que el cuerpo humano no puede producir, siendo esencial en los niños para el crecimiento adecuado y desempeña un papel esencial en la producción de carnitina, un nutrimento responsable de la conversión de ácidos grasos en energía y ayudar a reducir el colesterol.

Se eligieron este tipo de alimentos, debido a la disponibilidad que existe actualmente en el país, además de tener un costo relativamente bajo, pero puede ser pagado por el consumidor para el efecto nutricional que proporciona al cuerpo humano.

Maíz

El maíz es originario de Mesoamérica y existen varios centros de diversidad a lo largo de la cordillera de los Andes. Desde México hasta la Región Andina de América del Sur, el maíz es una fuente de alimento esencial, en particular en zonas rurales, donde el acceso a tecnología y variedades mejoradas es limitado. Durante la selección y transformación (domesticación), que iniciaron los indígenas americanos hace más de 8000 años, el maíz cultivado ganó varias cualidades nutricionales, pero perdió la capacidad de sobrevivir en forma silvestre. El Teosinte (su ancestro), sin embargo, aún se encuentra como gramínea salvaje en México y Guatemala.

Zea mays es una planta gramínea alta, anual, con vainas foliares que se superponen y láminas alternadas anchas. Posee espigas (inflorescencias femeninas encerradas por "chalas") de 7 a 40 cm. de largo y flores estaminadas que, en conjunto, forman grandes panojas terminales o inflorescencias masculinas. Se propaga por semillas producidas mayormente por fecundación cruzada (alógama) y depende del movimiento del polen por el viento. Existe una amplia diversidad genética en toda la región que ha sido centro de origen del maíz. En México solamente, existen más de 40 razas de maíz, y unas 250 en el resto de América.

En la actualidad se desarrollan nuevos híbridos con mayor rendimiento y mejores características agronómicas, capaces de resistir enfermedades y plagas. Los avances de la biología molecular y de las técnicas de ingeniería genética abren una nueva etapa en la biotecnología aplicada a la agricultura, y ofrecen nuevas tecnologías para la producción de maíz. El maíz, como producto de valor, ha evolucionado positivamente a lo largo de su historia. Con el correr de los años, las industrias vinculadas a la cadena del maíz se han ido desarrollando en forma progresiva, transformando un grano cuyo único destino era la alimentación humana en una materia prima esencial para el desarrollo de múltiples procesos industriales. (87)

Tipos y variedades de maíz

Todos los maíces pertenecen a la misma especie y los tipos o razas que los diferencian corresponden a una simple clasificación utilitaria, no botánica. Los distintos tipos de maíz presentan una multiplicidad de formas, tamaños, colores, texturas y adaptación a diferentes ambientes, constituyendo numerosas variedades primitivas o tradicionales que son cultivadas actualmente. En nuestro país se localizan en zonas de agricultura de subsistencia y minifundios del NOA, NEA y comunidades indígenas andinas y patagónicas, que por sus características culturales basan su alimentación en un reducido número de cultivos que poseen gran variabilidad de tipos con distintos usos, como el maíz.

La producción es utilizada fundamentalmente para consumo familiar y a partir de estas diversas variedades preparan numerosas comidas, incluyendo postres y bebidas. Desde el punto de vista comercial, es utilizado sólo un reducido número de tipos. (87)

Aplicaciones del Maíz en la Tecnología Alimentaria y Otras Industrias

La Molienda Seca

La molienda seca es el proceso en el que se separan las distintas partes que componen los granos de maíz. Se obtienen los siguientes productos:

- Maíz troceado.
- Sémolas.
- Grano de maíz partido: como sustituto de la malta para la industria cervecera
- Snacks: productos de copetín obtenidos por extrusión (por ej. palitos de maíz).
- Harina fina: destinada a la elaboración de galletitas, alfajores, bizcochos, pan de maíz, emulsiones cárneas, etc. Siendo en todos los casos utilizadas como sustituto del almidón.
- Harina zootécnica: destinada a la alimentación de cerdos, vacunos, aves de corral, como sustituto del maíz. Puede ser utilizada en la elaboración de balanceados.
- Germen: destinado a la extracción de aceites crudos para su posterior refinación, obteniendo aceite de maíz comestible.
- Salvado: utilizado en la elaboración de galletitas y otros productos panificados con el objetivo fundamental de aumentar el contenido de fibra del producto.

Etapas del Proceso de Molienda Seca:

- Recepción de la materia prima.
- Limpieza de la materia prima (granos quebrados, granos de otros cereales, hojas, piedras, metales, partículas pulverulentas).
- Acondicionamiento de los granos de maíz. Se realiza la humectación del cereal con agua mediante la utilización de rociadores intensivos. El maíz humectado se deja en reposo durante algunos minutos en un silo.
- Degerminación. En esta etapa se obtiene la primera rotura del grano de maíz, con la consecuente separación del germen y el endosperma. Una tecnología empleada es la degerminación por fricción (Sistema Beall). Con ésta se consigue la fractura del grano y el desprendimiento del germen y el salvado (cáscara).
- Refinación. Comprende la rotura de los trozos oportunamente degerminados y su posterior clasificación por tamaño (cernido) con el objetivo de obtener productos de un determinado calibre. Las máquinas utilizadas son banco de cilindros y cernidores planos.
- Acopio de producto, depósito y expedición.

Productos

Los productos obtenidos de la molienda seca en base a degerminación semihúmeda son:

- Trozos de endosperma. Gruesos, medios y finos. Su denominación y uso frecuente son Hominy
- Gritz (copos y cereales para desayuno).
- Sémolas. Según su calibración y su materia grasa pueden clasificarse en Sémolas para cervecería; Sémolas para expandidos (insumo para productos snacks); Sémolas para la elaboración de comidas, polenta; y Sémolas enriquecidas, fortificadas con vitaminas y minerales.
- Harinas. Según su calibración (granulometría menor a 400 micrones) se obtiene: Harina fina de maíz; Harina para galletería; Harinas para infantes, y Harinas para pastas.
- Germen. Destinado a la extracción de aceites crudos para su posterior refinación, o incorporado a subproductos como factor de adición de altas calorías.
- Salvado. Insumo para la elaboración de galletitas, snacks y otros productos panificados.
- Harina para alimentación animal. Para la elaboración de alimentos balanceados.

Componentes Nutricionales del Grano de Maíz

Proteínas: el porcentaje de proteínas muestra variabilidad según la fuente consultada, lo cual se relaciona -fundamentalmente- con la variedad analizada y con los factores de conversión de N (determinado por Kjeldahl) en proteínas. Por otra parte, desde el punto de vista de la calidad, se debe tener en cuenta que no todas las proteínas son equivalentes para su utilización por el organismo: esa capacidad, que se define como valor nutritivo (VN), depende de la digestibilidad y de la composición en aminoácidos esenciales. La digestibilidad (D) (relación entre el nitrógeno absorbido y el ingerido) de la proteína del maíz es inferior a la de las proteínas animales (carne, leche, huevo), que es en promedio de 95%. Ese valor se toma como referencia (100%) para expresar la digestibilidad de otras proteínas o de dietas mixtas como digestibilidad relativa. La digestibilidad relativa del maíz es de 89% y en las dietas donde el maíz constituye la base de la alimentación es variable en función de su composición, pudiendo oscilar entre 82 y 88%, por la presencia de fibra y otros componentes. Valor biológico (VB): es la capacidad de las proteínas de reemplazar el nitrógeno que el organismo pierde inevitablemente como consecuencia de sus procesos biológicos o "la fracción del nitrógeno absorbido que es retenido por el organismo para su mantenimiento y crecimiento". El VB depende del aporte de los aminoácidos esenciales y se puede predecir si se compara la composición de la proteína en estudio con una proteína patrón que refleje las necesidades de aminoácidos esenciales del sujeto a quien va destinada. La proteína de referencia para el individuo menor de un año se basa en la composición en aminoácidos esenciales. De la leche materna.

Para el adulto, la actualmente aceptada refleja los requerimientos de aminoácidos esenciales. Determinados por técnicas de recambio proteico y cinética de oxidación de aminoácidos marcados con ^{13}C . (87)

Vitaminas

El contenido vitamínico del maíz, al igual que el de los demás alimentos y nutrientes, depende de factores intrínsecos (especie y variedad) y extrínsecos (tipo de suelos y procesado de la materia prima). Por ello, las cifras de contenido vitamínico pueden presentar importantes diferencias según el país de origen y la zona, aun en el mismo país. (87)

Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas hidrosolubles se encuentran fundamentalmente en la capa de aleurona y en menor medida en el germen y en el endospermo. Esta distribución tiene importancia pues en la elaboración de los productos que se consumen puede haber pérdidas importantes. (87)

Vitamina B1: tiamina o aneurina son los nombres dados a esta sustancia capaz de prevenir o curar los síntomas clínicos conocidos bajo el nombre de "beri-beri", una enfermedad nutricional prevalente en los países asiáticos donde el arroz constituye el alimento básico. La tiamina pirofosfato participa, como co-decarboxilasa, en el metabolismo energético. Por ello, es habitual expresar su contenido en los alimentos y las Ingestas Recomendadas con relación a 1000 Kcal. El contenido promedio de B1 en el maíz entero es importante, representando alrededor de 1,1 mg/1000 Kcal. La tiamina es relativamente estable al calor seco, pero se destruye rápidamente en soluciones neutras o alcalinas, y es sensible a la oxidación, por lo cual se pierde en el proceso de nixtamalización del maíz. (87)

Vitamina B2: riboflavina, lactoflavina u ovoflavina, constituye el factor termoestable del complejo B, extraído por Funk en 1912. Su molécula se halla constituida por una isoalloxazina unida a molécula de ribosa. Se encuentra en el organismo bajo las formas activas de flavin-mono-nucleótido (FMN) y flavin-adenina-dinucleótido (FAD), grupos prostéticos de flavoproteínas que intervienen en diversas reacciones de óxido-reducción relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y lípidos. Por ello, al igual que en la vitamina B1, es habitual expresar su contenido en los alimentos y las Ingestas Recomendadas con relación a 1000 Kcal.

El contenido promedio de B2 en el maíz entero también es importante, representando 0,6 mg/1000 Kcal. (87)

Niacina: nicotinamida o vitamina PP (preventiva de la pelagra), comprende los compuestos derivados del ácido nicotínico o piridin-3-carboxílico que poseen, cualitativamente, la actividad biológica de la nicotinamida. La niacina figura en mg en la mayoría de las tablas, pero se debe tener en cuenta que la niacina también se produce en el metabolismo del triptófano, por lo cual el contenido de los alimentos se debe expresar como "equivalentes de niacina", o sea la niacina preformada más la que proviene del metabolismo del triptófano (1 mg/60 mg de triptófano).

La niacina es sumamente estable al calor, tanto seco como en solución, pero en el maíz se encuentra en su mayor parte "no biodisponible" formando los compuestos niacitina y niacinógeno, de los que no es liberada durante la digestión en el intestino.

El contenido de niacina en el maíz es, respectivamente, de 0,04 y 2,6 mg/100 g, que representan 3,2 y 10,0 equivalentes de niacina por 1000 Kcal. (87)

Vitamina B6: esta vitamina presenta una gran diversidad de formas activas o vitámeros: piridoxal; piridoxol o piridoxina; piridoxamina. Además, todas estas formas se fosforilan para dar los respectivos derivados: piridoxal-fosfato (PLP), piridoxina-fosfato (PNP) y piridoxamina-fosfato

(PMP). La vitamina B6 es estable al calor y sólo se destruye por acción de elevadas temperaturas durante la esterilización. Su contenido en el maíz es considerable. (87)

Ácido fólico: las funciones del ácido fólico están relacionadas con el transporte y transferencia de grupos de un carbono (metilo, formilo, metenilo, metileno o forminino), necesarias para la biosíntesis de purinas y de timina, lo cual explica su papel fundamental en el crecimiento y reproducción celular y en la hematopoyesis. Su deficiencia produce anemia megaloblástica. El contenido en el maíz es considerable, pero se debe tener en cuenta que se destruye fácilmente por calentamiento. (87)

Vitaminas Liposolubles

Vitamina A y carotenoides: la denominación de vitamina A se aplica genéricamente a todos los compuestos derivados de la β -ionona, que poseen cualitativamente la actividad biológica del trans-retinol. El maíz, al igual que todos los alimentos vegetales, no contiene retinol. Sin embargo, contiene algunos carotenoides que pueden poseer actividad provitamínica A. Su contenido y estructura depende de la variedad de maíz y los maíces más coloreados contienen mayor cantidad de carotenoides. (87)

Vitamina E: el aporte de vitamina E que realiza el maíz es considerable si se consume el grano entero, incluyendo el germen, pero disminuye a cifras muy bajas cuando el germen es eliminado para la obtención de aceite.

Vitamina K: el término vitamina K se usa como denominación genérica de la 2-metil 1-4 naftoquinona y de todos los derivados que poseen cualitativamente la actividad biológica de la filoquinona. La filoquinona, también denominada vitamina K1, es la 2-metil-3-fetil naftoquinona. (87)

Minerales Esenciales

Sodio y potasio: ambos elementos minerales están ampliamente distribuidos en los organismos. Los alimentos vegetales contienen naturalmente mayor cantidad de potasio que de sodio. En el maíz la relación es elevada y depende de la variedad estudiada. (87)

Calcio y fósforo: el maíz contiene bajo contenido de calcio y elevado de fósforo, como la mayor parte de los cereales. (87)

Magnesio: está en cantidades importantes en el grano entero de maíz, al igual que en semillas, nueces y otros cereales integrales. (87)

Hierro: el maíz tiene cantidades sumamente variables de hierro, pero su biodisponibilidad es muy baja debido al conocido efecto inhibitorio del fitato, presente en el maíz en cantidades importantes y que interacciona en el tracto gastrointestinal con otros componentes como el calcio, inhibiendo la absorción del hierro. (87)

Zinc: el zinc (Zn) es esencial para la actividad de más de 70 enzimas y forma parte de proteínas que actúan como receptores hormonales e intervienen en el crecimiento. La deficiencia de zinc parece ser de mayor prevalencia en niños en los países en vías de desarrollo, con consecuencias adversas severas, sobre todo en el crecimiento. La biodisponibilidad del zinc depende de factores exógenos y endógenos. (87)

Características de las Bebidas con Proteína de Soya

La soya es un producto de alto valor biológico que ha ganado reconocimiento por parte del consumidor por la asociación que se hace a los beneficios para la salud (60), esto ha generado un creciente mercado de productos alimenticios con proteína de soya, la cual actualmente es producida en grandes volúmenes: a nivel mundial se tienen 155 millones de toneladas métricas de soya cultivadas, de las cuales el 38% están en los Estados Unidos, seguido de Brasil (25%), Argentina (19%), China (7%), India (3%), Canadá (2%), y Paraguay (2%), mientras el resto de países cultivan sólo aproximadamente el 4%, sobre un promedio de 40% de proteína contenida en la soya, se tendrían 63,6 millones de toneladas métricas de proteína de soya por año, disponibles para el consumo (ASA, 2008).

Dentro de todas las aplicaciones que se tienen a nivel de alimentos se encuentran las bebidas con proteína de soya, las cuales pueden ser neutras, como las mal llamadas leches de soya que son las de mayor consumo actual (1), y ácidas, que corresponden a mezclas con jugos de fruta (34); el tipo de proteína de soya a utilizar y la tecnología de procesamiento requerida dependerá de la clase de bebida en donde ésta es incluida, considerando que para el consumidor la alimentación sana es un asunto importante, no obstante el aspecto sensorial también es fundamental a la hora de decidir una compra.

Es por ello, que los restrictores de consumo identificados a través de diversos estudios para las bebidas con proteína de soya (bebidas de soya o enriquecidas con proteína de soya), como son el sabor residual y la arenosidad (52), se convierten en el foco actual de las investigaciones, las cuales buscan disminuir o eliminar su efecto a través de tecnologías de extracción de la misma proteína y metodologías de inclusión de diversos ingredientes como hidrocoloides, carbohidratos y saborizantes.

El objeto de esta revisión es recopilar algunos de los resultados obtenidos de las últimas investigaciones asociadas al tema “desarrollo de bebidas con proteína de soya”, para decidir qué tipo de características han de tenerse en cuenta para el diseño de este tipo de productos.

La soya es una excelente fuente de proteína de buena calidad; además, contiene aceite con alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados; también es rica en calcio, hierro, zinc, fosfato, magnesio, vitaminas del complejo B y ácido fólico (6). La composición del grano de soya depende de las condiciones bajo las cuales fue cultivado (38). En la Tabla 1 se presenta una descripción generalizada de la composición del grano de soya.

Tabla 1. Composición del grano de soya

Componente	(%)
Proteína	38,0
Aceite	17,5
Lecitina 0,5%	0,5
Carbohidrato insoluble	15,0
Carbohidrato soluble (azúcar, estaquiosa, rafinosa y otros*)	15,0
Humedad, ceniza y otros	14,0

ASA, 2008 (6), * Karr-Lilienthal *et al.*, 2005, adaptado por Vanegas L.S.

En el tratamiento de los granos de soya, estos son limpiados y descascarillados para una eficiente extracción del aceite; después de la remoción del aceite, la torta resultante puede ser usada para alimentación animal, luego de haber eliminado algunos factores anti nutricionales presentes en ella, o puede servir como materia prima para la obtención de diversos derivados, en donde la proteína es concentrada o aislada, para alimentación humana (6).

Según Renkema (2001) (54) se tienen 3 clases principales de productos de soya:

1. La harina de soya mantiene la mayor parte de la composición original de la soya, excepto el aceite, contiene aproximadamente 50% de proteína (en base seca); además, fibra y azúcares solubles. Este material ha servido de base para la elaboración de mezclas, eventualmente usadas en programas estatales de asistencia nutricional. (Rueda *et al.*, 2004).

2. Los concentrados de proteína de soya contienen del 65 al 80% de proteína, tienen un menor nivel de carbohidratos que las harinas. El componente de carbohidratos residual y la proteína de concentrados proporcionan una buena funcionalidad para extruidos y texturizados. Además, nuevas tecnologías permiten empleos en bebidas alimenticias y alimentos en barras.

3. La proteína aislada de soya contiene 90% de proteína (en base seca) y no presenta azúcares o fibra dietética. Procede de un proceso de refinación de los concentrados o de las harinas, posee alta digestibilidad y se usa para mejorar la calidad y cantidad de proteína en numerosos alimentos y también por sus propiedades funcionales.

La proteína de soya tiene ocho aminoácidos esenciales los cuales son descritos en la Tabla 2.

Se ha reportado en muchas ocasiones que la proteína de soya tiene acciones hipocolesterolemias (7,70) e hipotrigliceridemicas (76,68) en animales de laboratorio, cerdos y humanos, cuando se compara con la caseína. Además de la caseína, proteínas animales de bovinos, cerdos y aves de corral juegan un importante papel en la nutrición humana en todo el mundo.

Las isoflavonas de soya son referidas como fitoestrógenos a causa de que ligan al receptor de estrógeno (RE) y afectan los procesos mediados por estrógeno (47). Las isoflavonas de soya contienen genisteína, diadzeína, gliciteína y sus respectivos glucósidos conjugados, y tienen diferentes afinidades a los RE dependiendo de sus estructuras y tipos de RE. Las isoflavonas pueden ejercer tantos efectos estrogénicos y agonistas como antagonistas (46) y tienen efectos inhibitorios sobre la tirosin quinasa, topoisomerasa y angiogénesis, que pueden reducir el riesgo de cáncer (2). Se ha observado que las proteínas de soya que contienen isoflavonas tienen varios efectos benéficos sobre la salud cardiovascular; un estudio por medio de técnica de meta-análisis demostró que el colesterol total disminuyó en un 9.3% los triglicéridos en un 10,5% y el colesterol LDL en un 12,9%, cuando se consumió un promedio de 47 g de proteína de soya diariamente (7). Se demostró además que las isoflavonas de soya tienen efectos anti-osteoporosis. En un estudio de control de caso, 80 mg de isoflavonas en la dieta diaria previno la pérdida de hueso de la espina lumbar en mujeres perimenopausias (3).

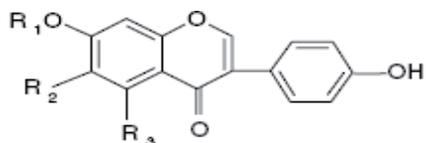
Las isoflavonas son una subclase de la familia de los flavonoides con una estructura química similar al estrógeno, su distribución en la naturaleza es limitada, solo la soya las contiene en cantidades nutricionalmente relevantes.

Es importante notar que no todos los productos de soya tienen niveles significativos de isoflavonas, la proteína aislada y las harinas generalmente las conservan mientras que los concentrados no. En la Figura 1 se presentan las estructuras de las principales isoflavonas encontradas en la soya.

Las proteínas de soya son ampliamente utilizadas para la elaboración de bebidas (12,32,51), formulas infantiles libres de lactosa (40), reemplazantes de comida (13), complementos nutricionales (11), incluso productos dirigidos a diabéticos; así, Crespillo *et al.* (2003) (16) encontraron que en fórmula para nutrición enteral de pacientes con diabetes de tipo 1, la incorporación de proteína de soya ayuda a disminuir la respuesta glucémica.

Las proteínas de soya tienen un bajo contenido de metionina, por tanto, la adición de este aminoácido a las fórmulas infantiles mejora la calidad biológica de la proteína (5,72) y produce concentraciones séricas de nitrógeno ureico y aminoácidos similares a los encontrados en infantes amamantados (39). Aunque aún la evidencia no es concluyente se recomienda que las formulas infantiles con base en soya, deben ser suplementadas con carnitina (21) ya que es necesaria para el transporte de los ácidos

grasos dentro de la mitocondria. Debido al alto contenido de fitato de la soya, la absorción de ciertos minerales y oligoelementos puede verse disminuida. El zinc y el hierro son fuertemente afectados por los fitatos, y el cobre algo menos (15,40), y por tanto se deben suplementar estos elementos. Los investigadores han encontrado un bajo nivel de mineralización en los huesos de infantes alimentados con fórmulas con base en soya (66) y por lo tanto, la provisión de suplementos de calcio y fosforo sería una medida lógica.



R ₁	R ₂	R ₃	Componentes
H	H	OH	Genisteína
Glucosa	H	OH	Genisteína
H	H	H	Diadzeína
Glucosa	H	H	Daidzina
H	OCH ₃	H	Gliciteína
Glucosa	OCH ₃	H	Glicitina

Figura 1. Estructura química de las 3 mayores estructuras de isoflavonas encontradas en la soya (Prabhakaran et al., 2006) (53).

Hasta el momento las condiciones clínicas que requieren nutrición con base en formulas fundamentadas en soya, están limitadas a la galactosemia y a la intolerancia a la lactosa, además de su uso como alternativa dietética para aquellas familias que evitan alimentar a sus niños con fórmulas infantiles que contengan productos de origen animal (21).

Una de las razones del amplio uso de la proteína de soya en alimentos es su alta calidad, que es medida según la metodología de PDCAAS (Protein Digestibility- Corrected Amino Acid score), definida por FAO/WHO; mediante la cual se ha demostrado que el contenido de aminoácidos sumado a su alta biodisponibilidad la califica con el valor más alto (1 o 100%) igualando en calidad a las proteínas de suero, caseína y albúmina. Sin embargo, la industria de alimentos prefiere en muchos casos la sustitución de estas por soya, no solo por razones de salud sino también por costos (27,71).

Funcionalidad de la Proteína de Soya

La funcionalidad de una proteína depende de la estructura de la molécula, en el caso de la soya, esta tiene presencia de grupos lipofílicos e hidrofílicos los cuales facilitan su asociación con grasa y aceite, sus propiedades pueden variar según el método de obtención (45,33); sin embargo, en general la proteína de soya se caracteriza por su capacidad emulsificante, capacidad de retención de agua, espumante, gelificante, proporciona a los sistemas alimenticios características de película, adhesividad, cohesividad, elasticidad y aumento de viscosidad (62).

Esta macromolécula tiene una compacta estructura terciaria y presenta estructura cuaternaria (37); además, tiene una gran actividad interfacial, la cual le permite tener una gran capacidad emulsificante y espumante (61,56,43). Se ha demostrado su capacidad gelificante (42,55) y su estabilidad térmica (Sorgentini y Wagner, 1999), el grado de exhibición de estas propiedades depende de su concentración en el sistema donde es utilizada (57).

Las proteínas tienen interacciones con los polisacáridos, las cuales generalmente se dan en tres partes (19):

- Formación de enlaces covalentes entre dos polímeros
- Interacciones electrostáticas polianión- polication
- Formación de un gel dúo compuesto por mutual exclusión de cada componente

Es por esto, que las propiedades gelificantes y otras propiedades funcionales de las proteínas de soya, son modificadas en la presencia de hidrocoloides (69), los cuales también afectan sus propiedades interfaciales (44).

Estas interacciones permiten mejorar las características de textura de diversos sistemas alimenticios, por las sinergias que se presentan, así Hua *et al.* (2003)(29), evaluaron las interacciones entre proteína aislada de soya (ISP) y algunos hidrocoloides, encontrando que en la mezcla ISP-carragenina kappa, la fuerza de gel (G') aumenta con la concentración de carragenina, que la habilidad para gelificar de la proteína de soya fue significativamente aumentada en la mezcla xanthan-proteína y que cuando se tiene la mezcla ISP, xanthan-algarrobo, la sinergia de estas dos últimas se ve afectada por la presencia de la proteína; por otro lado, varios estudios han demostrado el efecto sinérgico entre carragenina kappa y proteína de soya (9).

La proteína aislada es reconocida como la más funcional de las proteínas de soya, en el caso de bebidas, imparte un interesante *mouthfeel* y da mayor cremosidad y cuerpo.

Restrictores de Consumo de Productos con Proteínas de Soya

El sabor es uno de los mayores retos cuando se quiere desarrollar un alimento con alto contenido de proteína de soya ya que esta genera sabores residuales desagradables (Childs *et al.*, 2007), estas notas de sabor reconocidas como *beany flavor* (sabor afrijolado) son propias del frijol de soya y son transmitidas a los alimentos que la contienen; según Potter *et al.* (2007) los aromas característicos de soya, sabores a nuez, amargo y cremosos son consideradas características indeseables por el consumidor.

Dentro de pruebas realizadas con consumidores Childs *et al.* (2007) (13). Encontraron que se tiene mayor preferencia por bebidas hechas con suero y mezclas suero/soya que con sólo soya, cuando se evalúan los atributos: aceptación total, gusto por apariencia, aroma y *mouthfeel*; esto es similar al resultado de Gujral y Khanna (2002) quienes demuestran que se tiene mayor aceptación de productos con proteínas lácteas que con soya; así mismo, Potter *et al.* (2007) encontraron que la aceptación total de bebidas con proteína de soya está fuertemente relacionada con el sabor y el *mouthfeel*, también que existe una relación entre *mouthfeel* y sabor y que la nota dulce está relacionada con aceptación por parte del consumidor.

Además del sabor, en las bebidas con proteína de soya, la arenosidad es considerada otra característica indeseable (52,34).

La evaluación de los compuestos que pueden generar las notas de sabor desagradables ha sido estudiada por Solina *et al.* (2005) (65) quienes realizaron la caracterización de todos los compuestos volátiles de la proteína aislada de soya, encontrando que el hexanal es uno de los más representativos seguido de 2-heptanona y pentanal. Lei y Boatright (2001) (35) encontraron que los componentes que contribuyen al aroma en jarabe de proteína concentrada de soya son principalmente hexanal, 2-heptanona, octanal, 2-octanona, 1-octen-3-ona, 3-octen-2-ona, 2-decanona, benzaldehído, 2-pentil piridina y trans-2,4- nonadienal. En estudio de aplicación realizado por Friedeck *et al.* (2003) (22) la incorporación de proteína aislada de soya en un helado bajo en grasa generó la aparición de compuestos volátiles tales como: hexanal, heptanal, 2-acetil-1-pirrolina y 2,4 decadienal, a los cuales se les atribuye la generación de sabores residuales no agradables.

La adición de riboflavina en leche de soya aumenta la aparición de componentes volátiles indeseados, el más representativo de ellos es el hexanal, mientras que el uso de ácido ascórbico ayuda a disminuir este efecto (29).

La industria procesadora de alimentos ha realizado esfuerzos por disminuir estos restrictores de consumo, por medio de la incorporación de saborizantes; se ha encontrado que el chocolate es uno de los que mejor funciona (18,12,73), seguido del maní (18) y el sabor de almendras (Wang *et al.*, 2001), también es común utilizar mezclas

de proteína de soya con jugos de fruta para mejorar su perfil (52,34); adicionalmente, se han realizado investigaciones con la incorporación de carbohidratos donde se ha demostrado que el uso de ciclodextrina en bebida de soya, ayuda a disminuir la presencia de componentes volátiles causantes del sabor característico de soya (67), la adición de azúcar a esta bebida, ayuda a reducir la liberación de volátiles (1).

Aunque se tengan estos restrictores de consumo, recientes estudios demuestran que los consumidores comienzan a reconocer los beneficios de salud según el tipo de proteína (60). De acuerdo con la evaluación realizada por Childs *et al.* (2007 (13)) en cuanto a las prioridades del consumidor, a la hora de elegir una compra de bebidas se tiene: sabor (50,6%), precio (47,1%) y contenido nutricional (41,7%); por otro lado, Potter *et al.*, 2007 reportan que, en su población de estudio, el 42% indican que podrían tomar bebidas de soya entre comidas como un snack o usar como acompañante de las comidas. Drake y Gerard (2003) realizaron una evaluación con consumidores al comparar yogurt 100% lácteo, con yogurt fortificado con 2,5% de proteína concentrada de soya, demostrando que el consumidor tiene mayor aceptación por el primero, ya que logra percibir notas características en el segundo que le son desagradables; sin embargo, también se encuentra que el conocimiento del consumidor por los beneficios saludables de la soya hace que se incremente su interés por consumir esta clase de productos.

Bebidas con Proteína de Soya Listas Para Consumo

El consumo de bebidas a base de soya se ha incrementado notablemente ya que se han desarrollado tecnologías de procesamiento que mejoran las cualidades sensoriales de las mismas; de todos los productos con soya, el de más alto consumo es la bebida de soya. En los últimos 5 años, en norte América, se ha tenido un crecimiento anual en el consumo de ésta del 25% cada año (1), debido fundamentalmente a que la composición de este producto busca parecerse a la leche entera de vaca, con el fin de ser consumida por aquellos que presentan intolerancia a la lactosa (73).

Dentro del diseño de bebidas con proteína de soya, se trata de utilizar niveles altos, mínimo 6,25 g por porción, con el fin de poder declarar el *claim* de salud aprobado por la Food Drug Administration (FDA) (12).

Cuando se diseñan bebidas como reemplazantes de comida, lo ideal es que estas suministren el 100% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR), debiendo contener los 12 aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, de 8 a 10 g de proteína y aportar alrededor de 300 Kcal por porción; en este caso las proteínas de soya y suero de leche son comúnmente empleados en estos productos por los beneficios nutricionales y de salud que ambas tienen (13).

La mezcla de soya con jugos de fruta es una nueva generación de productos de soya que se considera conveniente para aumentar el consumo diario de proteína de soya, esta clase de productos encuentra una gran aceptación por parte del consumidor, lo cual está generando un cambio en el desarrollo de productos que contienen soya (52), las mezclas con fruta se convierten en bebidas ácidas, las cuales requieren estabilizantes para evitar la sedimentación, siendo la pectina la más utilizada en sistemas ácidos con proteína: tiene efectos positivos sobre el sabor, la estabilidad, la estructura y las propiedades de textura en el producto final (34). En general, los hidrocoloides son utilizados para mejorar el *mouthfeel* de las bebidas con proteína (Yanes *et al.*, 2002), también se debe considerar que las bebidas con proteína de soya tienden a formar espuma, la estabilidad de ésta depende de la fuerza iónica, el pH y el contenido de azúcar (59); además en esta clase de bebidas las propiedades emulsificantes de la proteína de soya se ven afectadas según la concentración de agentes reductores como el bisulfito (17).

Características Sensoriales de Bebidas con Soya

Childs *et al.* (2007) (13) realizaron una evaluación de bebidas con proteína de soya y mezclas de soya- suero lácteo en 13 bebidas representativas del mercado norteamericano, encontrando que todas presentaban aroma dulce y sabor vainilla, pero este perfil se sentía más en bebidas que contenían suero; sin embargo, en bebidas con suero sobresalía más que en las demás el sabor metálico y regusto amargo; en cuanto a la textura, las bebidas con soya tenían la más alta viscosidad y mayor sensación de arenosidad; en general el contenido de proteína por porción no afectó el sabor y textura de las bebidas.

Es común en la evaluación sensorial de bebidas con proteínas de soya el uso de escala hedónica de 9 puntos por atributo. (18,13). Para la definición de los rangos de esta escala, se usan descriptores de referencia (60); N'Kouka *et al.* (2004)(48), desarrollaron un vocabulario para describir las características sensoriales de una bebida a base de soya con composición bromatológica similar a leche entera en polvo; encontrando 31 términos diferentes para describirla, este léxico generado puede ser usado para evaluar calidad en mejoras tecnológicas que se realicen cuando se están disminuyendo o eliminando los restrictores de consumo.

Vida útil en Bebidas con Proteína de Soya

Dadas sus propiedades, las bebidas con soya se convierten en un excelente vehículo para la incorporación de vitaminas, minerales y nutraceuticos, para lo cual es muy importante conocer su comportamiento durante el almacenamiento (1).

Dentro de la evaluación de propiedades fisicoquímicas se encuentran el pH, color y textura; el comportamiento encontrado para el pH depende de la composición del producto; por ejemplo, para bebida ácida de proteína de soya y con fruta (*Blueberry*) el pH no cambia significativamente durante el almacenamiento (52), mientras que para la bebida de soya saborizada, el pH se incrementa significativamente durante las primeras tres semanas, para decrecer posteriormente de manera significativa (0,6- 0,7 unidades), a continuación el pH comienza a incrementarse de nuevo hasta la semana seis, desde donde se mantiene estable por el resto de tiempo de almacenamiento. La explicación a este fenómeno es presentada por Achouri *et al.* (2007) (1), quienes señalan como causantes, los procesos de lipólisis y proteólisis que ocurren durante las primeras semanas. En cuanto al color y la viscosidad, estos cambian en dependencia de la temperatura de almacenamiento, si se mantiene en condiciones de refrigeración no se notan cambios significativos (73,1), pero si se almacena a temperatura alta como 38 °C se presenta oscurecimiento debido a las reacciones de Maillard y un incremento inicial de la viscosidad hasta la semana cuarta, luego comienza un descenso hasta la octava, a partir de la cual se estabiliza; la desnaturalización de proteína por calentamiento, podría incrementar el área superficial y exponer más sitios donde se generen interacciones hidrofóbicas con otros componentes de la bebida, resultando en un aumento de viscosidad; sin embargo, con el tiempo la sedimentación de partículas puede ocurrir manifestándose como una disminución de la viscosidad. (1).

En cuanto a las características sensoriales, se presenta una disminución en los componentes volátiles durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración (1,67,73).

Cuando los productos son almacenados a 38 °C, generalmente tienen altos componentes volátiles, los cuales se mantienen relativamente altos después de 12 semanas de almacenamiento.

Esta situación es explicada por efectos de la reacción de Maillard que genera compuestos como aldehídos, alcoholes, furanos, los cuales podrían ser los responsables, en un alto porcentaje, de este comportamiento (1). Wang *et al.*, 2001 (73) indican que con los hidrocoloides y los saborizantes se logra mejorar atributos deseables y disminuir los indeseables; la incorporación de goma ayuda a enmascarar parcialmente el sabor característico de soya (*beany*) y el uso de carragenina iota en 0,05% garantiza estabilidad reológica.

Leche

Composición de la Leche

El conocimiento de la Ciencia de los Alimentos es esencial para la comprensión de la naturaleza de la Leche y sus productos derivados, así como de los cambios que ocurren durante su procesamiento: tratamiento térmico, fermentación, homogenización, conservación; así como el punto de partida para entender las razones de la importancia que tiene la leche en la nutrición humana, en especial la de los niños, la mujer gestante y lactantes y en general los grupos en riesgo de supervivencia como los ancianos y los enfermos.

En la composición de la leche, encontramos proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema fisicoquímico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las moléculas mayores, lípidos, proteínas y encimas, aparecen en estado coloidal. (76)

Proteínas

Se considera que existen dos tipos fundamentales de proteínas lácteas. Una cantidad relativamente pequeña se haya adsorbida en la película que rodea a los glóbulos grasos, se le denomina proteínas de la membrana del glóbulo de grasa, no se conocen muy bien la naturaleza de estas proteínas, pero parece ser que algunas actividades enzimáticas de la leche se hayan localizadas allí. La eliminación de esta película suele dar lugar a la aparición de “grasa libre” capaz de alterar las características de solubilidad de la leche en polvo. (80)

La mayor parte de las proteínas lácteas son retenidas en la leche descremada tras la separación de los glóbulos grasos. Las proteínas de la leche descremada se pueden separar en cuatro fracciones. (81)

Caseína

La caseína constituye cerca del 80% del nitrógeno total de la leche de vaca. Por acción del cuajo o ácidos precipita, produciendo una masa coagulada llamada cuajada, que además de caseína, arrastra grasa, agua y algunas sales. Esta masa coagulada es la que después de prensada, salada y madurada se convertirá en el queso que todos conocemos, de ahí que la palabra caseína derive de la palabra latina caesus, que quiere decir queso. (78). La caseína es una fosfo-proteína, conteniendo, en su molécula, ácido fosfórico. Al PH de la leche, alrededor de 6.6, la caseína está presente como caseinato de calcio. Cuando la acidez de la leche se incrementa, por acción de la adición de ácido o por acidificación natural, el ácido remueve el calcio y el fosfato del caseinato de calcio,

transformándolo en caseína.

La caseína se coagula cuando el PH desciende a 5.2 y es menos soluble en su punto isoeléctrico (PH 4.6). La coagulación se reconoce por la formación de la cuajada. (76,80) La caseína precipitada puede tornarse nuevamente soluble por la adición de calcio o una base, por el cambio del pH más allá del punto isoeléctrico. De hecho, la caseína se purifica por su precipitación con ácido y disolución con bases por varias veces. A pesar de que la caseína no se coagula comúnmente en el hervido, podrá haber coagulación, si la leche estuviera ligeramente ácida o si se emplean temperaturas elevadas. Así la leche fresca ligeramente ácida tiene tendencia a coagular. La coagulación por el calor constituye un problema en la fabricación de leche evaporada. A pesar de que se considera comúnmente la caseína como una proteína simple, en realidad es una mezcla de proteínas como se demuestra por electroforesis. Por este método se estudia el movimiento de las proteínas en un campo eléctrico. Así se demuestra que la caseína está en realidad conformada por tres componentes: caseínas y cada una se mueve a una velocidad diferente en el campo eléctrico. Las leches de los camélidos sudamericanos son pobres en caseína, por lo que de ellas no se puede obtener quesos.

Albúmina y globulina. Los métodos tradicionales de separación nos indican que el suero de leche que drena de la cuajada en la manufactura del queso contiene albúmina y globulina. Las albúminas son solubles en agua y soluciones diluidas de sales neutras, en cuanto las globulinas son insolubles en agua, pero si en las soluciones diluidas de sales neutras. Estas proteínas pueden ser precipitadas por la adición de ciertas sales y coaguladas por el calor, sin embargo, ninguna es coagulada por la renina. Las albúminas tienen un peso molecular de 17,000 y las globulinas de 69,000. Cuando se calienta la leche, las albúminas forman un precipitado floculento que se asienta en el fondo y paredes del recipiente. (82)

Grasa

El contenido de grasa en los productos lácteos (tenor butiro métrico) es de gran importancia económica y nutricional.

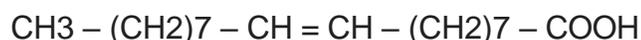
Las vacas Jersey producen leche con más tenor graso que las vacas Holstein. Los productos lácteos descremados tienen menores valores de Sólidos Totales, Grasa y energía. El contenido de grasa del queso depende del contenido original de grasa de la leche del cual se partió. (77)

La Grasa, en la leche se encuentra en estado de suspensión, formando miles de glóbulos de tres a cuatro micras de diámetro por término medio, variando de 1 a 25 micras. Cuando se deja la leche en reposo, estos glóbulos ascienden formando una capa de nata. Estos glóbulos están protegidos por membranas, evitando así ataques enzimáticos. Por centrifugación se separa también la grasa de la leche, con lo que obtenemos dos productos: la leche descremada y la crema. Un centímetro cúbico de leche puede contener cerca de 3,000 a 4,000 millones de glóbulos de grasa.

Cuando no se quiere que asciendan a la superficie, se recurre a la homogenización de la leche, la que consiste en dividir a un décimo del normal estos glóbulos de forma que queden más tiempo en suspensión. (82)

Ácidos grasos

La grasa de leche contiene triglicéridos derivados de una amplia variedad de ácidos grasos saturados e insaturados, se diferencia de otras grasas alimenticias por su alto contenido de ácidos grasos saturados de cadenas cortas. Los ácidos grasos presentes en la leche más importantes son: oleico, palmítico, esteárico, mirístico láurico y butírico. El oleico y linoleico son insaturados y líquidos a temperatura ambiente, al igual que el butírico, caproico y caprílico. El resto de los ácidos grasos tienen puntos de fusión altos (31 a 70 °C), por lo que son sólidos a temperatura ambiente. (80)



El ácido oleico tiene un doble enlace y un punto de fusión de 14° C, por lo que tiene un índice de yodo bajo, lo que nos da una idea de su consistencia. Cuando las vacas comen mucho pasto, aumenta el contenido de ácido oleico, siendo más líquida la grasa. Adicionalmente a los triglicéridos, la grasa de la leche contiene pequeñas cantidades de fosfolípidos como la lecitina y la cefalina, esteroides como el colesterol y vitaminas liposolubles como A, D, E y K. (82)

Hidratos de Carbono

En la práctica, la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existen también en pequeña proporción poliósidos libres y glúcidos combinados. (80)

Lactosa

El hidrato de carbono de la leche es la lactosa (azúcar de leche), un disacárido constituido por glucosa y galactosa. Está formada por la acción conjunta de la N-galactosiltransferasa y la α -lactalbúmina (lactosa sintetasa) para formar la unión glucosa-galactosa; la glucosa llega a la ubre por la sangre. La lactosa es el principal agente osmótico de la leche, con lo que permite el transporte de agua desde la sangre.

Reduce el licor de Fehling y es hidrolizada por la emulsión y por la enzima lactasa que es una β -glucosidasa. La leche es la única fuente conocida de lactosa, la leche de vaca tiene 4.9 % de lactosa, una cantidad que no llega a endulzar debidamente a la leche. El poder edulcorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa y junto a las sales de la leche es la responsable de su sabor característico.

Existen individuos intolerantes a la lactosa, que no producen lactasa en su trato digestivo, lo que les causa disturbios gástricos, la tolerancia a la lactosa se ha desarrollado por selección de poblaciones adaptadas a una dieta rica en leche de vaca durante miles de años como es el caso de los pueblos ancestralmente ganaderos de Europa y Asia menor.

Cuando cristaliza, a partir del suero concentrado, a temperaturas inferiores a 93.5 °C, la lactosa adopta la forma de β -hidrato, con un mol de agua. Los cristales, en forma de "hacha" afilada, son muy poco solubles y comunican una sensación desagradable, de arenilla, a la boca.

Esta propiedad es la responsable del defecto, de esta sensación de arena, que acompaña frecuentemente a los helados muy compactos.

Cuando la cristalización ocurre a temperaturas superiores a los 93.5 °C, se forman cristales anhidros, parecidos a agujas, que son más dulces y solubles que los cristales de hidrato. Si se seca rápidamente una solución de lactosa, se forma un vidrio no cristalizado, muy inestable e higroscópico. (80)

Vitaminas

La leche contiene todas las vitaminas conocidas necesarias al hombre. Es preponderantemente rica en riboflavina. Es una buena fuente de Vit. A y tiamina, sin embargo, es pobre en niacina y ácido ascórbico. En la leche, los niveles de Vit. A y el de su precursor, el caroteno, están propensos a ser más elevados en el verano, cuando la vaca lo consume abundantemente debido a su alimentación más verde que en el invierno. Las diferentes razas varían en su capacidad para transformar el caroteno en Vit. A. Como la Vit. A es liposoluble, se presenta en los productos lácteos en razón a su tenor de grasa. La leche contiene más Vit. D en verano que, en invierno, debido a la mayor alimentación verde y al incremento de luz solar. Estas variaciones estacionales son corregidas en algunos países por la adición de vitamina D.

Las vitaminas hidrosolubles están presentes en todas las formas de crema y leches. En la leche descremada la riboflavina se presenta como lactoflavina y le confiere un color verdoso. En la preparación del queso, gran parte de las vitaminas hidrosoluble pasan al suero, de modo que los quesos tienen pocas cantidades de estas vitaminas. Durante el hervido se pierde algo de ácido ascórbico y tiamina, por lo que la dieta debe de ser completada con alimentos ricos en estos nutrientes. (79)

Minerales, Cenizas y Sales

Prácticamente todos los minerales del suelo, de donde se ha alimentado la vaca, están presentes en la leche. De los minerales presentes en la leche, el calcio es el más significativo desde el punto de vista nutricional. Está presente en forma abundante y fácilmente asimilable por el organismo. Estudios dietéticos han mostrado que las deficiencias de calcio en nuestras dietas son debidas al bajo consumo de leche.

Se torna difícil planear una dieta adecuada sin el concurso de productos lácteos. El tenor de fósforo también es considerable en la leche, pero de menor importancia nutritiva que el calcio ya que puede ser proveído por otras fuentes alimentarias comunes. La leche es relativamente pobre en hierro y cobre.

Cenizas y sales de la leche no son términos sinónimos. Las primeras son el residuo blanco que permanece después de la incineración de la leche a 600 °C y están compuestas por óxidos de sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo y azufre, más algo de cloruro. El azufre y fracciones de fósforo y hierro proceden de las proteínas. Las sales de la leche son fosfatos, cloruros y citratos de potasio, sodio, calcio y magnesio. Los cloruros de sodio y los de potasio están totalmente ionizados, mientras que los fosfatos de calcio, magnesio y citrato están, una parte en forma soluble y otra en forma de complejos coloidales en equilibrio, muy débil, con el complejo caseína.

Aproximadamente dos tercios del contenido total de calcio de la leche adoptan una configuración coloidal dispersa y solo un décimo de él se haya ionizado.

El estado de equilibrio entre el calcio iónico y las formas ligadas o en complejos desempeña un papel importante en la estabilidad física de los productos lácteos elaborados. Por acidificación, se ioniza más calcio y ello contribuye a la desestabilización de la caseína. Por diálisis, se disocia el complejo calcio-fosfato y libera las unidades micelares. Las elevadas temperaturas desplazan el equilibrio hacia la formación de complejos, con lo que se disminuye la concentración de las especies iónicas y aumenta la estabilidad del sistema caseína.

Además de las sales mayoritarias, la leche contiene trazas de otros muchos elementos, que reflejan en cierto grado, las características del alimento consumido. Algunos de estos elementos, como molibdeno y hierro, forman parte de las enzimas. (83)

Enzimas

Son catalizadores biológicos de naturaleza proteica (provista o no de una parte no proteica llamada coenzima o grupo prostético). Las enzimas se encuentran presentes como proteínas simples o como apoproteínas en los complejos lipoproteicos. Las enzimas de la leche se encuentran repartidas en todo el sistema, sobre la superficie del glóbulo graso, asociado a las micelas de la caseína y en forma simple en suspensión coloidal. A pesar del gran número de enzimas presentes en la leche unos pocos revisten especial interés para el bromatólogo. Las más importantes son: Fosfatasa alcalina que sirve como indicador de la deficiente pasteurización, Lipasa, Proteasa y Xantina oxidasa. (80)

Acidez

La leche es ligeramente ácida, presentando comúnmente un PH entre 6.5 y 6.7.

Es bien tamponado por las proteínas y por las sales minerales, en especial por causa de los fosfatos. La mayor acción tampón se da entre PH 5 y 6 es alcanzada en la medida que la leche se va tornando ácida y no por causa de la acidez de la leche fresca. Cuando la leche es calentada, al principio, el PH desciende por la liberación del dióxido de carbono, para luego aumentar por la liberación de iones hidrógeno, cuando el calcio y el fosfato conforman compuestos insolubles. Un equilibrio entre estas dos fuerzas opuestas previene de grandes cambios durante los tratamientos térmicos a que es sometida industrialmente de la leche. (82)

Fase Lipídica

La mayoría de los lípidos de la leche están dispersos en una emulsión estable de gotitas de grasa envueltas por una membrana, cuyo tamaño oscila entre 2 y 10 μm , y en número aproximado de $3 \times 10^9/\text{cm}^3$. (82)

Formación de Crema (o Nata)

Los glóbulos de grasa al ascender, con la consiguiente formación de capas de crema, constituyen una de las propiedades fundamentales de la leche de vaca. Sin embargo, esta propiedad ya no tiene interés práctico para la industria láctea, porque la mayoría de las leches que se elaboran en el mercado son homogenizadas, con lo que se elimina la posibilidad de que se forme una capa cremosa. Pese a ello, el mecanismo de su formación continua siendo un misterio para los científicos versados en el campo de la leche.

La velocidad de ascenso de los glóbulos de grasa se calcula con la Ley de Stokes para la velocidad de depósito de partículas esféricas:

$$V = \frac{r^2(d_1-d_2)g}{9\eta}$$

Donde:

r = es el radio del glóbulo

d_1 = densidad de la fase plasmática d_2 = densidad de la fase lipídica

g = constante de la gravedad

η = viscosidad específica de la fase plasmática

De acuerdo con ella, se ha estimado que han de transcurrir 50 horas para que los glóbulos de grasa de la leche formen la capa lo que discrepa de lo observado: de 20-30 minutos; por tanto, deben de intervenir otros factores. Durante el proceso de formación de nata, se observa la formación de agrupaciones de glóbulos de grasa que incrementan el radio efectivo (r) y de esta manera la velocidad de ascenso.

La formación de grumos se inicia enfriando la leche a 4 °C. No obstante, cuando se suspenden los glóbulos de grasa lavados, en un sistema patrón exento de proteínas del suero, no se agrupan, ni cuando se calienta a 170 °C durante 30 minutos. Atribuirse la formación de crema a la actividad de algunos componentes del suero. Investigaciones recientes han revelado que se encuentran constantemente involucradas en este proceso las macro inmune globulinas IgM y posible la IgA. Al entrar la IgM, crio globulina, se asocian formando complejos mayores que con la superficie del glóbulo de grasa originan agrupaciones que aceleran la formación de la capa de nata. (82)

Membrana del glóbulo de grasa

Se ha estudiado ampliamente la composición y estructura del complejo material lipoproteico que constituye la membrana del glóbulo de grasa. Aunque los datos analíticos son algo variables y reflejan los métodos utilizados para aislar el material de la membrana, se acepta comúnmente que las preparaciones de ésta contienen lípidos neutros, fosfolípidos y proteínas. (77)

En la parte inferior de la membrana se observan numerosas partículas esféricas, relativamente grandes, de origen citoplasmático. Estas estructuras se advierten perfectamente en los cortes obtenidos por congelación previa. Aunque inmediatamente después de la secreción se observan en la leche las estructuras típicas de la membrana, es dudoso el que permanezcan en la forma de suministro. Parece que la influencia del tratamiento mecánico y otros componentes del sistema lácteo ejercen efecto degradante sobre la estructura de la membrana, originando la reorientación en capas desordenadas de unos 25 µm de espesor.

Casi el 50% de los fosfolípidos de la leche se encuentran en la fracción de leche descremada. Se admite que se trata de componentes de las partículas lipoproteicas que se liberan, por agitación, de la superficie del glóbulo de grasa. Aunque esto explica, en parte, su presencia en la leche descremada, observaciones recientes sugieren que fracciones de la membrana plasmática, es decir, microvellosidades y otras partículas lipoproteicas se asocian de por sí a la membrana del glóbulo de grasa y constituyen la fuente principal de fosfolípidos del plasma. (77)

Complejo Caseínico

En leche normal, a la temperatura de secreción (38 °C), todos los componentes de la caseína se hallan prácticamente en forma de micelas dispersas coloidalmente, su tamaño oscila desde unos 80 a 300 µm y están formados por subunidades distintas de 10-20 µm, asociadas entre sí a través de puentes salinos de calcio o complejos de fosfato de calcio, como se aprecia en la microfotografía.

Si se eliminan los iones calcio con componentes quelantes o por diálisis exhaustiva, las

micelas se disocian en subunidades. Una nueva adición de iones calcio reúne las subunidades en micelas. A temperaturas inferiores a 8.5 °C, la β -caseína, α -caseína y parte de las k-caseínas se disocian del complejo, dejando α -caseína como matriz estructural. Al calentarla se agrupan de nuevo los componentes disociados. Destruída la estructura micelar, es poco probable que se llegue a recuperar el estado original.

Todavía, es tema de controversia las subunidades, así como las micelas. La mayoría de las teorías sobre las estructuras que prevalecen cabe agruparlas en dos categorías generales: modelo núcleo-capa, en el cual la k-caseína está en la cubierta, o modelo en que la k-caseína se halla repartida entre las subunidades de la micela.

El argumento más convincente a favor del primer modelo se basa en la observación de que la cantidad de k-caseína presente en el sistema influyente en el tamaño de las micelas simuladas experimentalmente, es decir, a mayor cantidad de k-caseína, menor es el tamaño de las micelas. En apoyo del segundo modelo, ensayos recientes han demostrado que cuando se deja que la papaína polimerizada (molécula demasiado grande para penetrar en los espacios intersticiales de la micela) hidrolice la caseína micelar, la fracción hidrolizada contiene aproximadamente igual proporción de α 1, β y k-caseína, durante el curso de la reacción. (80)

Bioingeniería de la Leche

La composición de la leche y de sus productos derivados pueden ser alterados por manipulación genética, transgénica y manipulación de embriones para sintetizar determinadas proteínas de interés como son: factores de crecimiento, factores de coagulación, proteínas de interés farmacéutico e industrial y hormonas. Además, se pueden alterar las propiedades físico – químicas de determinadas proteínas lácteas asociadas a la calidad y digestibilidad de la leche y producción de queso. Así proteínas como la K y B caseínas y las B-lactoglobulinas, están directamente asociadas a la calidad y rendimiento quesero. También se está alterando las propiedades de otras proteínas lácteas menores como son la lactoferrina, lisozima o peroxidasa para que incrementen sus propiedades como agentes antioxidantes y bactericidas, muy importantes para la conservación y sanidad de la leche.

Ya está en producción un hato experimental de vacas transgénicas que producen una proteína para el tratamiento del mal de Alzheimer. Se ha realizado una modificación transgénica en cabras para producir fibras de araña con las que se ha conseguido un tejido con propiedades a la tracción física superiores al acero, destinada a nuevos materiales de aplicación aeroespacial. (77)

Valor Nutritivo de la Leche

La leche humana

La leche humana es el mejor alimento que puede recibir un niño, ya que ha sido específicamente diseñada para satisfacer las necesidades de su especie. Lo que la hace inmejorable es el hecho de que satisface los aspectos “Alimento-Vínculo-Estimulación- Inmunidad”; todas las necesidades impostergables del recién nacido. Necesidades que ningún alimento sustituto ha logrado satisfacer en forma tan completa como la leche materna.

La leche humana es el alimento ideal para el niño en el primer año de vida, porque: Es un alimento completo y provee todos los nutrientes que el lactante necesita en los primeros meses de vida.

Su contenido en nutrientes es el adecuado para la inmadurez de la función renal e intestinal, para el crecimiento y maduración de su cerebro y como materia prima para las transformaciones que su cuerpo va sufriendo a lo largo del primer año de vida.

Sus componentes se encuentran en una proporción tal que ninguno de ellos interfiere con la absorción de otro.

El aporte de sustancias anti infecciosas llamadas inmunoglobulinas, es el complemento ideal para las deficiencias inmunológicas del bebé en los primeros meses.

La forma química en que se encuentran el hierro y el zinc es la forma óptima para su mejor aprovechamiento.

La leche materna aporta la lactosa, un tipo especial de carbohidrato, que es necesario para la formación de una flora intestinal protectora que inhibe el desarrollo de gérmenes y parásitos dañinos.

El contacto físico con la madre contribuye a fortalecer el vínculo psico-afectivo.

Las madres que amamantan generalmente tienen períodos de infertilidad más largos después del nacimiento que las que no lactan.

El amamantamiento inmediatamente después del parto estimula la contracción del útero para que vuelva a su tamaño original en forma más rápida.

Representa la forma más natural de recuperar el peso luego del embarazo, ya que la grasa acumulada se consume para permitir la formación de leche.

La leche de madre está disponible en todo momento y en todo lugar, a la temperatura justa y en perfecto estado de higiene.

Los niños no amamantados presentan más riesgos de adquirir una gran diversidad de enfermedades como: diarrea, eczemas, cólicos, infección respiratoria aguda, otitis media aguda, bacteriemia y algunos tipos de meningitis entre otras.

Diversos estudios han demostrado un efecto protector de la leche materna contra enfermedades que aparecen más tarde en la vida, como: asma, diabetes tipo I y enfermedades autoinmunes.

A la madre le reporta los beneficios de: disminuir el riesgo de padecer cáncer de mama, aumentar su autoestima y fortalecer el vínculo madre-hijo al promover el contacto piel a piel.

Presenta ventajas económicas, ya que amamantar es mucho más barato que alimentar al niño con sustitutos de la leche materna. El costo del alimento extra que necesita la madre para producir leche es insignificante en comparación con el costo de las fórmulas lácteas y la energía consumida para calentar agua, esterilizar biberones, etc.

A la sociedad y el Estado le representa un importante ahorro en salud ya que previene la aparición de numerosas enfermedades que requieren hospitalización y representan un importante gasto para la comunidad.

Además, los lactantes que se alimentan con leche de vaca se encuentran más expuestos a:

A las deshidrataciones, ya que necesitan utilizar más agua de su cuerpo para formar la orina que los que toman leche materna.

A presentar bajos niveles de calcio ya que el exceso de fósforo de la leche de vaca dificulta la absorción de calcio.

A las diarreas, ya que el tipo de flora intestinal que se forma cuando se alimentan con leche de vaca, no los protege tanto como la flora que se forma con la leche materna.

A padecer anemia, ya que el hierro de la leche de vaca no se absorbe tan eficientemente como el de la leche materna. Además, la leche de vaca produce microhemorragias intestinales en los lactantes que también pueden favorecer la aparición de anemia.

A la dermatitis amoniaca, ya que el exceso de proteínas de la leche de vaca que es eliminado por orina en forma de amoníaco puede producir dermatitis en la zona genital.

(80)

Valor Nutritivo de la Leche:

Varios estudios han demostrado que la lactancia materna fortalece el sistema inmune, protege el sistema gastrointestinal y protege contra las alergias. Estos beneficios de salud continúan mientras el niño sigue recibiendo leche materna, y en muchos casos, incluso continúan más allá de la infancia. (American Academy of Pediatrics 1997). (76)

La leche materna contiene altas concentraciones de sustancias que son esenciales para el desarrollo óptimo del cerebro, tales como el aminoácido taurina y los ácidos grasos: el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido arachidonico (AA). Los investigadores han encontrado que la lactancia materna puede aumentar el desarrollo cognitivo, el desarrollo visual y las habilidades sensoriales de los niños. En un estudio reciente, investigadores en Nueva Zelanda observaron que existe una relación entre la lactancia materna prolongada y el obtener calificaciones mayores en pruebas de inteligencia más adelante en la infancia. (80)

La caseína de la leche materna es física y químicamente diferente de la caseína que se

encuentra en la leche de vaca, con una composición de diferentes aminoácidos. Las caseínas en la leche materna se consideran mucho más fáciles de digerir que las caseínas de la leche de vaca y pueden tener propiedades inmunológicas muy importantes que pueden beneficiar al niño autista, por ejemplo. Estudios recientes han mostrado que la Kappa-caseína humana, que se encuentra en la leche materna, promueve la colonización de bacterias benéficas que cubren y protegen el intestino del niño amamantado.

Estudios científicos recientes indican que un número creciente de componentes lácteos específicos tienen propiedades que van más allá de la simple tarea de contribuir al mantenimiento de la salud.

Los componentes nutritivos de la leche no solo favorecen el buen funcionamiento de los sistemas biológicos del organismo, sino que también ayudan a prevenir o curar ciertas enfermedades. Además de eso, muchos de los componentes responsables por la reputación de la leche como alimento sano, también pueden ser utilizados como ingredientes lácteos por parte de los profesionales que trabajan en el desarrollo de nuevos productos y nuevas tecnologías de producción de alimentos. (82)

Estudios epidemiológicos recientes sugieren que una dieta rica en productos lácteos disminuye el riesgo de contraer una enfermedad cardiovascular. Estos estudios demuestran que los componentes bioactivos del suero tienen un efecto positivo en la salud cardiovascular.

El término bioactividad se refiere a los componentes alimenticios que tienen un efecto en procesos biológicos o sustratos de tales procesos y que tienen un impacto positivo en las funciones del organismo y la salud.

Aunque las proteínas bioactivas forman solo una pequeña parte de la proteína total de la leche, ellas están en el centro de un gran número de novedades y nuevas tendencias. Estas proteínas incluyen la lactoferina que une folatos, bien como componentes de bioactividad inducida.

Las funciones únicas que estos componentes individuales realizan dentro del sistema de la leche también pueden ser aprovechadas en otros alimentos.

El consumo de lácteos puede contribuir a la pérdida de peso en niños y adultos obesos, en una reciente investigación clínica se encontró que los que están en dieta y que consumen productos lácteos, pierden alrededor de 70% más de peso que aquellos que no incluyen alimentos lácteos en sus dietas, en otro estudio se encontró que los adultos jóvenes que consumieron más productos lácteos, estuvieron menos propensos a desarrollar una condición que pudiera conducir a la obesidad, diabetes y enfermedades del corazón.

Una de las razones de los efectos benéficos es su excepcional capacidad para servir de vehículo para el calcio, ya que la interacción proteína-mineral potencializa la disponibilidad no solamente de calcio sino también del fósforo. Además de esto la combinación calcio-proteína aumenta la solubilidad del calcio, facilitando el mantenimiento de este mineral en solución.

El calcio no es el único aspecto nutritivo en el que se basa la excelente reputación de la leche como alimento sano. Siempre que la leche existe literalmente para fortalecer la salud, el factor digestibilidad tiene gran importancia. Las enzimas presentes en el tracto gastrointestinal humano sirven para degradar las proteínas lácteas con rapidez y facilidad. El índice-patrón de valor biológico del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, que mide la digestibilidad de la proteína bruta, atribuye a las proteínas aisladas de suero el valor máximo de 100. (80)

Calidad de las Proteínas:

Desde el punto de vista del valor nutritivo, las proteínas de la leche son de excelentes calidad, proveyendo todos los aminoácidos esenciales para la vida humana; compiten con la calidad de las proteínas de la carne y solo son superadas ligeramente por las proteínas del huevo que se han constituido en el patrón de la FAO:

COMPOSICIÓN EN AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LAS PROTEÍNAS DE LA LECHE
(mg/g de proteína)

Aminoácido esencial	Proteínas de la leche entera (1)	Proteínas del suero (2)	Caseína
Isoleucina	112	117	119
Leucina	199	234	179
Lisina	168	191	160
Fenilalanina	104	82	98
Tirosina	106	62	123
Metionina	51	35	55
Cistina	9	23	6
Treonina	89	103	96
Triptófano	42	57	33
Valina	123	98	140

Leche de vacas Holstein

Patrón de la Secretaría de Agricultura de los EEUU

Patrón de la FAO (76)

La principal deficiencia de las proteínas de la leche, pero de relativa importancia secundaria, es su contenido de residuos azufrados, o sea, cistina, cisteína y metionina. Las proteínas de la leche representan una fuente muy rica en lisina. En los productos concentrados como la leche evaporada y algunos tipos de leche en polvo, no es aprovechable una fracción de lisina por interacción de la lactosa y otros componentes de la leche. Paralelamente al desarrollo de la industria láctea, en la alimentación del niño se ha reemplazado de manera gradual la leche de mujer por la leche de vaca. El principal problema que esto origina es la sensibilidad alérgica de las proteínas de leche de vaca. Incluso la desnaturalización de las proteínas séricas por el calor no siempre es eficaz en la modificación de la antigenicidad de los individuos sensibles. (76)

Valor Biológico de las Proteínas

Los requerimientos proteicos de un alimento ideal para una especie están cubiertos por la ingesta de la misma proteína de la que está constituida. A pesar de que la composición cuantitativa de los aminoácidos nos da una idea de la calidad de la proteína de un alimento, las pruebas biológicas son las concluyentes, estas deben de realizarse preferentemente mediante la experimentación con la especie a la que se va a alimentar. En el caso de la nutrición humana, para evaluar la calidad proteica se recurre a animales de laboratorio (bioterio), específicamente ratas, que son mamíferos, omnívoros que poseen una fisiología muy semejante a la humana, lo que nos permite inferir los posibles resultados en el hombre sin necesidad de experimentar en él. Así las pruebas de NPK y PER son las más difundidas y reconocidas por la Food and Agriculture Organization y la Food and Drug Administration. La calidad biológica de proteína de la albúmina del huevo y la caseína de la leche tienen los valores más elevados entre todas las proteínas tanto de origen vegetal como animal, y se emplean como padrón de comparación.

A pesar de lo anterior, pruebas en el bioterio de la UNA "La Molina" encontraron que al menos una proteína vegetal, la de la papa, ostenta valores biológicos en su calidad proteica similares a la caseína de la leche⁵, descubrimiento que contribuiría a explicar la sorprendente difusión de la civilización inca en el sur del continente americano, a pesar de no contar con las fuentes proteicas de la leche, carne y huevos proveniente del ganado vacuno, caprino, ovino, equino, porcino y aviar, como son los casos de las civilizaciones del antiguo continente. (82)

Calidad de los Lípidos:

Los lípidos de la leche (triglicéridos) contienen concentraciones relativamente altas de ácidos grasos saturados y bajas de polinsaturados, esenciales, linoleico y linolénicos. Una opinión muy difundida hoy en día, relaciona el consumo de grasas animales, predominantemente las saturadas, es relacionarla con el desarrollo de la arteriosclerosis. Desde este punto de vista, los índices de colesterol plasmáticos y de β -lipoproteína son altos. Sin embargo, hay muchas facetas de este problema que aún no

se han resuelto. Así, parece injusto, en este momento, acusar a la grasa de la leche, per se, como causa principal de la elevada incidencia de arteriosclerosis en nuestra sociedad. (81)

Intolerancia a la Lactosa:

Aunque ha sido difícil asignar un papel nutritivo a la lactosa, hay algunas pruebas de que desempeña un importante papel en la absorción de calcio y aminoácidos a través del intestino. Últimamente, han aparecido numerosos artículos referentes a la intolerancia a la lactosa en niños mayores y adultos de raza no-caucásica.

Esta intolerancia conduce a una diarrea fuertemente deshidratante y vómitos, y se ha atribuido a que los individuos afectados carecen de lactasa intestinal. Según parece, esta deficiencia es rara entre los caucásicos, la mayoría de los cuales han sido criados con leche de vaca durante generaciones. Es interesante que algunos autores han observado que la intolerancia a la lactosa va asociada a la reacción alérgica a las proteínas de la leche; cuando se elimina la proteína de la leche de la dieta, hay mejoría en la intolerancia a la lactosa. De todas formas, muchas de las noticias sensacionalistas que se refiere a este problema son tan solo el resultado de extrapolar los datos obtenidos con dosis de lactosa administradas experimentalmente. Así, pues, no es prudente recomendar que se elimine la leche de la dieta, dado su extraordinario contenido de nutrientes esenciales. (80)

Estabilidad de las Vitaminas:

Las vitaminas liposolubles de la leche son bastante estables al calor y otros tratamientos. No obstante, se produce importante destrucción de vitamina A y E en presencia de lípidos oxidados o cuando los productos se exponen a la luz. La vitamina C es la más lábil de todas las hidrosolubles. Inicialmente está en forma de ácido L-ascórbico, que se oxida lentamente a ácido dehidroascorbato biológicamente activo, que luego se degrada a ácido dicetogulónico biológicamente inactivo y otros productos. Esta transformación la inducen los iones cobre contaminantes o por exposición de a radiaciones luminosas de menos de 500 nm. La riboflavina es también sensible a la oxidación promovida por la luz y participa en la degradación foto degradativa de otros componentes de la leche, tales como la vitamina C, lípidos y proteínas.

Excepto la tiamina, que se destruye aproximadamente en un 50 % durante el calentamiento moderadamente fuerte, para elaborar leche evaporada, las vitaminas B son relativamente termoestables. Se encuentran, en parte, libres y también ligadas a proteínas. En consecuencia, la actividad biológica de las formas ligadas depende de su liberación en la ingesta. (76)

Enriquecimiento de la Leche:

La leche, es un alimento (en especial para los niños), insustituible y único, además de proveer de sustancias complejas primordiales para la vida, es especialmente rico en proteínas de alta calidad, calcio, fósforo riboflavina y otras vitaminas del grupo B; sin embargo, la leche es una fuente pobre en vitamina D, vitamina C y hierro; por lo que es práctica común en el mundo su “enriquecimiento” mediante la adición de nutrientes que tiene la finalidad de compensar y corregir su carencia, y en ningún caso pretende el reemplazar la fuente que tiene la leche de proteínas animales, calcio lácteo, fósforo, riboflavina y otras vitaminas del grupo B, naturales y fácilmente asimilables, además de otros factores de la nutrición aún desconocidos. Es preciso remarcar que el hombre en su evolución, pasó de un animal herbívoro (pitecantropus) a omnívoro (homo), lo que le permitió disminuir el volumen de su aparato digestivo y destinar parte de su fisiología sanguínea a irrigar el creciente cerebro que le facilitó el salir de la barbarie (el cerebro humano actual constituye el 2% del peso corporal y demanda el 20 % de la sangre total del organismo); esto, junto al prolongado periodo de socialización y dependencia que tiene el niño, determina los exigentes requerimientos en la nutrición de aminoácidos y energía que demanda el ser humano actualmente. (78)

Análisis y Control de Calidad de la Leche:

Los centros que acopian leche de los ganaderos generalmente realizan el análisis de antibióticos y compuestos de sulfas en cada cisterna. El método mejor y más fácil de aplicar es el de respuesta colorimétrica al crecimiento de *Bacillus stearothermophilus* var. Calidolactisina, en medio agar sólido después de incubación.

En cada envío, el punto de congelación de la leche es medido para detección de agua agregada (crioscopía). Está disponible el instrumental comercial para este análisis y su costo generalmente se paga por la rebaja en el monto pagado por leche adulterada. Los instrumentos arrojan valores en °H (Grados Hortvet) o en °C (Grados Centígrados). Las fórmulas de conversión pueden sustituir un sistema por otro.

Los valores sobre -0,520 °C (por ejemplo, cercanos a 0 °C) son sospechosos, pero el intervalo normal del punto de congelamiento en la región tiene que ser conocido. Las fórmulas pueden convertir la variación de puntos de congelamiento, como consecuencia de la variación del contenido de electrolitos, en la cantidad de agua agregada.

Usualmente se obtiene similar información midiendo la densidad con un lactómetro (también denominado lactodensímetro) a 15 o 20 °C, la cual generalmente se ubica entre 1028 y 1034 g/L a 15 °C. Los valores por debajo de 1028 g/L generalmente indican la presencia de agua agregada, como consecuencia de la variación en el contenido de grasa y proteína por dilución. Las fórmulas pueden permitir calcular un estimado del total de sólidos desde el valor de densidad.

El pH es la medida de la cantidad total de H⁺ dissociado y, por lo tanto, un estimado grueso de la acidez de la leche. El pH es una medición muy sencilla, si el instrumento está bien calibrado, ofreciendo una indicación inmediata de la condición de la leche. Los valores normales de la leche son 6,6-6,8. Los valores más bajos generalmente significan que hay un proceso de acidificación por el desarrollo de bacterias; los valores más altos generalmente evidencian la presencia de mastitis.

Una medición más precisa del grado de acidificación se consigue por el análisis volumétrico de la leche. El análisis volumétrico se realiza agregando con una probeta una solución de NaOH. Dependiendo del tipo de sistema en uso la normalidad (N) de hidróxido de sodio cambia: 0.25 N por Soxhlet Henkel (°SH), N/9 en Dornic (°D). Los valores actuales son 7-7.8 °SH. Valores superiores evidencian generalmente un proceso de acidificación debido al desarrollo de ácidos lácticos por bacterias.

Dos métodos simples y rápidos pueden proveer un estimado de la calidad de la leche para ser consumida o procesada: la estabilidad de la leche al etanol 68% y el análisis de alizarin-alcohol. El primer método se basa en el comportamiento de la leche al mezclarse con un volumen igual de etanol 68%: si la leche no produce floculación es normal; si la produce, significa que no es apropiada para su procesamiento.

El segundo método es más preciso y está basado en el cambio de color de la mezcla equivolúmica de leche con alizarin-alcohol. De acuerdo con una escala colorimétrica y la eventual presencia de floculación, es posible definir la normalidad, el grado de acidificación, o la presencia de leche anormal (calostro, leche mastítica). Los análisis arriba mencionados son realizados a cada envío y no requieren personal especialmente entrenado.

La determinación de contenido de proteína y grasa requiere instrumental más sofisticado y personal entrenado. Existen métodos oficiales, emitidos por el Codex y la FIL. Para la determinación de esos constituyentes de la leche en gran escala, están disponibles instrumentos automáticos: el uso de radiación infrarroja media, filtrada por filtros seleccionados que permiten el paso de aquellos largos de onda correspondientes a la absorción de los enlaces químicos característicos de la proteína, grasa y lactosa. Una curva de calibración con muestras conocidas permite la determinación cuantitativa de los tres constituyentes en forma simultánea.

Si se dispone de tal instrumento, la composición de la leche se evalúa en cada envío lo que hace posible un sistema de pago basado en la calidad. Si se utiliza la química húmeda tradicional para estas determinaciones, los análisis se realizan usualmente cada dos semanas. La determinación del conteo bacteriano total, también se realiza cada dos semanas. Más información sobre procedimientos analíticos realizados en centros de acopio puede encontrarse en el manual de lechería de pequeña escala de la FAO. (76)

Funciones de las Proteínas Lácteas en los Alimentos:

Las proteínas tienen la capacidad de formar geles, soles, espumas y emulsiones, al mismo tiempo que contribuir al desarrollo del color y del gusto en los sistemas alimenticios. En la preparación de quesos y otros derivados lácteos se produce la coagulación de la leche, se forman grandes agregados de caseína a partir de las micelas en dispersión. Esta coagulación se lleva a cabo con ayuda de ácidos, calor y enzimas.

Las proteínas de la Leche contribuyen al gusto y a la formación y estabilización de las burbujitas de aire, contribuyendo a mantener la consistencia propia de helados y cremas, cuando la leche forma espumas, sus proteínas actúan en la interfase aire-líquido. (80)

En la preparación de algunos alimentos se utilizan leches en polvo descremadas (exentas de agua y grasa) y distintas fracciones de proteínas lácteas como ingredientes (caseína, caseinato de sodio, sueros lácteos, etc.). (82)

Así la leche en polvo descremada se utiliza en panadería y pastelería: a) para mejorar la capacidad de la harina de trigo de adsorber agua, a la vez que aumenta la viscosidad de la masa, con lo que facilita la operación de amasado; 2) a fin de incrementar las propiedades relacionadas con el horneado de las harinas de trigo de baja calidad; 3) ejercer acción reguladora del proceso de liberación de gas; 4) reforzar la estructura y consistencia; 5) retrasar la pérdida de humedad prolongando la tersura de la miga; 6) mejorar el color de la corteza y el gusto y, 7) retrasar los procesos de deterioro (retrogradación del almidón que produce el envejecimiento). La leche en polvo destinada a productos de panadería y pastelería debe de elaborarse calentando previamente la leche a 80-85° C durante 30 minutos antes de la deshidratación, de tal manera que se promueva la desnaturalización de las proteínas del suero, promoviendo la interacción proteína-proteína, el empleo de leches en polvo en la elaboración del pan de molde no sometidas a este pre tratamiento térmico provoca masas excesivamente blandas, que crecen poco en las cámaras de dilatación produciendo un pan con poco volumen. (83)

La caseína se emplea como estabilizante de alimentos congelados. Las proteínas del suero (lacto albúminas) poseen características ideales para la obtención de batidos, utilizándolas para mantener y estabilizar espumas en pastelería. Se emplea leche en polvo descremada para estabilizar emulsiones de carne finamente dividida promoviendo la retención de agua. Las proteínas de suero se emplean en confitería (caramelos, dulces de chocolate, caramelos blandos, helados, etc.) fortaleciendo la retención de agua y limitando el crecimiento de cristales. No obstante, todo el conocimiento que tenemos en la actualidad de las proteínas lácteas y las funciones que conforman en el sistema alimenticio, no ha sido bien establecida, quedando muchos aspectos todavía por dilucidar. (84)

Desnaturalización de las Proteínas:

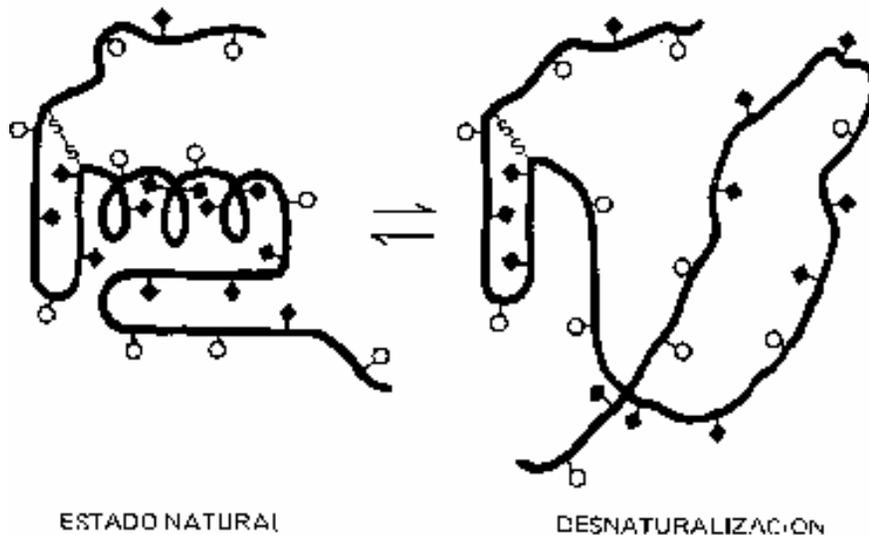
Por “desnaturalización” se entienden los cambios en las propiedades de las proteínas originados por modificaciones importante de su estructura, originados por tratamientos no excesivamente enérgicos (que lleguen a comprometer la ruptura del enlace peptídico).

Las modificaciones comprenden: 1) una mayor sensibilidad del enlace peptídico a los fenómenos de hidrólisis provocados por enzimas proteolíticas; 2) descenso o incluso pérdida de la actividad enzimática; 3) disminución de la solubilidad; 4) bloqueo de la cristalización; 5) incremento de la viscosidad; y 6) aumento del poder rotatorio específico de la proteína. (82)

El incremento de la viscosidad parece indicar que la molécula pierde su estructura propia, con lo que crece su asimetría; así los grupos hidrófobos antes orientados al interior, originan un descenso de la solubilidad.

La desnaturalización implica alteraciones en las estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias, excepto la rotura de enlaces covalentes.

De hecho, se produce rotura de puentes de hidrógeno, interacciones hidrófobas y enlaces salinos, todo lo cual hace que la molécula se despliegue. En algunas ocasiones, la proteína pierde totalmente su estructura y adquiere una disposición de enrollamiento al azar, y en este estado origina agregados con mayor facilidad. (82)



Esquema del proceso de desnaturalización de la molécula proteica. Los puntos polares e iónicos se representan mediante círculos blancos. Los cuadros negros indican zonas hidrófobas. En estado original, estas últimas están localizadas preferentemente en el interior de la molécula, circunstancia que desaparece después de la desnaturalización.

Las proteínas de la leche sufren modificaciones físicas, químicas y coloidales según el tipo de proceso a la que es sometido: cocción, homogenización, fermentación, maduración, coagulación, deshidratación, etc. El valor nutritivo de la leche no disminuye cuando es sometido a las temperaturas del autoclave en el enlatado, durante la fabricación de la leche en polvo o leche evaporada, o sometido a las grandes concentraciones de azúcar; sin embargo, es de suponer que estos cambios por más pequeños que sean originen pérdida de las propiedades nutritivas, u otras de la leche, horizonte no muy bien explorado por la ciencia, por el momento. (82)

Es una de las más trascendentes características de las proteínas consistente en ser susceptibles de ciertos cambios experimentados en sus propiedades naturales. Estos cambios pueden estar provocados por numerosos factores entre los que cuentan el calor, los ácidos y las bases fuertes, determinados solventes y solutos, las radiaciones ultravioleta y los metales pesados. Estos cambios pueden producir cambios y modificaciones en la molécula proteica. Si se trata cuidadosamente, a bajas temperaturas y utilizando reactivos menos fuertes, se puede recuperar las propiedades originales.

A este tipo de desnaturalización se le denomina desnaturalización reversible. Agentes más enérgicos pueden desplazar a los grupos sulfidrilos que establecen los enlaces entre las cadenas de la molécula proteica, cuyos pliegues se deshacen y cuya hélice se desarrolla de un modo frecuentemente irreversible.

Esto sucede cuando las proteínas del suero interfieren en la manufactura del queso tipo cottage por calentamiento a temperaturas elevadas. (82)

Esta proteína se hace menos soluble y dificultan la formación de la cuajada de la caseína. Algunas proteínas contienen grupos sulfidrilos (SH-) entre las vueltas interiores de las hélices, cuando estas hélices se rompen, quedan expuestas las cadenas y se hacen más reactivas y sensibles a reacciones secundarias. La exposición de los grupos SH es uno de los determinantes más importantes del sabor de la leche cocida. (82)

Desde el punto de vista nutritivo, una ligera desnaturalización de las proteínas puede hacerlas más susceptibles al ataque de las enzimas proteolíticas y facilitar por tanto la digestión.

Muchos de los cambios de los diversos productos lácteos experimentan en el aroma y la textura durante el tratamiento se deben sin duda al grado de desnaturalización de estas proteínas. Tratamientos relativamente suaves como los de pasteurización apenas modifican el estado de las proteínas.

Una exposición prolongada a temperaturas más elevadas produce sin embargo la desnaturalización proteica. Las proteínas del suero son más susceptibles a la desnaturalización que la caseína, pero tratamientos drásticos alteran también a la caseína. El más notable cambio experimentado por las propiedades de la leche es la pérdida de la solubilidad y la tendencia a la coagulación. Los cambios de aroma asociados con frecuencia al desenmascaramiento de los grupos sulfidrílicos de la κ -lactoglobulina, pueden ofrecer gran importancia.

Para proteger a la leche contra la coagulación por el tratamiento térmico se necesita emplear a veces “agentes de secuestro”, como fosfatos y citratos, que alteran el balance iónico de la leche. Los agentes secuestrantes son reactivos que ligan un ion determinado. La adición de citrato y fosfato origina el secuestro de Ca^{++} en forma de un complejo soluble, con lo que queda reducida la actividad de los iones Ca^{++} . Esta es una práctica corriente en la industria de la elaboración de leche evaporada. (82)

Separación de Fases:

Cuando la leche permanece en reposo los glóbulos de grasa se van a la superficie y si es sometida a la fuerza centrífuga los glóbulos de grasa se separan; todo esto es debido a que la gravedad específica de los glóbulos es menor que la de la porción acuosa de la leche. Durante estos procesos los glóbulos de grasa se agrupan. Al batir la leche se invierten las fases del sistema coloidal, los grupos de glóbulos de grasa se unen en agregados mayores hasta que la emulsión de leche y crema se transforman en una emulsión de mantequilla. En la leche, la fase continua es hidrosoluble y la discontinua es liposoluble conformada por los glóbulos de grasa. En la mantequilla, la fase continua es liposoluble y la discontinua está formada por la fase hidrosoluble. En la leche homogenizada, los glóbulos de grasa son tan pequeños que no ascienden cuando se encuentran en reposo. (80)

Homogenización:

Durante la homogenización estos glóbulos son reducidos a un diámetro de 1 micrón, al forzarlos a pasar sobre presión elevada a través de pequeños orificios, el número y la cantidad de superficie cubierta de proteína adsorbida de los glóbulos de grasa homogenizados de incrementa exponencialmente.

En la figura se observa como los glóbulos disminuyen de diámetro, al extremo derecho la acción del cabezal del homogenizador sobre el tamaño de los glóbulos de grasa. (76)

El Azúcar de la Leche:

La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares. Dietéticamente esto es una cualidad, ya que hace más soportables las dietas lácteas.

En parte su sabor dulce es enmascarado por la caseína. En el suero (en que está ausente la caseína) el sabor dulce es más acentuado que en la leche.

La leche humana es más dulce que la de vaca por su mayor contenido en lactosa. A pesar de que la lactosa se presenta en la leche en forma de solución verdadera, su baja solubilidad puede originar problemas en su industrialización, debido al carácter arenoso de sus cristales.

La lactosa por tener un grupo aldehído libre posee propiedades reductoras ante el licor de Fehling, esta propiedad se expresa como Equivalente en Dextrosa o D.E. (Dextrosa Equivalente), como porcentaje del total de la sustancia seca. Esto causa que la lactosa produzca fácilmente la reacción de Maillard, es decir, produce oscurecimientos en presencia de grupos amino de las proteínas con pérdidas de valor nutritivo. Estas reacciones de oscurecimiento son canalizadas por metales pesados (hierro y cobre), fosfatos y temperatura. Esta reacción es la causa del oscurecimiento que sufre la leche en polvo y del color a miel dorada que surge en las galletas dulces que tienen una correcta dosificación de leche en polvo en su formulación; así como el color gratinado que surge en las tortas que se les añade queso rallado, o que se les pinta con yemas de huevo, en la superficie. (81)

La lactosa se cristaliza en la leche condensada, por la pequeña cantidad de agua que resta después de la evaporación, por lo que se hace necesario adicionar sacarosa para su conservación. En la leche evaporada no ocurre esta cristalización porque el agua remanente es suficiente para disolver toda la lactosa. La lactosa puede cristalizar en los helados porque gran parte del agua es congelada y por tanto no disponible para mantener la lactosa en solución.

La lactosa es la fuente potencial de ácido láctico, en la medida que la leche se acidifica por acción de los microorganismos lácticos, disminuye la lactosa. Cuando la leche se cuaja la lactosa permanece en el suero de la cual puede ser separada industrialmente. Por esta razón todos los quesos que son obtenidos por sinéresis de la cuajada son pobres en lactosa. (81)

Conservación de la Leche

La Leche por ser de características perecibles y de difícil transporte, ha obligado a que se desarrollen diferentes técnicas para su conservación, como la acidificación, el secado, la adición de azúcar, la adición de sal, el tratamiento por calor y frío, la exclusión de aire, la Osmosis Inversa, la ultrafiltración, el empleo de radiaciones, etc.

Solo después de la posguerra mediante la comprensión y difusión de estos procedimientos de estabilización de la leche, ha sido posible la difusión de su comercio a lugares lejanos, y prolongar la vida útil del producto, antes restringido a unas pocas horas, generalizándose su consumo. (83)

Calidad

En la tecnología de alimentos existe la norma: “la calidad de un alimento nunca puede incrementarse, en el mejor de los casos podemos aspirar a mantenerla constante”, esto se debe a las fuerzas de deterioro de la naturaleza tienden a degradar los alimentos⁸, entendiéndose como deterioro los procesos físicos, químicos, enzimáticos, microbianos que tienden a degradar la materia orgánica. Por lo tanto, una alimento como la leche que se obtiene con una baja calidad en el ordeño por ausencia de sanidad e higiene, no puede nunca mejorar su atributo de calidad original; mediante la refrigeración solo podremos aspirar a detener el proceso de deterioro o minimizarlo hasta la llegada a la planta procesadora en donde la calidad del alimento se estabilizará mediante otros procesos como la pasteurización o la esterilización. (76)

Leche y suero en Polvo

Luego de concentrada la leche se puede reducir aún más la humedad hasta 4% por un equipo de secado denominado Secado por Atomización o Spray Dryer. La leche concentrada en los evaporadores es atomizada en finas gotitas en un cabezal a presión que gira a gran velocidad provocando una fina neblina de gotitas de leche, las que al caer por gravedad se encuentran con una corriente ascendente de aire calentado que elimina la humedad instantáneamente.

La Leche desecada es retirada en la parte inferior por un mecanismo de tornillo sin fin. Para incrementar la solubilidad y hacerla de disolución instantánea la leche en polvo es sometida a una atmósfera de vapor de agua antes de secarla nuevamente para lograr microporos en las partículas.

La leche en polvo entera deshidratada en bolsas tiene una duración de 6 meses y la leche en polvo descremada tiene una vida útil de 2 años.

En la fabricación de suero en polvo, se someten los sueros resultantes de la fabricación de quesos y mantequilla al proceso de Osmosis Inversa, el suero rico en lactosa y de refracciones no caseínicas llamadas proteínas séricas (consistentes en albúminas y globulinas), es sometido a altas presiones y forzado a ceder agua a través de membranas selectivas especiales. Este proceso es actualmente utilizado como un método energéticamente eficiente para eliminar agua, en la pre concentración de leches descremadas y de los sueros, previamente al proceso de concentración por evaporación al vacío por múltiples efectos y secado por atomización. (82)

Tratamientos Térmicos

Pasteurización

El proceso de pasteurización fue inventado por Pasteur hace 150 años, primeramente, para combatir el deterioro de los vinos que originaba grandes pérdidas a la industria vitivinícola francesa, esta técnica posteriormente fue aplicada a la higienización de la leche.

Consiste en tratar térmicamente los productos lácteos con la finalidad de destruir o minimizar la acción de los agentes de deterioro y los causantes de los problemas sanitarios presentes en la leche sin procesar: básicamente microorganismos y enzimas. El producto así tratado es mantenido hasta su consumo en un envase que lo protege de Re-contaminaciones del medio ambiente. (83)

La práctica de hervir la leche antes de su consumo ha constituido un gran avance en los correctos hábitos de consumo actuales. Mediante esta práctica ha disminuido la incidencia de enfermedades transmitidas por animales enfermos al hombre, se detiene la proliferación de microorganismos que por contaminación originan disturbios gastrointestinales y se logra disminuir la velocidad de deterioro natural de la leche. Sin embargo, el hervir la leche, causa destrucción de muchas las cualidades nutritivas de la leche por sobre exposición al calor. Es pues necesario afinar el proceso a los precisos parámetros en los que se logra máximo efecto benéfico y mínimo deterioro por sobre exposición al calor, y en esto radica la correcta pasteurización de la leche. El óptimo tratamiento es en realidad una combinación de parámetros de tiempo y temperatura que conforman la llamada curva T-T de pasteurización. El procedimiento desarrollado por Pasteur asume que destruyendo el Bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, se destruye también los demás agentes patógenos como *Brucella bovis* y *Brucella ovis*, la *Escherichia coli* causante de la disentería y las enzimas que originan el enranciamiento de la grasa de la leche; lo que hace que se emplea al *Bacilo Mycobacterium tuberculosis* como un marcador.

El objetivo de la Pasteurización es pues la muerte del *Bacilo Mycobacterium tuberculosis*, que es un microorganismo no esporulado (formas vegetativas) y por otro lado la destrucción de las enzimas principalmente las que oxidan la grasa de la leche y que destruyen también otras sustancias beneficiosas como las vitaminas liposolubles. (83)

Por la pasteurización se persigue como máximo una vida útil, a temperaturas de refrigeración (4 a 7 ° C), de 10 días, suficiente para que la leche llegue en buenas condiciones al consumidor.

**Relación Tiempo Temperatura Para la Destrucción del
Mycobacterium Tuberculosis**

TEMPERATURA		TIEMPO	TEMPERATURA		TIEMPO
°F	°C	minutos	°F	°C	segundos
130	54.4	60	155	68.3	30
132	55.5	60	160	71.1	20
134	56.6	40	170	76.6	20
136	57.7	30	180	82.2	20
138	58.9	20	200	93.3	20
40	60	10	212	100	10
142	61.1	10			
145	62.7	6			
150	65.5	2			

La bondad del proceso se puede evaluar objetivamente mediante la prueba de la Fosfatasa y del seguimiento de la acidez titulable durante el almacenamiento de la leche. La enzima fosfatasa se encuentra en la leche cruda, pero se destruye casi totalmente por la pasteurización. La enzima se destruye con un poco más de dificultad que los gérmenes tuberculosos. Por lo anterior la leche que da negativo a la prueba de fosfatasa puede admitirse que ha sido sometida a un tratamiento que ha destruido todos los gérmenes tuberculosos. (83)

La Acidez Titulable

Por el metabolismo de los microorganismos sobre la leche se transforma la lactosa en ácido láctico, a más microorganismos más producción de ácido láctico, es por esto que la acidez nos da una idea de la efectividad de la pasteurización, y de la actividad de microorganismos en la leche.

En un comienzo los envases para la leche pasteurizada fueron botellas de vidrio, actualmente son bolsas de polietileno. Este embalaje fue desarrollado como envase para leche a partir de 1,95011.

Polietileno. Abreviatura PE, plástico fabricado mediante la polimerización de etileno; transparente (en caso de capas de más espesor, turbio y con color lechoso), ligero, tenaz, elástico, prácticamente irrompible, prácticamente inatacable por sustancias químicas, proporciona un tacto como de cera, se ablanda a una temperatura de 76-80° C y se funde a 100-200° C.

El polietileno brinda múltiples aplicaciones: Para láminas de embalaje (impermeables al agua y al vapor de agua), productos domésticos, botellas, como material aislante, como protección anticorrosiva, etc. Productos típicos de PE: Artículos de láminas de plástico como bolsas de basura, bolsas para congelados, bolsas de compra, bolsas planas. (76)

Tyndalización

Proceso de esterilización térmica inventado por Tyndall (1820-1893) con la finalidad de destruir no solamente las formas vegetativas de los microorganismos, sino que también las formas esporuladas, sin recurrir a temperaturas elevadas y tiempos prolongados. Consiste en someter al producto con la carga microbiana a temperaturas letales para las formas vegetativas en forma sucesivas y alternadas con descensos en la temperatura con la finalidad de que los esporos pasen a formas vegetativas y que sean destruidas por el siguiente tratamiento térmico. (76)

Uperización

Es un tratamiento térmico por el cual en forma continua se inyecta vapor de agua directamente sobre la leche y posteriormente se retira el agua adicionada mediante vacío. (76)

Proceso Larga Vida

Proceso de esterilización que le confiere a la leche una vida útil en empaque de por lo menos un año a temperatura ambiente. Esta tecnología hizo su aparición en la década de los 60, hoy el sistema TERAPAK ese ha impuesto y está generalizado en el mundo entero, su difusión en nuestro medio es reciente.

Implica la esterilización por tratamiento térmico a Ultra Alta temperaturas y Corto Tiempo o simplemente UHT (Ultra High Temperatura), y llenado aséptico. La leche y el empaque son esterilizados por separado y en un ambiente estéril se procede a el llenado y sellado de los envases. En la esterilización se emplean aire filtrado, peróxido de hidrógeno para esterilizar los empaques y vapor, y agua caliente como elementos calefactores para la esterilización de la leche. Las plantas son tal vez demasiado caras para operaciones de pequeña escala, ya que no existe ninguna planta comercial de UHT de menos de 5,000 litros diarios. (76)

Tratamientos Químicos

Budización, proceso de conservación química de la leche, que la protege del ataque bacteriano. Fue desarrollado por Budde a fines del siglo XIX¹³, en la actualidad este sistema se usa únicamente en forma clandestina principalmente en zonas tropicales, del tercer mundo, cuando los medios de transporte y la pasteurización están poco

desarrollados, con la finalidad de evitar el crecimiento de las bacterias en la leche fresca. La adición de H₂O₂ a la leche reduce la población bacteriana. El H₂O₂ puede eliminarse fácilmente de la leche después que ha producido su acción germicida. Por este tratamiento se adiciona a la leche fresca 0.02 – 0.05 % de peróxido de hidrógeno, se deja actuar durante un tiempo y se destruye el exceso por calor. Este tratamiento destruye tanto a las bacterias del deterioro como los gérmenes patógenos. Una variante es el tratamiento de la leche para queso con 0,04-0.08 % de agua oxigenada con el fin de disminuir el número de gérmenes.

El tiempo de tratamiento térmico es 30 minutos a 50-53° C. Después de enfriar la leche, el exceso de H₂O₂ se elimina por acción de catalasa durante 30 minutos. El procedimiento tuvo difusión en USA bajo denominación de procedimiento PK (peróxido-catalasa). En las zonas tropicales en donde predominan las condiciones higiénicas desfavorables, con frecuencia constituía el único sistema disponible para asegurar la conservación de la leche durante cierto tiempo. (76)

Lactoperoxidasa

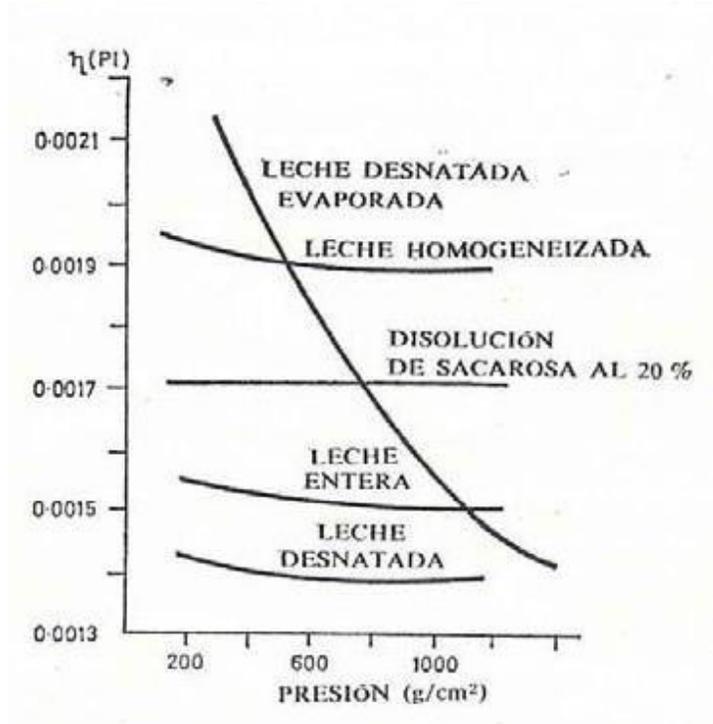
Hoy el procedimiento PK (peróxido-catalasa) ha sido substituido por la adopción del Sistema Lactoperoxidasa (SLP), que ha sido adoptado por el Codex alimentarium de la OMS y la FAO. El SLP consta en añadir una cantidad pequeña de tiocianatos a un porongo de leche, luego otro poco de peróxido de hidrógeno. Ambas sustancias químicas se dan naturalmente en la leche, pero en cantidades que sólo inhiben las bacterias durante una o dos horas. Al reforzar este proceso natural, la leche puede conservarse tres horas más, lo suficiente para transportarla al punto de acopio donde haya refrigeración. (76)

Reología de la Leche

La leche es básicamente una emulsión acuosa de glóbulos grasos de 0.00015-0,01 mm de diámetro. Además de su composición centesimal incluye, células y gases disueltos. Las investigaciones reológicas han implicado principalmente a las relaciones entre la viscosidad, la composición, el tratamiento térmico, la homogenización y el tiempo de almacenaje.

Las medidas visco simétricas son, a veces difíciles de determinar porque durante su ejecución puede separarse la parte grasa.

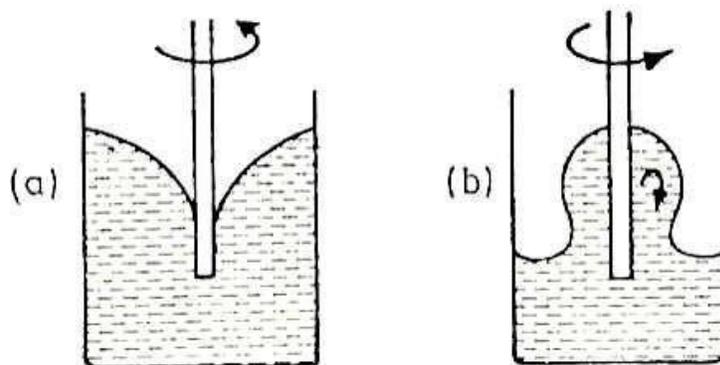
La leche se aproxima mucho a un comportamiento newtoniano¹⁵, pero muestra un ligero descenso en la viscosidad a medida que se eleva la tensión de cizalladura. La figura ilustra este hecho. (76)



Descenso del coeficiente de viscosidad de diversos tipos de leche al aumentar la fuerza de cizalladura.

Cuando los sólidos totales de la leche aumentan, tanto en la leche evaporada como en la leche descremada, el comportamiento suele desviarse acusadamente del de un líquido newtoniano. (76)

La leche condensada almacenada durante cierto tiempo muestra unas propiedades visco- elásticas muy complejas, que ha sido denominado efecto Weissenberg:



Rotación de una varilla: (a) con formación de vortex, en un líquido newtoniano, (b) con efecto Weissenberg, en un líquido visco elástico.

El comportamiento viscoso de la crema (nata) de leche es también diverso y complicado. Cuando se reduce su contenido en grasa, mediante la adición de agua, desaparecen las anomalías reológicas y tiende a reasumir un comportamiento newtoniano. (76)

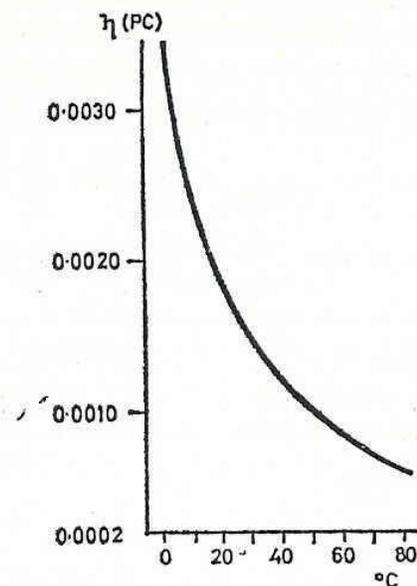
Viscosidad y Composición

La leche descremada es menos viscosa que la leche entera, porque la viscosidad aumenta con el contenido de grasa. La viscosidad aumenta también con el contenido de sólidos totales, pero ninguna de las dos relaciones es simple. Por ello han fracasado todos los intentos de detectar la adulteración de la leche mediante el aguado, a través de las determinaciones de viscosidad. Pero la adición de incluso 5% de lactosa carece prácticamente de efecto. Sucede así porque las moléculas relativamente pequeñas apenas afectan a la viscosidad, lo contrario a lo causado por las macromoléculas. (76)

Viscosidad y Temperatura

Al igual con lo que ocurre con todos los líquidos, la viscosidad de la leche desciende a medida que aumenta la temperatura. El gráfico a continuación muestra las relaciones que se dan entre la temperatura y la viscosidad de la leche. (76)

Relación entre la temperatura y la viscosidad de la leche entera



Viscosidad y Homogenización

Durante la homogenización la leche se hace pasar por una válvula homogeneizadora, para reducir el tamaño de los glóbulos de grasa. Cuando se reduce el tamaño de los glóbulos de grasa se incrementa su número, su superficie específica y la viscosidad de la leche. (76)

Viscosidad y Tiempo de Almacenamiento

La viscosidad de la leche descremada y de la leche pasteurizada, homogenizada o no, aumenta con el tiempo. Se desconoce la causa.

Se sabe sin embargo que se producen cambios bacterianos y enzimáticos que resultan en alteraciones del PH, y que la viscosidad de la leche es menor en su PH natural y es posible que el incremento de la viscosidad se deba a un ligero aumento del PH. (76)

Las propiedades reológicas de una grasa dependen de la temperatura de almacenamiento, del tratamiento de pasteurización, de la velocidad de enfriamiento tras haber sufrido este tratamiento, del amasado, y en el caso de la mantequilla, de cómo se ha realizado el batido y de la temperatura del agua de lavado. La importancia del valor de la deformación plástica en el amasado de la margarina es sobradamente conocida: “puede extenderse recién sacada de la refrigerador”, este es uno de los atributos que esgrimen los publicistas en que figuran las propiedades reológicas de buen producto alimenticio. (76)

Edulcorantes No Calóricos

Los edulcorantes no calóricos representan una buena alternativa para sustituir los sabores dulces sin la respuesta fisiológica que genera el consumo de azúcares. Por sí solos no son herramientas para el control de peso. Su consumo debe ir acompañado de una dieta correcta y un estilo de vida saludable que incluya actividad física. Su utilidad radica en proporcionar el agradable sabor dulce sin el aporte energético. La inocuidad de cada uno de los compuestos aprobados está comprobada y se reevalúa constantemente para tomar en cuenta los resultados de nuevos estudios. Debido a que no existe un edulcorante perfecto, la variedad ayuda a que se desarrollen productos cada vez más agradables para el consumidor. Este trabajo es fruto de una revisión exhaustiva de la bibliografía y de las discusiones de un panel de expertos de diversas especialidades: toxicología, ginecoobstetricia, pediatría, endocrinología, nutrición, medicina interna, salud pública y medicina preventiva, en el que se analizó extensamente la bibliografía se revisó una variedad de trabajos científicos que responden a las interrogantes que habitualmente se hacen los profesionales de la salud acerca de seguridad en diferentes grupos etéreos y con afecciones específicas, ingestión diaria admisible, etc.

El consumo de los edulcorantes no calóricos data de hace más de un siglo; sin embargo, su consumo por amplios segmentos de la población se ha generalizado en las últimas décadas. Además, han surgido nuevos edulcorantes no calóricos con características sensoriales diferentes. Asimismo, su uso industrial y en una diversidad de productos ha aumentado y también se han generado nuevas mezclas que buscan mejorar su palatabilidad. A lo largo de este tiempo han surgido especulaciones acerca de posibles efectos adversos a la salud e incluso temores de que pudieran incrementar la preferencia por el sabor dulce, promover el aumento de peso y ser un factor contribuyente a la pandemia de la obesidad. (85)

A diferencia de los medicamentos, la aprobación de un aditivo alimentario está basada no sólo en los estudios que demuestran su seguridad, sino también en las evaluaciones que determinan que no tienen ningún efecto fisiológico ya que se consumirán como alimentos. Estos compuestos deben ser inocuos y no tener ningún efecto más allá de su poder endulzante.

Por ello, la opinión científica de las instituciones de evaluación de riesgo, como el Comité mixto FAO/OMS de Expertos en aditivos alimentarios (JECFA, por sus siglas en inglés) y la aprobación por las autoridades internacionales, como el Codex Alimentarius¹ y las autoridades nacionales, es la base que sustenta su consumo como alimentos. Debido a que no ejercen ningún efecto fisiológico, no puede hablarse de su “efectividad” y, por supuesto, no puede evaluarse su efecto en la prevención y tratamiento de ninguna enfermedad. (85)

Las opiniones científicas de los comités de expertos internacionales son revisiones exhaustivas de todos los estudios de seguridad disponibles al momento de la evaluación, por lo que se consideran la fuente más completa de revisión y evaluación de la evidencia.

La evaluación de la seguridad de los edulcorantes no calóricos se basa en los procesos de análisis de riesgo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el análisis de riesgo se utiliza para elaborar una estimación del riesgo para la salud y la seguridad humanas, identificar y aplicar medidas adecuadas para controlar el riesgo y comunicarse con las partes interesadas para proporcionar información acerca de la seguridad y las medidas aplicadas para minimizar el riesgo. Los tres componentes principales del análisis de riesgo se definieron en el Codex de la manera siguiente: evaluación de riesgo, gestión de riesgo y comunicación de riesgo. Se considera que la evaluación de riesgo constituye el componente “científico” del análisis de riesgo, mientras que la gestión de riesgo es el componente en que se integran y ponderan la información científica y otros factores, como los de índole económica, social, cultural y ética para elegir las opciones preferidas de gestión de riesgo. (85)

Algunos estudios realizados en el decenio de 1980 sugirieron que el consumo de estas sustancias podría estimular el hambre en humanos. Rápidamente surgieron evidencias en contra, (2,3) pero hace poco reapareció este concepto, sobre todo en estudios observacionales, (4) a pesar de que los ensayos de intervención en humanos con mejor diseño y calidad de evidencia han mostrado consistentemente que el consumo de edulcorantes no calóricos en diversas etapas de la vida no genera incremento de peso. El debate ha reaparecido al salir a la luz nuevos trabajos que reportan que algunas de estas sustancias, a pesar de su nulo o bajo contenido calórico, pueden estimular receptores desde la boca hasta diversas partes del tubo digestivo y modificar la liberación de hormonas, como insulina o incretinas, o bien, pueden generar cambios en el transporte de nutrimentos y de esta manera producir un efecto potencial en el metabolismo energético. (85)

Este trabajo es fruto de una revisión exhaustiva de la bibliografía y de las discusiones de un panel de expertos de diversas especialidades: toxicología, ginecoobstetricia, pediatría, endocrinología, nutrición, medicina interna, salud pública y medicina preventiva. Se analizó extensamente la bibliografía revisando una variedad de trabajos científicos que responden a las interrogantes que habitualmente se hacen los profesionales de la salud, o bien, que les son planteadas por sus pacientes. (85)

Seguridad de los Edulcorantes no Calóricos

Por lo general, para determinar la toxicidad sistémica (tanto de edulcorantes no calóricos como de la mayor parte de los compuestos farmacológicos) se realizan ensayos de corto y largo plazos. Estos estudios permiten identificar los órganos objeto de la toxicidad y pueden indicar la necesidad de realizar otras pruebas o pruebas más específicas (por ejemplo, de neurotoxicidad o inmunotoxicidad). Se examinan los efectos de la sustancia pertinente en relación con un amplio conjunto de parámetros de carácter observacional, funcional, bioquímico y patológico. Por lo general, los estudios se realizan en dos especies, un roedor y un animal que no sea roedor o dos especies de roedores y en animales de uno y otro sexo, para maximizar la posibilidad de hallar algún efecto (identificación del peligro). A menudo, los ensayos de largo plazo también incluyen pruebas de carcinogenicidad en dos especies de roedores. El uso de un método alternativo para reemplazar a un roedor puede ser aceptable según el caso. Se han incorporado diferentes pruebas alternativas de carcinogenicidad, en las que se intensifican las respuestas carcinogénicas y, por tanto, se acorta la duración de las biovaloraciones; por ejemplo, el modelo del ratón neonato y modelos de iniciación-promoción y en ratones transgénicos. (85)

El destino metabólico de cada uno de los compuestos se conoce mediante los estudios de ADME (absorción, distribución, metabolismo y excreción) que se realizan con el compuesto marcado primero de manera radiactiva en un modelo animal. Una vez que culminan los estudios de toxicidad y se tiene clara la inocuidad del compuesto, se repite el estudio en humanos para establecer claramente las características de cada compuesto y asegurar que en ningún momento existe bioacumulación del compuesto o de sus metabolitos. De igual manera, estos estudios dan información clara del destino de cada compuesto y sus metabolitos en el cuerpo. (85)

Los ensayos deben realizarse del modo que mejor permita encontrar datos toxicológicos relevantes que no siempre están relacionados con las condiciones de la exposición humana. En la selección de la dosis debe tomarse en cuenta la exposición humana prevista, su frecuencia y duración para tomar las dosis de partida. Sin embargo, las dosis se aumentan a niveles muy altos para obtener datos toxicológicos que permitan estimar los márgenes de seguridad de la exposición. En el diseño de todos los estudios debe prestarse especial atención al intervalo entre dosis, al número de grupos de estudio, la dosis máxima utilizada, la cantidad y la especie de animales de uno y otro sexo en cada grupo de dosis, la elección de los controles, la pauta de administración, la confirmación de la dosis administrada en relación con la nominal y la dosis ingerida (aceptabilidad, desperdicio de comida). Además de los ensayos de toxicidad sistémica general, debe evaluarse la posible genotoxicidad de una sustancia mediante un conjunto de pruebas *in vitro* y, si es necesario, *in vivo*. (85)

El análisis de la calidad de los estudios analizados para llegar a las conclusiones que a continuación se presentan se realizó con el auxilio del método y programa GRADE, que categoriza los desenlaces de interés y su importancia relativa. Se califica la calidad de la evidencia en cuatro categorías (A, B, C y D, de mayor a menor calidad) indicando hasta qué punto la estimación de un efecto es confiable (Cuadro 2). Para producir esa estimación, el método evalúa el riesgo de diferentes tipos de sesgo de los estudios y no solamente el diseño metodológico de cada estudio incluido.

En este documento no se pretendió realizar un metanálisis por cada desenlace, sino únicamente utilizar el instrumento para evaluar la calidad de los trabajos científicos pertinentes para cada uno de los desenlaces planteados y para cada una de las preguntas a contestar. (85)

Cuadro 2. Significado de los niveles de calidad de la evidencia

Calidad de la evidencia		Definición
A	Alta	Existe confianza alta en que el estimador del efecto está muy cercano al efecto real
B	Moderada	Hay confianza moderada en el estimador del efecto: es probable que el estimador del efecto esté cercano al efecto real, pero hay la posibilidad que existan diferencias sustanciales
C	Baja	La confianza en el estimador del efecto es baja: el estimador del efecto puede ser sustancialmente diferente al efecto real
D	Muy baja	Hay confianza muy baja en el estimador del efecto: es muy probable que el estimador del efecto sea sustancialmente diferente al efecto real

Adaptado del *GRADE Working Group* (último acceso 23/11/2015: http://www.gradeworkinggroup.org/publications/JCE_series.htm)

Edulcorantes no Calóricos Aprobados y Disponibles Actualmente

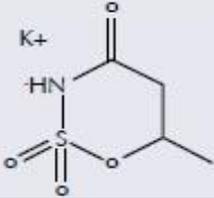
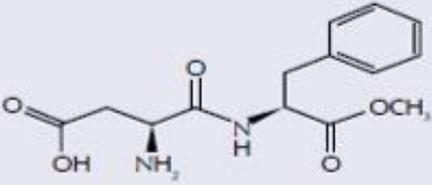
Los edulcorantes no calóricos aprobados son: aspartame, Acesulfame potásico, aspartame-Acesulfame, sucralosa, sacarina, glucósidos de esteviol, ciclamatos, alitame y neotame, además de *Advantame*® y alulosa aprobados recientemente, pero que no se incluyeron en esta revisión. Alitame y neotame, por su altísima intensidad de dulzor, se utilizan casi exclusivamente a nivel industrial. (85)

Aspartame

Se sintetizó en 1965 dentro de un programa de investigación de péptidos para su uso farmacéutico. Está constituido por los aminoácidos ácido aspártico y fenilalanina en forma de un metiléster. La Dirección de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos (FDA) autorizó su consumo en 1983. Es 200 veces más dulce que el azúcar y no resiste el calentamiento. Su consumo está limitado en personas con fenilcetonuria y un reporte de la EFSA arrojó de nuevo una evaluación favorable a su consumo en 2013.^{8,12} Se ha especulado acerca de potenciales daños neurológicos y en otros sistemas por sus metabolitos, como el metanol. Sin embargo, como puede verse en el Cuadro 4, la concentración de estos metabolitos derivados de su consumo en bebidas endulzadas con aspartame es incluso inferior a la encontrada en alimentos de origen natural y de consumo común. (85)

Acesulfame K

Fue descubierto en 1967. Tiene 180 a 200 veces más poder endulzante que la sacarosa. Es estable al calor y puede combinarse con otros edulcorantes. Resalta la percepción de sabor y frescura. No se metaboliza en el cuerpo por lo que se excreta intacto y no contiene sodio. Está autorizado por la FDA y por EFSA. (85)

Edulcorante no calórico	Poder endulzante en comparación con la sacarosa	IDA (ingesta diaria admisible, mg/kg/día)	Generalidades: composición, metabolismo y excreción	Estructura
Acel-sufame potásico	180 a 200x	15 mg/kg/día	Conformado por 5,6-dimetil-1,2,3-oxatizaina-4 (3H)-ona-2,2 dióxido. Se absorbe en el intestino delgado y es excretado por vía renal sin ser metabolizado	
Aspartame	200x	40 mg/kg/día	El aspartame es un dipéptido de éster metílico de L-fenilalanina y el ácido L-aspártico que lleva un grupo amino en la posición α -desde el carbono del enlace peptídico (α -aspartame). Se metaboliza en el intestino delgado y se digiere a metabolitos como L-fenilalanina, ácido aspártico y metanol o a dicetopiperazina, que es un producto de la degradación térmica del aspartame	

Edulcorantes no Calóricos en la Niñez y la Adolescencia

Edulcorantes no Calóricos y “Compensación Aguda” en la Ingestión Energética en Niños y Adolescentes:

En términos históricos se ha debatido si el consumo de edulcorantes no calóricos en forma de precargas (administrados previo al consumo de alimentos) genera aumento de la ingesta energética. A ese potencial incremento se le denomina “efecto compensatorio”.

Birch en 1988 y Anderson en 1989 realizaron ensayos clínicos en niños evaluando precargas con edulcorantes no calóricos, comparándolos con cargas de sacarosa antes de la ingestión *ad libitum* de alimentos. No se encontró que el ciclamato o el aspartame afectaran la proporción de los macronutrientes de la dieta ni que incrementaran las calorías ingeridas tras la precarga, éstos fueron los “desenlaces duros” de estos estudios. Al utilizar una medición subjetiva (“desenlace blando”), como las escalas análogas visuales de hambre y saciedad (aplicadas cinco minutos antes de iniciar el almuerzo), se encontró un incremento significativo en la sensación de hambre, en el deseo de consumir alimentos y disminución de la sensación de saciedad con el aspartame. Sin embargo, esta sensación no modificó la ingesta. De manera adicional, el estudio de Birch mostró que administrado en forma de precarga, el aspartame produce, incluso, menor incremento del apetito sobre la cuantificación de la ingesta cuando se le compara con el agua.

Cuando se compara con azúcar, de manera similar al agua, el aspartame tiene menor efecto de saciedad que la sacarosa, como es de esperarse por el casi nulo contenido energético del edulcorante no calórico. Podemos concluir que por sí mismo, el aspartame no generó incremento de la ingesta de alimentos en estos experimentos en niños.

Rogers y colaboradores en 2015 realizaron una revisión sistemática que incluyó una serie de estudios con 476 niños; compararon precargas en solución acuosa de diferentes edulcorantes no calóricos contra sacarosa antes de un tiempo de comida. El resultado del metanálisis mostró que la ingesta energética acumulada se redujo con las soluciones con edulcorantes no calóricos, en contraste con las precargas de sacarosa. Sin embargo, los autores reportaron un alto grado de heterogeneidad en los métodos de los estudios incluidos. El promedio de reducción de la ingesta a favor de los edulcorantes no calóricos representa una reducción de -39 kcal.

Conclusión con base en la evidencia. En niños y adolescentes, los edulcorantes no calóricos (ciclamato y aspartame) no parecen afectar la ingestión ni producir una sobrecompensación energética cuando se administran antes de un tiempo de la comida.

Calidad de la evidencia: A. (85)

Edulcorantes no Calóricos y Variación del Peso en Niños y Adolescentes:

En 2006, Ebbeling realizó un ensayo clínico con distribución al azar en 105 adolescentes con sobrepeso u obesidad; comparó el efecto del reemplazo de bebidas azucaradas por bebidas con edulcorantes no calóricos durante 25 semanas, contra otro grupo sin reemplazo de las bebidas azucaradas.²¹ Se controló la posibilidad de cambios de la actividad física y la ingesta energética en ambos grupos para que solamente difirieran en el consumo o no de bebidas azucaradas contra endulzadas con edulcorantes no calóricos. Hubo reducción del peso y del índice de masa corporal (IMC) en el grupo con reemplazo de bebidas azucaradas por las bebidas con edulcorantes no calóricos, pero únicamente entre los participantes que se encontraban en el tercio superior de IMC. De igual manera, se observó reducción ponderal en los sujetos con mayor consumo previo de bebidas azucaradas.

En otro estudio que incluyó a 32 adolescentes (11 a 15 años) con obesidad, en el que no hubo sustitución calórica y en el que a los dos grupos se les controló la dieta en 1,500 calorías, a un grupo se le permitió el consumo restringido de bebidas azucaradas, mientras que al otro se le permitió el consumo ilimitado de bebidas endulzadas con edulcorantes no calóricos.

A diferencia del estudio previo, en este ensayo no hubo sustitución con bebidas sin calorías. Aunque ambos grupos bajaron de peso, no se encontró diferencia significativa en la reducción de la pérdida de peso entre ambos grupos.

Este estudio sugiere que lo relevante en la pérdida de peso es la energía ingerida y no necesariamente la composición de la dieta. También sugiere que los edulcorantes no calóricos per se no inducen pérdida de peso, a menos que se evite la compensación energética a partir de otros alimentos y bebidas. (22)

Ruyter y colaboradores realizaron un ensayo clínico en 641 niños (4 a 11 años) con peso normal y con seguimiento de 18 meses.²³ A un grupo se le administró una bebida azucarada (104 kcal) y al otro grupo se le sustituyó con una bebida endulzada con edulcorantes no calóricos (sucralosa y acesulfame-K), ambos del mismo volumen y dulzor. Los resultados mostraron menor ganancia de peso (que es normal en el crecimiento) en el grupo que consumió la bebida con edulcorantes no calóricos vs la bebida azucarada. (23)

Conclusión con base en la evidencia. El consumo de edulcorantes no calóricos en niños y adolescentes puede ser coadyuvante en los programas de reducción y mantenimiento del peso y estilo de vida saludable acompañados de un plan de alimentación correcto y adecuado para cada individuo, siempre y cuando se evite la compensación energética. En contraste, el consumo libre de edulcorantes no calóricos sin un programa de sustitución energética tiene un efecto neutro sobre el peso. **Calidad de la evidencia: A.** (85)

Edulcorantes no Calóricos en Niños y Adolescentes y Alteraciones en la Conducta y Déficit Cognitivo:

Al revisar la bibliografía existente se han reportado casos anecdóticos aislados de afectación cognitiva o de alteraciones de la conducta posiblemente asociados con el consumo de edulcorantes no calóricos en niños y adolescentes. Debido a lo anterior, se analizaron estudios de casos y controles, así como ensayos clínicos controlados en una revisión extensa que Butchko y colaboradores realizaron acerca del tema. (24) En los estudios de mejor calidad de diseño se descartó que existiera causalidad entre el consumo de edulcorantes no calóricos y convulsiones, cefalea, alergia, tumores cerebrales, alteraciones cognitivas y del aprendizaje en niños.

Uno de los ensayos descritos y con mejor diseño, aunque de corta duración, es el estudio doble ciego de Wolraich, realizado en 1994 en niños preescolares (3 a 5 años) y escolares (6 a 10 años) que se expusieron a tres tipos de dieta: una dieta alta en sacarosa, otra alta en aspartame y otra alta en sacarina durante tres semanas. (25) Se evaluaron 39 parámetros del comportamiento que incluyó variables del desarrollo cognitivo y se encontró que en ningún parámetro medido hubo diferencia significativa entre los tres grupos.

Conclusión con base en la evidencia. El consumo de edulcorantes no calóricos (aspartame y sacarina) en niños y adolescentes no parece favorecer la aparición de trastornos de la conducta o déficit cognitivo. **Calidad de la evidencia: B.** (85)

Edulcorantes no Calóricos en Niños y Adolescentes y Convulsiones en Epilepsia:

En la misma revisión de Butchko y colaboradores, (24) se describen varios ensayos clínicos con distribución al azar acerca del consumo de edulcorantes no calóricos y la aparición de convulsiones en niños y adolescentes con epilepsia. Los autores concluyeron que, con base en los estudios de mayor calidad, no existen pruebas de causalidad para producir o ser un factor detonante de convulsiones en niños que ya padecen epilepsia.

Conclusión con base en la evidencia. El consumo de edulcorantes no calóricos no favorece la aparición de convulsiones en niños y adolescentes con epilepsia ni genera crisis convulsivas. **Calidad de la evidencia: A.** (85)

Edulcorantes no Calóricos en Niños y Adolescentes y Neoplasias:

Dos polémicos estudios realizados en Italia por Soffritti relacionaron el consumo de aspartame con linfoma y leucemias en ratas cuando este edulcorante se administra a dosis altas desde la etapa gestacional, continúa en la lactancia y se mantiene en los animales a lo largo de toda su vida.^{26,27} Por su relevancia, estos estudios fueron evaluados exhaustivamente por agencias regulatorias, como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, la Dirección de Alimentos y Fármacos y el Instituto Nacional de Cáncer, ambos de Estados Unidos.

Los grupos de expertos convocados por estas instituciones llegaron a la conclusión de que estos estudios tienen serios errores metodológicos que invalidan sus conclusiones.

En relación con los estudios en humanos, existe una serie de ensayos en niños con o sin tumores, la mayor parte de ellos con diseño de casos y controles, en los que se evalúa la asociación entre el consumo de edulcorantes no calóricos y la existencia de neoplasias. Organismos internacionales enfocados en el estudio del cáncer determinaron que no hay elementos para sugerir alguna relación dosis-respuesta basada en la edad del primer consumo, el número de años de consumo o la frecuencia del mismo de edulcorantes no calóricos, sustentada en estos estudios en humanos.

Además, no se han encontrado pruebas de asociación entre el consumo de aspartame y tumores, aun cuando el análisis se estratifica por subgrupos histológicos con diversos tipos de neoplasias malignas. (24)

Conclusión con base en la evidencia. La evidencia de mejor calidad científica existente hasta ahora no sugiere que el consumo de edulcorantes no calóricos favorezca la aparición de neoplasias en niños o en otras etapas de la vida. **Calidad de la evidencia: B.** (85)

Edulcorantes no Calóricos en Niños y Adolescentes y Urticaria o Angioedema:

En un ensayo multicéntrico doble ciego cruzado, en el que participaron niños y adultos (n=21) que habían tenido un evento de urticaria o angioedema atribuido potencialmente al consumo de aspartame, se les proporcionó aspartame en cápsulas (50, 300 y 600 mg) en días separados y en otro día se les administró placebo. (29) Dos participantes en el grupo del placebo y dos en el grupo de aspartame tuvieron alergia. No hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0.289$) entre el aspartame y el placebo para efectos adversos de aparición de urticaria o angioedema. Este estudio disminuye su calificación en el sistema GRADE por sesgo de publicación, ya que lo financió la industria de aditivos, aunque también los Institutos de Salud (NIH) de Estados Unidos. El valor del estudio radica en un buen diseño y en que se trabajó en una población seleccionada con riesgo alto de manifestar el desenlace y en la que pretendidamente se había responsabilizado al edulcorante de uno o varios eventos previos de alergias.

Conclusión con base en la evidencia. En esta revisión no se encontró ninguna evidencia de calidad de que los edulcorantes no calóricos (aspartame) causen algún tipo de alergia, urticaria o angioedema en niños, adolescentes o adultos, incluso en población que haya tenido estos síntomas con anterioridad. **Calidad de la evidencia: B.** (85)

Edulcorantes no Calóricos en Niños y Adolescentes y su Efecto en Concentraciones de Fenilalanina en Fenilcetonuria:

Caballero y colaboradores realizaron un diseño de pre y posad ministración de aspartame realizado en niños y sus padres que tenían fenilcetonuria (PKU), hiperfenilalaninemia atípica y en portadores de fenilcetonuria (heterocigotos), comparados con un grupo control de adultos sanos en el que se les proporcionaron 10 mg/kg de aspartame y posteriormente se les midieron aminoácidos plasmáticos. (30)

No hubo cambios significativos en las concentraciones de esos aminoácidos. Estos datos indican que 10 mg/kg de aspartame pueden ser consumidos con seguridad aun por personas con hiperfenilalaninemia o fenilcetonuria que no mantienen una dieta restringida en fenilalanina. Sin embargo, no se abordó la cuestión de los efectos a largo plazo del consumo de aspartame ni las consecuencias de consumir dosis altas del mismo, solo o con otros alimentos. Lo relevante de este estudio es que aun en sujetos con riesgo alto de elevación de fenilalanina, el consumo de dosis moderadas de aspartame no modifica de manera relevante sus concentraciones.

Por supuesto, lo antes descrito no implica que en esta población, y sobre todo en fenilcetonúricos homocigotos, se deba dejar de tener especial vigilancia en el consumo de alimentos que contengan aspartame y otros alimentos comunes que contienen fenilalanina, como la leche y el huevo. (85)

Conclusión con base en la evidencia. Aun en personas con riesgo alto de padecer elevaciones de fenilalanina, el consumo de dosis moderadas de aspartame no produce elevaciones clínicamente relevantes de sus concentraciones. Su consumo en homocigotos con fenilcetonuria está restringido de acuerdo con su dieta terapéutica.
Calidad de la evidencia: B. (85)

Canela

Cinnamomum zeylanicum

La canela se obtiene del árbol de la canela, canelero de Ceilán, o canelo, *Cinnamomum zeylanicum*, árbol con corteza papirácea marrón claro, perteneciente a la familia de las lauráceas. En su estado silvestre puede alcanzar los 10 m de altura. Es un árbol de hoja perenne, casi opuestas, con tres venas prominentes, simples, coriáceas, largas y aromáticas, de color rojo brillante cuando son jóvenes y verde intenso con llamativos nervios blancos al madurar.

A las laxas panículas de modestas flores hermafroditas amarillas les siguen los frutos morados en estructuras muy similares a las copas de las bellotas. La especia de la canela corresponde a la corteza interna que se extrae pelando y frotando las ramas más pequeñas y que, una vez desprendida, es nuevamente separada y vuelta a pelar. Las cortezas se enrollan una dentro de otra hasta formar barras de aproximadamente 1 m de largo que se dejan fermentar. Pasadas 24 horas, se separa la capa exterior más rugosa de la corteza y la capa interna se deja secar. Durante el proceso de secado, esta se enrolla hasta formar las conocidas «ramas» de canela. (86)

La canela es una de las especias conocidas desde más antiguo. En China se empleaba ya en el año 2500 a.C. Los árabes la utilizaban para aromatizar carnes, ya que la canela contiene un aceite esencial rico en fenol que inhibe las bacterias responsables de su putrefacción.

Actualmente, la canela se usa en rama y molida. Su aroma especial a madera, agradable y dulce, y su cálido sabor la hace muy usada tanto para platos dulces como salados. (86)

Estacionalidad

Es originaria del sur de India y Sri Lanka. También se cultiva en Brasil, Birmania, Indonesia, Indias occidentales e islas del océano Pacífico. En general, se cultiva en países cálidos cuyos inviernos no son fríos. Se recoge durante las estaciones de lluvia, en Sri Lanka ocurre entre mayo y junio y en octubre y noviembre. Los brotes se podan de continuo, cerca del suelo, lo que hace que el canelo parezca un arbusto bajo, denso y de finas y frondosas ramas. La primera cosecha produce una corteza más gruesa e inferior. La calidad aumenta en podas sucesivas. La corteza más fina procede de los brotes más delgados del centro de la planta. Esta operación se hace en la época de lluvias por ser más fácil el decorticado, debido a la humedad. (86)

Porción Comestible

100 gramos por cada 100 gramos de producto. (86)

Fuente de Nutrientes y Sustancias no Nutritivas

Fenol, hierro y calcio. (86)

Valoración Nutricional

La ración media de la canela es de 1 g; esta cantidad no aporta a la dieta nutriente alguno en cantidad tal que represente significación. En cualquier caso, merece comentario el contenido en hierro y calcio, siendo en 1 g de esta especie equivalente al 4% de las ingestas recomendadas al día (IR/día) para el hierro, en hombres de 20 a 39 años y con una actividad física moderada, 2% en mujeres; y al 1,2% de las IR/día para el calcio en esta población diana. Cuantitativamente, a estos contenidos le siguen los de ácidos grasos saturados, vitamina C y selenio. Estos dos últimos explican el poder antioxidante relacionado con esta especia.

Además, a la canela se les atribuyen propiedades carminativas frente a cólicos, gases y otros problemas de estómago. También ha sido probada su acción antimicrobiana, por su alto contenido en fenol. Y, por último, existen estudios preliminares que relacionan el consumo diario de 1 g de canela con una reducción en los niveles sanguíneos de colesterol, triglicéridos y azúcar; si bien, está por determinar la posible toxicidad en consumos prolongados. (86)

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

- Olla de Presión marca Rochedo de 86 KPa de Presión
- Horno Eléctrico marca Black&Decker TRO421. Potencia: 1.350W
- Termómetro de Alcohol (-5°C – 150°C)
- Balanza Electrónica marca Electronic Compact Scale, Sensibilidad: 1g, Capacidad 5000 g
- Envase Termo-Resistente

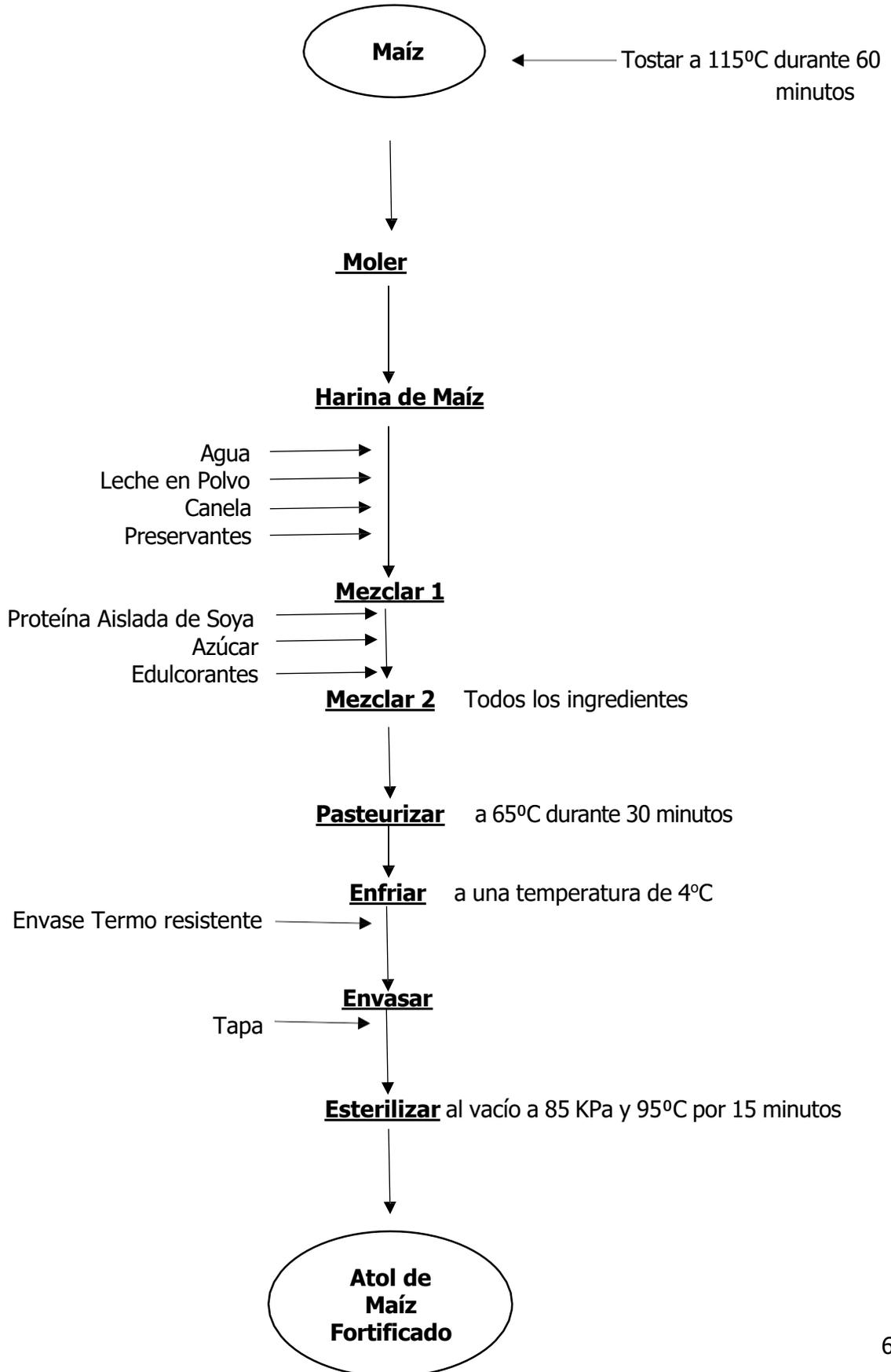
Ingredientes:

- Agua Purificada Marca Salvavidas
- Harina de Maíz Tostado
- Leche Entera en Polvo Marca Anchor
- Proteína Aislada de Soya Marca Super B
- Azúcar Morena Marca Los Tulipanes
- Canela
- Aspartame (Edulcorante)
- Acesulfame K (Edulcorante)
- Sorbato de Potasio (Preservante)
- Benzoato de Sodio (Preservante)

Métodos:

- Métodos de Referencia: BAM: Capítulos 4 y 5, APHA 5ta. ed: Capítulos 9 y 36.
- FDA “bacteriological Analytical Manual” RTCA 37.04.50:08 Alimentos.

DIAGRAMA DE FLUJO



Experimentación

Se realizó una investigación sobre las necesidades nutricionales de las personas, especialmente escolares, las cuales indican que debido a la escasez de recursos no tienen una buena fuente de alimentación.

Se dio la necesidad de crear una bebida fortificada, esto con el fin de que las personas tuvieran a disposición un alimento que fuera de fácil consumo, bajo precio y un alto valor nutricional.

Actualmente existen diversos tipos de bebidas fortificadas, para que las personas consuman el tipo de bebida que vaya de acuerdo con sus necesidades.

En la actualidad por el demasiado consumo de bebidas no nutritivas, ha crecido de forma notable en la población el padecimiento de desnutrición, que afectan especialmente a los niños y llevándolos incluso a la muerte. En este caso se investigó sobre la soya, la cual aporta un porcentaje alto de proteína y aminoácidos esenciales para el buen funcionamiento y desarrollo del organismo; así ayudando a reducir las probabilidades de padecer desnutrición.

Basado en la información obtenida de diferentes fuentes, se diseñó una bebida de maíz fortificada con proteína aislada de soya, con el fin de satisfacer una parte de las necesidades nutricionales de las personas que la consuman.

Los ingredientes utilizados fueron: Agua Purificada, Harina de Maíz Tostado, Proteína Aislada de Soya, Azúcar.

Para obtener un mejor sabor, se realizó el tostado del maíz, de forma artesanal a 110 grados centígrados por 60 minutos.

Durante el proceso de elaboración se optó por adicionar Leche Entera en Polvo y Canela en Polvo, esto con el fin de mejorar el perfil de sabor.

Adicional se realizó una reducción de azúcar del 50%, sustituyéndolo con una mezcla de Aspartame y Acesulfame K, los cuales son 200 veces más dulce que el azúcar y con ello reducir el consumo de calorías en el organismo.

Se hizo lo posible por estandarizar el pH en un rango de 3 – 3.5 ya que es el parámetro recomendado para bebidas, pero al momento de realizarlo la leche sufrió cambios debido a la baja acidez, cortando la proteína y dando un aspecto no agradable a la bebida.

Debido a este problema se adicionó Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio para evitar la proliferación de microorganismos además de realizar una esterilización del producto en un envase termo – resistente, a una temperatura de 98 °C y una presión de 86 KPa durante 20 minutos.

Se elaboraron 3 muestras con el objetivo de realizar un panel sensorial, clasificando dichas muestras como: Muestra A, Muestra B y Muestra C. Cada muestra contiene una variante en el porcentaje de leche en polvo para dar un perfil de sabor diferente entre cada una. La muestra A contiene 3.25%, la muestra B contiene 2.43% y la muestra C contiene 1.52%.

Cada muestra fue evaluada según las calificaciones correspondiente: Las muestras fueron evaluadas según las calificaciones siguientes: 1; Excelente, 2; Muy Bueno, 3; Bueno, 4; Regular, 5; Malo y 6; Muy Malo.

Formulación

Muestra A

Ingrediente	g	%
Agua	463.65	75.240
Harina de Maiz	70	11.36
Proteina de Soya	38	6.17
Azucar	23	3.73
Leche en Polvo	20	3.25
Canela	0.2	0.03
Edulcorante	0.15	0.02
Sorbato de Potasio	0.62	0.10
Benzoato de Sodio	0.62	0.10
Total	616.23	100

Muestra B

Ingrediente	g	%
Agua	468.65	76.051
Harina de Maiz	70	11.36
Proteina de Soya	38	6.17
Azucar	23	3.73
Leche en Polvo	15	2.43
Canela	0.2	0.03
Edulcorante	0.15	0.02
Sorbato de Potasio	0.62	0.10
Benzoato de Sodio	0.62	0.10
Total	616.23	100

Muestra C

Ingrediente	g	%
Agua	473.65	76.863
Harina de Maiz	70	11.36
Proteina de Soya	38	6.17
Azucar	23	3.73
Leche en Polvo	10	1.62
Canela	0.2	0.03
Edulcorante	0.15	0.02
Sorbato de Potasio	0.62	0.10
Benzoato de Sodio	0.62	0.10
Total	616.23	100

Resultados

Calificación de los once (11) panelistas semi entrenados durante el análisis sensorial:

No. Panelista	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Total
1	3	4	2	9
2	3	2	1	6
3	2	2	2	6
4	3	2	2	7
5	2	3	3	8
6	2	3	1	6
7	1	2	3	6
8	2	1	3	6
9	1	2	1	4
10	2	1	3	6
11	1	3	2	6
Total	22	25	23	70

Promedio Muestra A: 2

Promedio Muestra B: 2.27

Promedio Muestra C: 2.09

Análisis Microbiológico

ANALISIS	RESULTADO	Límites Permitidos RTCA
Recuento Coliformes Totales	< 3 NMP/g	No presenta limites
Recuento Coliformes Fecales	< 3 NMP/g	No presenta limites
Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	No presenta limites
Aislamientos e Identificación de <i>Salmonella sp/25 g.</i>	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	10 ² UFC/g

Análisis de Proteína

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	PROTEINA %
288	Atol de Maíz Fortificado Con Aislado de Soya	COMO ALIMENTO	6.93

Evaluación Sensorial

Se desarrollaron tres muestras (A, B y C) de Atol 3 Cocimientos Fortificado con Proteína Aislada de Soya, cada una con diferente porcentaje de Leche Entera en Polvo: Muestra A: 3.25%, Muestra B: 2.43% y Muestra C: 1.62%.

El atol fue evaluado por medio de un panel sensorial cerrado, de 11 panelistas semi entrenados, estudiantes del quinto semestre de Técnico en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Galileo.

Junto con las muestras, se entregó la boleta de calificación que se muestra en los anexos y se solicitó a los panelistas asignar el número de calificación correspondiente a cada muestra, siendo (1: Excelente, 2: Muy Bueno, 3: Bueno, 4: Regular, 5: Malo y 6: Muy Malo).

Calificación de Atol de Maíz Fortificado Con Aislado de Soya, realizado por 11 panelistas semi entrenados:

No. Panelista	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Total
1	3	4	2	9
2	3	2	1	6
3	2	2	2	6
4	3	2	2	7
5	2	3	3	8
6	2	3	1	6
7	1	2	3	6
8	2	1	3	6
9	1	2	1	4
10	2	1	3	6
11	1	3	2	6
Total	22	25	23	70

Análisis de Varianza

Factor de Corrección (CF):

$$CF = 70^2/33$$

$$CF = 148.48$$

Suma de los Cuadrados de las muestras:

$$((22^2 + 23^2 + 25^2) / 11) - CF$$

$$((484 + 529 + 625) / 11) - CF$$

$$148.9$$

$$148.9 - 148.48$$

$$CF = 0.42$$

Suma del Total al Cuadrado de los Panelistas:

$$((9^2 + 6^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2 + 4^2 + 6^2 + 6^2) / 3)$$

$$154$$

$$154 - 148.48$$

$$5.52$$

Total de la Suma de los Cuadrados:

$$(3^2 + 4^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2$$

$$+ 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2)$$

$$170$$

$$(170 - 148.48)$$

$$21.52$$

	DF	SS	MS	F
Muestra	2	0.42	0.21	0.269
Panelista	10	5.52	0.552	0.708
Error	20	15.58	0.779	
Total	32	21.52		

Comparación:

Tabla de Variación del 5% = 3.49

Si hay diferencia significativa entre muestras.

No hay diferencia significativa entre panelistas.

Test Rango Múltiple de Duncan

Medida de la Muestra de acuerdo a su magnitud:

A	B	C
22/11	23/11	25/11
2.00	2.09	2.27

Error Estándar:

$$SE = \sqrt{0.779/11}$$

$$SE = \sqrt{0.0708}$$

$$SE = 0.26$$

P	2	3
RP (5%)	2.95	3.1
RP	0.76	0.80

Diferencia de Resultados:

$$A - C = 2 - 2.27$$

$$A - C = 0.27 < 0.83 (R_3)$$

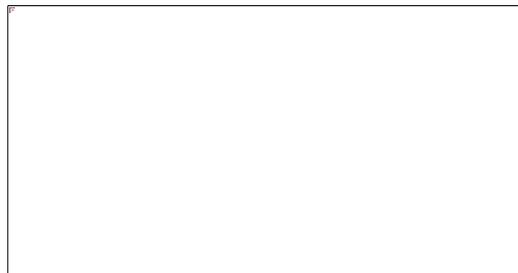
$$A - B = 2 - 2.09$$

$$A - B = 0.09 < 0.76 (R_2)$$

$$R_1 = A$$

**Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos - LAFYM**

3a. Calle 6-47, Zona 1
Centro Histórico, Guatemala Ciudad
Tel: 2253-1319
Email: lafymusac@gmail.com



Empresa : ABNER GARCÍA

Fecha de toma de la muestra : 07/05/2018 23:00

N° de la muestra 3893 (Protocolo : firmado)

Fecha de recepción : 08/05/2018 10:08

Temperatura : Ambiente

Número de lote : ATOL 3 COCIMIENTOS FORTIFICADO

Muestra : ALIMENTO

Captación : Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase que no es de LAFYM

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

ANÁLISIS	RESULTADO	Límites permitidos RTCA
Recuento Coliformes Totales	< 3 NMP/g	No presenta límites
Recuento Coliformes Fecales	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	No presenta límites
Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i> sp/25 g.	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	No presenta Límites

*Métodos de Referencia: BAM: Capítulos 4 y 5

APHA 5ta. ed: Capítulos 9 y 36

Conclusión:

La muestra recibida y analizada satisface los criterios de calidad del RTCA.

Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo
NMP/g Número Más Probable por gramo



Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.

El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Discusión de Resultados

Se desarrollaron tres muestras “A, B y C” de Atol de Maíz Fortificado, elaborado con, Harina de Maíz previamente Tostado, Leche Entera en Polvo, Azúcar, Aspartame, Acesulfame K y Canela, Fortificado con Proteína Aislada de Soya.

Cada muestra de atol contiene diferente porcentaje de leche en su formulación con el objetivo de buscar el perfil de sabor preferido por los consumidores.

Las muestras fueron sometidas a un panel sensorial cerrado, conformado por 11 panelistas semi entrenados, los cuales degustaron y calificaron cada una de las muestras, eligiendo la muestra A como la de mejor sabor. Dicha muestra es la que contiene el mayor porcentaje de leche en su fórmula con 3.25%, la muestra B fue la segunda mejor muestra con un porcentaje de leche de 2.45% y la muestra C fue definida en el último puesto con un porcentaje de 1.62%.

El promedio realizado en base a la calificación de los panelistas nos indica que la muestra A se encuentra dentro del rango “Bueno”, la muestra B se encuentra en el rango “Bueno” y la muestra C dentro del rango “Bueno” respectivamente.

El test de Rango Múltiple de Duncan nos indica que la mejor muestra fue la “A”, la segunda fue la muestra “C” y la tercera fue la muestra “B”.

El análisis de Varianza realizado en base a la calificación de cada uno de los panelistas nos indicó que, si hubo diferencia significativa entre cada muestra, pero no hubo diferencia significativa entre los panelistas.

La muestra calificada como mejor por los 11 panelistas, fue sometida a un análisis microbiológico siendo los resultados: < 3NMP/mL para Recuento de Coliformes Totales, Recuento de Coliformes Fecales y Aislamiento e Identificación de *Escherichia coli*; para Aislamiento e Identificación de *Salmonella sp* el resultado fue “Ausencia” y para Mohos y Levaduras el resultado fue “< 10UFC/mL” respectivamente, lo cual nos asegura que el producto cumple con la normatividad del RTCA y que es apto para su consumo.

Además de los análisis microbiológicos, la muestra también fue sometida a un análisis para determinar el porcentaje de proteína, obteniendo un 6.93% en producto seco, conteniendo así un alto valor nutricional, especialmente para niños, además de su aporte de lisina, ya que este aminoácido no lo produce el cuerpo humano.

Tomando en cuenta los resultados anteriores, se ha llegado a la conclusión de que el Atol de Maíz Fortificado con Aislado de Soya, es apto para consumo humano además de poseer un alto valor nutricional para los consumidores.

Conclusiones

- Debido a la demanda nutricional que hay actualmente a nivel nacional, nosotros como estudiantes del noveno semestre de la carrera Ciencia y Tecnología de Alimentos, tenemos como tarea desarrollar alimentos que sean de fácil consumo y precio accesible para que los consumidores mejoren día con día su dieta.
- Las bebidas con proteína de soya son un mercado creciente y a través de este tipo de trabajos de investigación los consumidores se informarán sobre los beneficios de la soya y con ello pueden mejorar su alimentación.
- Basados en los resultados de análisis microbiológicos obtenidos y siguiendo la normatividad del RTCA, aseguramos que el Atol de Maíz Fortificado con Proteína Aislada de Soya; es apto para consumo humano, especialmente para niños por su alto contenido de lisina, aminoácido esencial para el adecuado crecimiento y desempeña un papel esencial en la producción de carnitina, un nutrimento responsable de la conversión de ácidos grasos en energía y ayuda a reducir el colesterol.
- Para satisfacer todas las necesidades nutricionales del cuerpo humano, también se necesitan suplementos que contienen otros alimentos, ya que esta bebida solo satisface una parte de dichas necesidades nutricionales.
- El maíz es un alimento básico en la alimentación y cultura de Centroamérica, principalmente en el área rural. El consumo de maíz es de varias formas, desde harinas, pastas, tortilla, etc. Es un alimento de primera necesidad, pero su aporte nutricional es bajo por lo que se decidió enfocar esta investigación en la fortificación de dicho alimento.

Recomendaciones

- La incorporación de saborizantes y mezclas con jugos de fruta podría mejorar el sabor y con ello poder generar mayor aceptación por parte del consumidor.
- Es importante utilizar las técnicas de análisis instrumental para la determinación de compuestos volátiles causantes del sabor desagradable en bebidas con soya, combinadas con metodologías de evaluación sensorial como los descriptores generados en diferentes investigaciones, con el fin de evaluar la efectividad de las nuevas tecnologías implementadas para eliminar algunos restrictores de consumo.
- Podría evaluarse su consumo después de los primeros 1,000 días o 3 años de vida de un niño.
- Realizar encuestas a consumidores específicos de bebidas fortificadas con soya, para que nos puedan brindar sus recomendaciones y con ellos mejorar el producto.
- Realizar otros estudios sobre este tema, para ampliar el campo de la nutrición y confirmar los resultados de este trabajo de investigación.
- No abstenerse a alimentarse solo con el Atol de Maíz Fortificado, pues este solo satisface una parte de la que el cuerpo humano necesita para su adecuado desarrollo y funcionamiento.

Anexos

Figura 1: Información nutricional por cada 100 g de producto.

Contenido Nutricional por Cada 100 gr de Producto

	Agua	Energía	Proteína	Grasa Total	Carbohidratos	Fibra Total	Ceniza	Calcio	Fosforo	Hierro	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vit. C	Vit. A	Ác. Grasos Mono	Ác. Grasos Poli	Ác. Grasos Sat.	Coolesterol	Potasio	Sodio	Zinc	Magnesio	Vit. B6	Vit. B12	Ác. Fólico
	%	Kcal	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mcg	mcg
Leche en Polvo	2.47	496	26.32	26.71	38.42	0	6.08	912	776	0.47	0.28	1.21	0.65	9	257	7.92	0.67	16.74	97	1330	371	3.3	85	0.3	3.25	0
Harina de Maíz	10.91	361	6.93	3.86	78.85	9.6	1.45	7	272	2.38	0.25	0.08	1.9	0	0	1.02	1.76	0.54	0	315	5	1.7	93	0.37	0	0
Azúcar	1.77	377	0	0	97.33	0	0.9	85	22	1.91	0.01	0.01	0.08	0	0	0	0	0	0	346	39	0.2	29	0.03	0	0
Proteína Aislada de Soya	5.8	338	80.69	3.39	7.36	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.645	1.648	0.422	0	81	1005		0	0	0	0
Canela en Polvo	9.52	261	3.89	3.19	79.85	54.3	3.55	1228	61	38.07	0.08	0.14	1.3	29	14	0.48	0.53	0.65	0	500	26	2	56	0.31	0	0
Total		1,833.00	117.83	37.15	301.81	69.50	11.98	2,232	1,131	42.83	0.62	1.44	3.93	38	271	10.07	4.61	18.35	97.00	2,572	1,446	7.20	263.00	1.01	3.25	0.00

Figura 2: Boleta calificación panelista semi entrenado.

Evaluación Sensorial

Nombre: Alida Perez

Fecha: 5/05/18

Panelista No. 7

Instrucciones:

Frente a usted se presentan 3 muestras (A, B y C) de Atol 3 Cocimientos fortificado con Proteína Aislada de Soya. Por favor observe y pruebe la muestra, indicando el grado que le gusta o disgusta cada una de ellas, dando el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea de código de cada muestra.

1. Excelente
2. Muy Bueno
3. Bueno
4. Regular
5. Malo
6. Muy Malo

Muestra A	Muestra B	Muestra C
1	2	3

Bibliografía Citada

1. Achouri, A., J.I. Boye and Y. Zamani. 2007. Changes in soymilk quality as a function of composition and storage. *Journal of Food Quality* 30(5): 731–744.
2. Adlercreutz, H. and W. Mazur. 1997. Phyto-oestrogens and Western diseases. *Annals of Internal Medicine* 29(2): 95–120.
3. Alekel, D.L., A.S. Germain, C.T. Peterson, K.B. Hanson,
4. J.W. Stewart and T. Toda. 2000. Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 72(3): 844–852.
5. American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. 1983. Soy protein formulas: recommendations for use in infant feeding. *Pediatrics* 72(3):359–363.
6. American Soybean Association International Marketing (ASA). En: <http://www.asasoya.org/>; consulta: abril 2008.
7. Anderson, R.L. and W.J. Wolf. 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *The Journal of Nutrition* 125(3): 581S–588S.
8. Anderson, J.W., B.M. Johnstone and M.E. Cook-Newell. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *The New England Journal of Medicine* 333(5): 276–282.
9. Baeza, R.I., D.J. Carp, O.E. Pérez and A.M.R. Pilosof. 2002. k-carrageenan-protein interactions: effect of proteins on polysaccharide gelling and textural properties. *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie* 35(8): 741–747.
10. Baum, J.A., H. Teng, J.W. Erdman, R.M. Weigel, B.P. Klein, V.W. Persky, S. Freels, P. Surya, R.M. Bakhit, E. Ramos, N.F. Shay and S.M. Potter. 1998. Long-term intake of soy protein improves blood lipid profiles and increases mononuclear cell low-density-lipoprotein receptor messenger RNA in hypercholesterolemic, postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 68:545–551.
11. Bond, B., D.R. Fernandez, D.J. Vander, M. Williams, Y.S. Huang, L.T. Chuang, M. Millson, R. Andrews and R.H. Glew. 2005. Fatty acid, amino acid and trace mineral analysis of three complementary foods from Jos, Nigeria. *Journal of Food Composition and Analysis* 18(7): 675–690.

12. Bordi, P.L., G. Salvaterra, C. Cole, D.A. Cranage, M. Borja and Y. Choi. 2003. A taste comparison of an isolated soy protein carbohydrate-protein beverage and an isolated whey protein carbohydrate protein beverage. *Food Service Research International* 14(1): 23-33.
13. Childs, J.L., M.D. Yates and M.A. Drake. 2007. Sensory properties of meal replacement bars and beverages made from whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 72(6): S425-S434.
14. Clarkson, T.B. 2002. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *The Journal of Nutrition* 132: 566S –569S.
15. Cook, J.D., T.A. Morck and S.R. Lynch. 1981. The inhibitory effect of soy products on non-heme iron absorption in man. *American Journal of Clinical Nutrition* 34: 2622–2629.
16. Crespillo, M., G. Oliveira, M.S. de Adana, G.R. Martínez, J. García, P. Olvera, F. Soriguer and A. Muñoz. 2003. Metabolic effects of an enteral nutrition formula for diabetes: comparison with standard formulas in patients with type 1 diabetes. *Clinical Nutrition* 22(5): 483–487.
17. Deak, N.A., P.A. Murphy and L.A. Johnson. 2006. Effects of reducing agent concentration on soy protein fractionation and functionality. *Journal of Food Science* 71(3): C200 – C208.
18. Deshpande, R.P., M.S. Chinnan and K.H. Mcwatters. 2007. Optimization of a chocolate-flavored, peanut–soy beverage using response surface methodology (RSM) as applied to consumer acceptability data. *LWT-Food Science And Technology* 41(8): 1485-1492
19. Doublier, J.L., C. Garnier, D. Renard and C. Sanchez. 2000. Protein-polysaccharide interactions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 5(3-4): 202-214.
20. Drake, M.A. and P.D. Gerard. 2003. Consumer attitudes and acceptability of soy-fortified yogurts. *Journal of Food Science* 68(3): 1118 –1122.
21. ESPGAN-Committee on Nutrition. 1990. Comment on the composition of soy protein based infant and follow-up formulas. *Acta Paediatrica Scandinavica* 79(10):1001–1005.
22. Friedeck, K.G., Y. Karagul-Yuceer and M.A. Drake, 2003. Soy protein fortification of a low-fat dairy based ice cream. *Journal of Food Science* 68(9): 2651–2657.

23. Gardner, C.D., K.A. Newell, R. Cherin and W. Haskell. 2001. The effect of soy protein with or without isoflavones relative to milk protein on plasma lipids in hypercholesterolemic postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 73(4): 728–735.
24. Greaves, K.A., M.D. Wilson, L.L. Rudel, J.K. Williams and J.D. Wagner. 2000. Consumption of soy protein reduces cholesterol absorption compared to casein protein alone or supplemented with an isoflavone extract or conjugated equine estrogen in ovariectomized cynomolgus monkeys. *The Journal of Nutrition* 130: 820–826.
25. Gujral, H.S. and G. Khanna. 2002. Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behavior, texture, color and acceptability of mango leather. *Journal of Food Engineering* 55(4): 343–348.
26. Haub, M.D., A.M. Wells and W.W. Campbell. 2005. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. *Metabolism. Clinical and Experimental* 54(6): 769–774.
27. Hoogenkamp, H. 2007. Ingredients the soy industry's love-hate relationship with meat. *Meat International* 17(2): 8-12.
28. Horneffer, V., T.J. Foster and K.P. Velikov. 2007. Fast characterization of industrial soy protein isolates by direct analysis with matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (26):10505–10508. Hua, Y., S.W. Cui and Q. Wang. 2003. Gelling property of soy protein–gum mixtures. *Food Hydrocolloids* 17(6): 889–894.
29. Huang, R., E. Choe and D.B. Min. 2004. Effects of riboflavin photosensitized oxidation on the volatile compounds of soymilk. *Journal of Food Science* 69: C733–C738.
30. Huff, M.W. and K.K. Carroll. 1980. Effects of dietary protein on turnover, oxidation, and absorption of cholesterol and on steroid excretion in rabbits. *Journal of Lipids Research* 21:546–548.
31. Karr-Lilienthal, L.K., C.T. Kadzereb, C.M. Grieshop and C.G. Fahey. 2005. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. *Livestock Production Science* 97(1): 1–12.

32. Khosla, P., S. Samman and K.K. Carroll. 1991. Decreased receptor-mediated LDL catabolism in casein-fed rabbits precedes the increase in plasma cholesterol levels. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2(4): 203–209.
33. L'hocine, L., J.I. Boye and Y. Arcand. 2006. Composition and functional properties of soy protein isolates prepared using alternative defatting and extraction procedures. *Journal of Food Science* 71 (3): C137–C145.
34. Lam, M., R. Shen, P. Paulsen and M. Corredig. 2007. Pectin stabilization of soy protein isolates at low pH. *Food Research International* 40(1): 101–110.
35. Lei, Q. and W.L. Boatright. 2001. Compounds contributing to the odor of aqueous slurries of soy protein concentrate. *Journal of Food Science* 66(9): 1306 –1310.
36. Li, X., Y. Hua, A. Qiu, C. Yang and S. Cui. 2008. Phase behavior and microstructure of preheated soy proteins and k-carrageenan mixtures. *Food Hydrocolloids* 22(5): 845–853.
37. Liu, M., D.S. Lee and S. Damodaran. 1999. Emulsifying properties of acidic subunits of soy 11S globulin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47(12): 4970-4975.
38. Liu, X. and S.J. Herbert. 2002. Fifteen years of research examining cultivation of continuous soybean in northeast China: A review. *Field Crops Research* 79(1): 1–7.
39. Lönnerdal, B. 1994. Nutritional aspect of soy formula. *Acta Paediatrica* 83(S402): 105-108.
40. Lönnerdal, B., A. Cederblad, L. Davidsson and B. Sandström. 1984. The effect of individual components of soy formula and cow's milk formula on zinc bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition* (40):1064–1070.
41. Maldonado, J., A. Gil, E. Carbona and J.A. Molina. 1998. Special formulas in infant nutrition: A review. *Early Human Development* 53(1): S23 – S32.
42. Maltais, A., G.E. Remondetto and M. Subirade. 2008. Mechanisms involved in the formation and structure of soya protein cold-set gels: A molecular and supramolecular investigation. *Food Hydrocolloids* 22(4): 550 – 559.

43. Martin, A.H., K. Grolle, M.A. Bos, M.A. Cohen and T.V. Vliet. 2002. Network forming properties of various proteins adsorbed at the air/water interface in relation to foam stability. *Journal of Colloid and Interface Science* 254(1): 175 – 183.
44. Martínez, K.D., C. Carrera, R.H.V. Pizones, P.J.M. Rodríguez and A.M.R Pilosof. 2007. Soy protein– polysaccharides interactions at the air–water interface. *Food Hydrocolloids* 21(5-6): 804 – 812.
45. Means, G.E. and R.E. Feeney. 1998. Chemical modifications of proteins: a review. *Journal of Food Biochemistry* 22(5): 399 - 426.
46. Miksicek, R.J. 1995. Estrogenic flavonoids: structural requirements for biological activity. *Proceedings of the Society Experimental Biology and Medicine* 208(1): 44–50.
47. Molteni, A., L. Brizio-Molteni and V. Persky. 1995. *In vitro* hormonal effects of soybean isoflavones. *The Journal of Nutrition* 125(3-Sup.246):751S–756S.
48. N'kouka, K.D., B.P. Klein and S.Y. Lee. 2004. Developing a lexicon for descriptive analysis of soymilks. *Journal of Food Science* 69 (7): S259-S263.
49. Nagata, Y., N. Ishiwaki, M. Sugano. 1982. Studies on the mechanism of antihypercholesterolemic action of soy protein and soy protein-type amino acid mixtures in relation to the casein counterparts in rats. *The Journal of Nutrition* 112(8): 1614–1625.
50. Potter, S.M. 1996. Soy protein and serum lipids. *Current Opinion in Lipidology* 7(4): 260–264.
51. Potter, S.M. 1998. Soy protein and cardiovascular disease: the impact of bioactive components in soy. *Nutrition Reviews* 56(8): 231–235.
52. Potter, R.M., M.P. Dougherty, W.A. Halteman and M.E. Camire. 2007. Characteristics of wild blueberry– soy beverages. *LWT-Food Science and Technology* 40(5): 807–814.
53. Prabhakaran, M.P., L.S. Hui and C.O. Perera. 2006. Evaluation of the composition and concentration of isoflavones in soy based supplements, health products and infant formulas. *Food Research International* 39(6): 730–738.

54. Renkema, J.M.S. 2001. Formation, structure and rheological properties of soy protein gels. PhD. Thesis. Wageningen University. The Netherlands. 121 p.
55. Renkema, J.M.S. 2004. Relations between rheological properties and network structure of soy protein gels. *Food Hydrocolloids* 18(1): 39–47.
56. Rodríguez, M.R., C. Carrera, V.P. Ruiz and J.M. Rodríguez. 2005. Milk and soy protein films at the air– water interface. *Food Hydrocolloids* 19(3): 417–428.
57. Roesch, R.R. and M. Corredig. 2002. Characterization of oil-in-water: emulsions prepared with commercial soy protein concentrate. *Journal of Food Science* 67(8): 2837–2842.
58. Rueda, J., Y. Kil-Chang and F. Martinez. 2004. Functional characteristics of texturised defatted soy flour. *Agrociencia* 38: 63–73.
59. Ruiz, V.P., C.C. Sánchez and J.M. Rodríguez. 2008. Effect of sucrose on functional properties of soy globulins: adsorption and foam characteristics *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(7): 2512–2521.
60. Russell, T.A., M.A. Drake and P.D. Gerard. 2006. Sensory properties of whey and soy proteins. *Journal of Food Science* 71(6): S447-S455.
61. Santiago, L.G., J. Maldonado, A. Marín, C. Haro, García, A. Martín, A. Cabrerizo and M.J. Galvez. 2007. Adsorption of soy protein isolate at air–water and oil–water interfaces. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 323(1-3): 155-162.
62. Singh, P., R. Kumar, S.N. Sabapathy and A.S. Bawa. 2008. Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive reviews Food Science and Food Safety* 7: 14 – 28.
63. Sirtori, C.R., M.R. Lovati, C Manzoni, E. Gianazza, Bondioli, B. Staels J. Auwerx. 1998. Reduction of serum cholesterol by soy proteins: clinical experience and potential molecular mechanisms. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 8(5): 334–340.
64. Sirtori C.R. and M.R. Lovati. 2001. Soy proteins and cardiovascular disease. *Current Atherosclerosis Reports* 3(1): 47–53.
65. Solina, M., P. Baumgartner, R.L. Johnson and F.B. Whitfield. 2005. Volatile aroma

- components of soy protein isolate and acid-hydrolysed vegetable protein. *Food Chemistry* 90(4): 861–873.
66. Steichen J.J. and R.C. Tsang. 1987. Bone mineralization and growth in term infants fed soy-based or cow milk- based formula. *Journal of Pediatrics* 110(5): 687–692.
67. Suratman, L.L.I., I.J. Jeon and K.A. Schmidt. 2004. Ability of cyclo dextran to entrap volatile beany flavour compounds in soymilk. *Journal of Food Science* 69: FCT109–FCT113.
68. Terpstra A.H., G. Van Tintelen, C. West. 1982. The effect of semipurified diets containing different proportions of either casein or soybean protein on the concentration of cholesterol in whole serum, serum lipoproteins and liver in male and female rats. *Atherosclerosis* 42(1): 85–95.
69. Tolstoguzov, V.B. 1997. Protein–polysaccharide interactions. pp. 171–256. In: S. Damodaran and A. Paraf (eds.). *Food proteins and their applications*. New York. 696 p.
70. Tovar, A.R., F. Murguía, C. Cruz, R. Hernández, C.A. Aguilar, J. Pedraza, R. Correa and N. Torres. 2002. A soy protein diet alters hepatic lipid metabolism gene expression and reduces serum lipids and renal fibrogenic cytokines in rats with chronic nephrotic syndrome. *The Journal of Nutrition* 132: 2562–2569.
71. United States Department of Agriculture (USDA). Dairy Market News. En: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateA&navID=CommodityAreas&leftNav=CommodityAreas&page=DairyLandingPage&description=Dairy&acct=dairy>; consulta: diciembre 2007.
72. Vigi, V. y R. Chieri. 1995. Fórmulas especiales en nutrición infantil. En: C. Marina, J. del Pozo, J. Morán (eds.). *Nutrición en Pediatría Extrahospitalaria*. Ergón, Madrid. 85 p.
73. Wang, B., Y.L. Xiong and C. Wang. 2001. Physicochemical and sensory characteristics of flavoured soymilk during refrigeration storage. *Journal Food Quality* 24(6): 513–526.
74. Yanes, M., L. Duran and E. Costell. 2002. Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behavior and sensory properties of milk beverages model systems. *Food Hydrocolloids* 16(6): 605 - 611.

75. Zarkadas, C.G., C. Gagnon, V. Poysa, S. Khanizadeh, E.R. Cober, V. Chang and S. Gleddie. 2007. Protein quality and identification of the storage protein subunits of Tofu and Null soybean genotypes, using amino acid analysis, one and two-dimensional gel electrophoresis, and tandem mass spectrometry. *Food Research International* 40(1): 111–128.
76. CALIDAD DE LA LECHE. S. Miralles de la Torre. 2,003. CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. N. Potter. Edutex. S.A. 1973.
77. CITOGENÉTICA, GENÉTICA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA EN EL GANADO VACUNO, BIOL. M.SC. CARLOS SCOTTO E: 2000.
78. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – 2003. ENRIQUECIDO LACTEO y GALLETAS
79. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS ALIMENTOS. R. Griswold. Ed. E. Blucher Ltda. 1972. INGENIERIA PARA LA INDUSTRIA LECHERA., A. W. Farral, 1963., Ed. HERRERO.
80. INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA. Conn & Stumpf. Ed. E. Blucher Ltda. 1975.
81. INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA DE LOS ALIMENTOS J.B.S. Braverman.. Ediciones Omega, S.A. Barcelona - España. 1967.
82. INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. O.R. Fenema. Ed. Reverté S.A. 1982.
83. LECHE Y DERIVADOS LÁCTEOS. NORMA TÉCNICA NACIONAL PERUANA. ITINTEC. 2002.085. 1991.
84. LOS INGREDIENTES DE LA LECHE Y LA SALUD. The U.S. Dairy Export Council. Feb 2,002.
85. Aldrete-Velasco J y col. Edulcorantes No Calóricos. 2017 enero. 61-83p.
86. Moreiras y col., 2013. Canela Molida.
87. Maíz y Nutrición. ILSI Argentina. 2006. 44-50 p.