



## MATERIAS PRIMAS

### Leche:

(1)

Calidad: como cualquier producto lácteo de calidad, requeriremos que nuestra materia prima, la leche, sea inobjetable. No podrán emplearse leches calostrales o que presenten cualquier otra anormalidad físico-química; será necesario que tampoco tenga acidez desarrollada. Con más de 0,20 % de acidez (20 ° D) su neutralización consumirá mucho álcali; el que podrá saponificar algunas grasas y producir sabores indeseables (jabón). En lo posible no deberá superar los 18°D.-

Estandarización: a partir de la composición centesimal de la leche fluida, puede substraerse o adicionarse materia prima según la tipificación deseada. También algunos fabricantes, avanzan un paso en el proceso de concentración, enriqueciendo la leche con leche en polvo.-

En ambos casos, será necesario realizar los balances de materia prima indispensables para dosificar los agregados.-

Tratamiento térmico: la leche para elaboración de dulce de leche no recibe ningún tratamiento térmico previo, lo cual es comprensible, dado que en el transcurso del proceso estará sometido a condiciones suficientemente rigurosas de temperatura y tiempo.-

En el caso en que la leche no vaya a ser empleada de inmediato, para evitar el desarrollo de acidez, se la pasteuriza y luego se la almacena en tanques térmicos a baja temperatura.-

Neutralización: durante el proceso de elaboración, el producto va evaporando humedad, el ácido láctico se va concentrando en fase acuosa progresivamente más pobre y la acidez va aumentando de manera tal que el proceso podría culminar por producir una sinéresis (el dulce "se corta").-

El uso de leche con acidez elevada produciría un dulce de leche de textura harinosa, áspero. Asimismo, una acidez excesiva impide que el producto terminado adquiera su color característico, ya que las reacciones de Maillard son retardadas por el descenso del pH.-

Por todo ello, será necesario reducir la acidez inicial de la leche.-

Deberá reducirse al menos a 13 ° D pudiéndose utilizar como neutralizantes bicarbonato de sodio ( $\text{CO}_3\text{HNa}$ ) o bien hidróxido de calcio ( $\text{OH}_2\text{Ca}$ ). El bicarbonato es preferible, por tratarse de un álcali suave, que usado en pequeñas proporciones no comunica gusto desagradable. Sin embargo, se comprende que la neutralización con  $\text{OH}_2\text{Ca}$ , al enriquecer la leche con iones  $\text{Ca}^{++}$  mejora la textura del dulce de leche terminado, aumentando su viscosidad. Su uso es recomendable especialmente en época invernal cuando puede haber diferencias de calcio en la leche.-

Los cálculos de neutralización deben realizarse con exactitud, ya que un defecto en las cantidades de neutralizante produciría la aparición de una coloración demasiado oscura y afectará el sabor y en menor medida la textura ( el dulce tendrá un aspecto algo "gomoso").-

La neutralización se hace: antes de entrar al condensador, en el sistema combinado; y en el sistema simple, se le agrega el neutralizante a los primeros litros de leche en la paila; y luego de la ebullición de ésta y cuando se amansa el desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , operación que dura unos cinco minutos, se continúa agregando leche.-

Dulce



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS  
DE LA INDUSTRIA LACTEA



Premio Nacional a la calidad 1999  
Organismo Certificado ISO 9002

(2)

En una leche que fue neutralizada de 18 ° D a 13 ° D, el producto final tendrá una acidez que oscila de 20 a 24 ° D, pero si se parte de 18 ° D (sin neutralizar), se llegará fácilmente a una acidez que precipitará la caseína, es decir, por encima de 30 ° D.-

Comúnmente se neutraliza con bicarbonato de sodio, cuyo peso molecular es 84, que a la vez es monovalente como el ácido láctico cuyo peso molecular es 90; de donde 84 partes de bicarbonato de sodio neutralizan 90 partes de ácido láctico.-

Como la acidez la tomamos comúnmente en el laboratorio en ° D, veamos qué es el ° D:

El grado Dornic expresa el contenido en ácido láctico; la acidez Dornic es el contenido en ácido láctico; la acidez Dornic es el número de décimas de cm<sup>3</sup> de hidróxido de sodio N/9

(2)

utilizada para valorar 10 cm<sup>3</sup> de leche en presencia de fenolftaleína (N/9 porque el ácido láctico tiene un peso molecular de 90).-

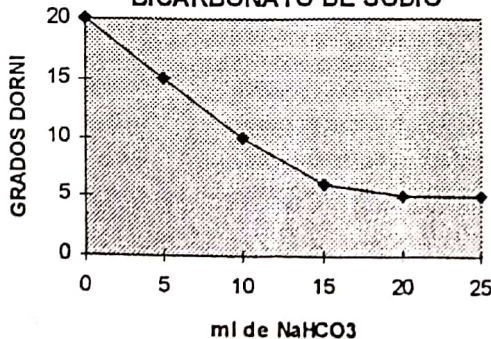
1 ° D = 1 mg de ácido láctico en 10 cm<sup>3</sup> de leche o sea 0,1 g / lt., ó 10 grs. en 100 litros.-

Si queremos bajar de 18 a 13 ° D, es decir 5 ° D, tendremos, por lo visto anteriormente, que son 50 grs. de ácido láctico en 100 litros de leche. Si la paila va a ser trabajada con 300 litros, tendremos:

$$\begin{array}{r}
 50 \times 3 = 150 \text{ grs. de ácido láctico} \\
 90 \text{ grs. de ácido láctico} \text{-----} 84 \text{ grs. de bicarbonato} \\
 150 \text{ grs. de ácido láctico} \text{-----} x \text{ grs. de bicarbonato} \\
 150 \times 84 \\
 x = \frac{\text{-----}}{90} = 140 \text{ gramos de bicarbonato}
 \end{array}$$

TEORÍA: 1 ml debería bajar la acidez de la leche 1 ° D.-

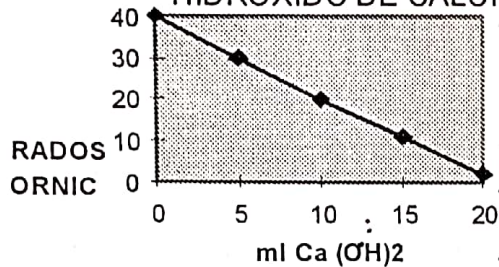
CURVA DE NEUTRALIZACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO CON BICARBONATO DE SODIO







CURVA DE NEUTRALIZACIÓN DE  
LECHE CON UNA SUSPENSIÓN DE  
HIDRÓXIDO DE CALCI



Azúcares: en principio, por razones económicas, edulcorantes y energéticas, nos conviene que el contenido de azúcares del producto final sea tan elevado como sea posible.-

Nuestro factor limitante será el máximo de humedad final del producto terminado. Será este 28 - 30 % de agua que debemos dejar, quien deberá mantener en solución los azúcares agregados, más la lactosa de la leche. La solubilidad de la lactosa es diez veces menor que la de la sacarosa, si a ello le sumamos los azúcares agregados, nuestro problema inmediato será evitar la saturación de la solución, ya que llegándose al límite de saturación, el exceso de azúcares precipitará en forma de cristales (cristalización o azucaramiento), defecto físico que fácilmente se presenta en los dulces comerciales.-

El cálculo de la cantidad de azúcares a agregar se hace por balance de masa, que de acuerdo a la composición final deseada ya los sólidos de leche disponibles determina la cantidad de grasa.-

Los porcentajes tentativos enunciados a continuación suponen una leche promedio, para ajustar los valores debe realizarse el cálculo correspondiente.-

Sacarosa: según se ha dicho antes el contenido de azúcares en el producto final estará alrededor del 44 %, para lo cual se parte de agregar a la leche hasta un 20 % de sacarosa como máximo.-

Glucosa: desde el punto de vista económico, conviene reemplazar parte de la sacarosa por glucosa; no sólo es más barata sino que al ser su poder edulcorante mayor, reemplaza a mayor cantidad de sacarosa. El agregado de glucosa confiere al dulce un poco de brillo y hace su textura algo más untuosa.-

El porcentaje a agregar está entre el 2 y el 6 %, mayores cantidades producen un dulce demasiado viscoso, ligoso, de consistencia desagradable.-

La glucosa tiene tendencia a tornar el producto más viscoso durante el almacenamiento. Este espesamiento es debido a la formación de un complejo proteico-dextrosa, con fuerte capacidad de hidratación. Para paliar este inconveniente se recomienda el agregado de la glucosa sólo durante la fase final de la concentración. Por otra parte, si se le coloca desde el comienzo mismo de la elaboración se producirá un dulce de color mucho más oscuro.-

Fructosa: en razón de su costo y alto poder edulcorante, algunos fabricantes reemplazan otros azúcares por la fructosa. Su agregado desmerece lógicamente las características organolépticas del



(4)

dulce, pero en contrapartida otorga el color mucho más rápido porque reacciona con los aminoácidos de la leche con una velocidad mayor que la glucosa.-

Aromatizantes:

vainillina: prácticamente los únicos aromatizantes usados son los derivados de la vainillina, ya sean naturales (chauchas de vainilla, enteras o molidas), o polvo artificial de etil-vainillina. También pueden emplearse soluciones de etil-vainillinas. La preparación a usar dependerá del consumidor y de la calidad del aromatizante. La dosificación se ajusta después de algunos ensayos organolépticos.-

La vainillina se labiliza a altas temperaturas, asimismo, como casi todos los compuestos aromáticos, es fácilmente volatilizable. Por estas razones, su agregado debe hacerse sobre el enfriamiento, o algo más tarde, cuando la temperatura del dulce orilla los 65 ° C.-

EL COLOR DEL DULCE DE LECHE

LAS REACCIONES DE MAILLARD: son las responsables del color característico del dulce de leche. En determinadas condiciones la función aldehído de los azúcares reacciona con diversas sustancias nitrogenadas (amoníaco, aminos, aminoácidos). Esta reacción puede verificarse entre la lactosa y las proteínas de la leche. Cuando se calienta leche, manteniendo la temperatura durante un cierto tiempo, y como consecuencia de un conjunto de reacciones no muy bien conocidas, agrupadas genéricamente bajo el nombre de "Reacción de Maillard", se forman algunos compuestos pigmentados que oscurecen el medio.-

Esta interacción entre la lactosa y proteínas suele producirse en las leche esterilizadas, evaporadas y en el dulce de leche.-

La literatura sobre las reacciones de amarramiento entre azúcares y grupos amino da lugar a siete diferentes reacciones que en su gran mayoría se producen, todas, en la elaboración del dulce de leche.-

Este tipo de reacciones se pueden clasificar en tres estados de desarrollo que van surgiendo en paila o en concentración a medida que se avanza en la elaboración.-

Así tenemos:

- 1.- Estado inicial (incoloro; baja temperatura < 100 ° C; poco tiempo).
    - A.- Condensación azúcar - grupo amino
    - B.- Transformaciones de Amadori
  - 2.- Estado intermedio (varía de incoloro a amarillento)
    - C.- Deshidratación de o los azúcares
    - E.- Fragmentación de o los azúcares
  - 3.- Estado final (altamente coloreado)
    - F.- Condensación de aldehídos
    - G.- Polimerización aldehídos - aminos, formación de compuestos nitrogenados heterocíclicos.-
- Obviamente y en fases sucesivas, producida la reacción A se desarrollan B, C, D, E, F y G, a diferentes niveles de concentración y temperaturas.-

Además las reacciones son catalizadas por metales como el Fe y el Cu y por los fosfatos. El calentamiento las acelera considerablemente. Como consecuencia de las mismas se verifica en el medio:



Dulce



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS  
DE LA INDUSTRIA LACTEA



Premio Nacional a la calidad 1999  
Organismo Certificado ISO 9002

(5)

- descenso de pH
- producción de CO<sub>2</sub>
- producción de compuestos reductores
- insolubilización de proteínas
- coloración oscura
- sabor a caramelo.-

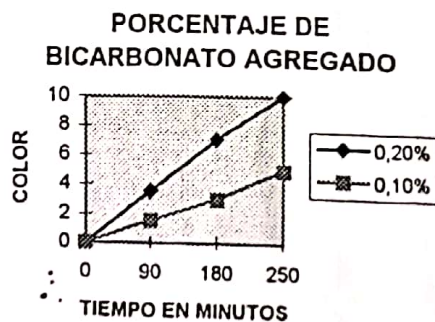
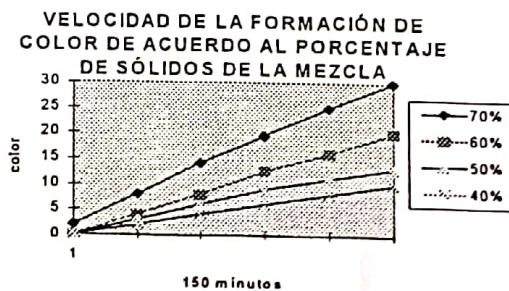
Está comprobado que estas reacciones se verifican no sólo en la leche calentada (reacción rápida), sino también en la leche en polvo (reacción lenta), durante el almacenamiento, correspondiendo a un "envejecimiento bioquímico".-

Diferentes azúcares reaccionan dando lugar a compuestos coloreados de distintas formas, pudiendo estimarse un orden de reactividad como el siguiente:

- Los pentosanos son los azúcares que más fácilmente reaccionan con los aminoácidos.-
- Siguen los azúcares simples, en el siguiente orden: galactosa, levulosa, dextrosa.-
- Entre los disacáridos, en orden decreciente reaccionan la maltosa y la lactosa resultando la sacarosa inactiva.-
- El incremento de pH (sobre 7) favorece esta reacción.-

Lógicamente se producen luego una serie de reacomodamientos químicos que dan lugar a las denominadas reacciones de reagrupación de Amadori.-

Algunos aminoácidos esenciales, particularmente la lisina y la histidina, al tomar parte en las reacciones, pierden sus propiedades nutritivas como tales.-





(6)

### Degradación de la lactosa por el calor:

El calor produce degradación de la lactosa. Si la calefaccionamos pura, entre 110 ° C y 130 ° C pierde su agua de hidratación, más allá de los 150 ° C amarillea y hacia los 175 ° C se oscurece y carameliza. Al calentar la leche, el oscurecimiento sobreviene a temperaturas más bajas (por ejemplo, después de esterilizar 20 minutos en autoclave a 120 ° C se muestra ya coloreado), además, aparece el llamado "sabor a cocido" como consecuencia de una degradación de los aminoácidos sulfurados de las cadenas proteicas. Este sabor no es el de caramelo. El conjunto no puede imputarse a una simple caramelización de la lactosa, sino que, necesariamente, deben estar presentes además, los grupos amino de las proteínas.-

### SISTEMA DE ELABORACIÓN SIMPLE EN PAILAS:

Existen una serie de variantes operatorias, según que se prepare la mezcla en o fuera de a paila, que se opere a paila llena, o que se dosifique la leche a medida que avanza la concentración, etc. Todas las modalidades cumplen sin embargo con la siguiente secuencia de operaciones:  
preparación de la mezcla ⇒ concentración ⇒ enfriamiento ⇒ envase

En general conviene disponer de un recipiente para preparar la mezcla de leche, azúcar y neutralizante. La mezcla se bombea en un tanque balanceador desde el cual, por gravedad se alimenta la paila. Industrialmente, las más comunes son pailas de 1.000 litros de capacidad (aproximadamente 500 kg. de dulce), calefaccionadas por vapor de 3-4 Kg/cm<sup>2</sup> de presión de camisa.-

La paila está provista de una chimenea para evacuación de vahos. Los vahos producidos durante la concentración arrastran una considerable carga energética por lo que es conveniente disponer de un intercambiador de calor tubular empleándolo para precalentar la mezcla que alimenta la paila. Puede disponerse asimismo que el condensado de la paila circule precalentando la mezcla.-

Una modalidad operativa consiste en comenzar llenando la paila con una quinta parte de la leche a trabajar, calefaccionar hasta ebullición, concentrar hasta un 58-60 % de sólidos y mantener luego el nivel por lento agregado de un chorro de mezcla, hasta agotarla. Se cuidará, permanentemente, de aprovechar al máximo la superficie de calefacción.-

La paila opera bajo enérgica agitación por efecto de dos agitadores que giran en diferente sentido, uno de ellos es un ancla raspadora que evita que el dulce se pegue a las paredes calientes, el otro actúa rompiendo en sentido inverso al anterior la espuma que se forma por acción del CO<sub>2</sub> de las reacciones de Maillard.-

A medida que avanza la concentración se va acentuando el color del producto, de tal manera que al alcanzar el dulce el "punto" final, no solamente se incrementa su tenor de sólidos, sino que sus características organolépticas son las deseadas.-

Poco antes de terminar la concentración, aproximadamente cuando el producto llega entre 55-60 % de sólidos se agrega la glucosa.-

Es de fundamental importancia determinar el momento en que debe darse por terminada la concentración. Si se pasa del punto, se reducen los rendimientos y se perjudican las





Dulce

(7)

características organolépticas del dulce. Por el contrario, la falta de concentración produce un producto fluido, sin la consistencia típica.-

En las plantas es normalmente la pericia del dulcero o que determina el punto exacto, empleando a veces pruebas empíricas; una de ellas consiste en dejar caer una gota de dulce en un vaso con agua para ver si llega al fondo sin disolverse. Otra, separando entre los dedos índice y pulgar una pequeña cantidad de producto y observando cómo y cuánto se estira; con mucha práctica, la simple evaluación del flujo vertido desde un cucharón de dulce informa sobre el punto deseado. Con todo, es necesario complementar la experiencia con la exactitud, para lo cual las observaciones empíricas se hacen a modo de orientación y ya en las cercanías del punto final se controlan con el refractómetro. Según las instalaciones, la llave de vapor se cierra cuando el dulce acusa un 66-68 % de sólidos, calculando que con la evaporación producida mientras el dulce se descarga y enfría reducirá la humedad hasta el 30 % deseado.-

Inmediatamente después tiene lugar el enfriamiento que puede realizarse en la misma paila o en un recipiente al efecto. El uso de la paila, reemplazando el vapor por agua fría en la camisa, tiene la ventaja de reducir el equipamiento necesario, pero presenta el inconveniente de ocupar demasiado tiempo la paila, con lo que los tiempos de operación se alargan y el aprovechamiento del equipo disminuye.-

Un tanque de enfriamiento será necesario siempre que se trate de optimizar la producción de la planta, pudiendo operar alternativamente con la descarga de dos o más pailas. Consiste simplemente en un recipiente de acero inoxidable encamisado, provisto de buena agitación (una de las paletas también debe ser raspadora). Como alternativa, algunos equipos disponen además de circulación de agua por el cuerpo del agitador. La velocidad del enfriamiento es muy importante ya que un descenso de temperatura muy lento favorece la formación de grandes cristales, en tanto que un rápido descenso de temperatura facilitará la formación de muchísimos cristales muy pequeños. Como fluido refrigerante se usa agua de pozo o de línea, ya que la temperatura deberá descender hasta unos 55 ° C. La descarga desde la paila al recipiente enfriador puede hacerse por gravedad si los equipos se disponen convenientemente; si así no fuera, debe usarse una bomba de engranajes o positiva dada la viscosidad del dulce.-

El envase se realiza generalmente con el dulce todavía a unos 50-55 ° C para permitir el fácil flujo por la boquilla de dosificación. Envasar a mayor temperatura tendría el inconveniente de que continuarían produciéndose vapores dentro del envase, que condensando en la superficie interior de la tapa podrían facilitar la aparición de colonias de hongos.-

**HOMOGENEIZACIÓN:** La operación de homogeneización ha encontrado también aplicación en la elaboración de dulce de leche. Deben distinguirse en principio dos propósitos, no necesariamente coincidentes. En primer lugar se acostumbra homogeneizar la mezcla base para elaboración de dulce o parte de la misma (50 %). Esta técnica es ampliamente aplicada en el caso de incorporación de sólidos en forma de leche en polvo, o en las preparaciones "formuladas" con componentes teóricamente no deseables.-

Por otra parte suele también homogeneizarse el dulce terminado, para lo cual la operación precede al empaque. El dulce, en proceso de enfriamiento, ingresa a la máquina a unos 65 ° C y es homogeneizado a una presión de 60 kg/cm<sup>2</sup>. El tratamiento disminuye su viscosidad, mejora su textura otorgándole mayor suavidad y realza el brillo.-

Dulce



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS  
DE LA INDUSTRIA LACTEA

CITIL

Premio Nacional a la calidad 1999  
Organismo Certificado ISO 9002

(8)

**ESTERILIZACIÓN:** el dulce envasados en frascos de vidrio con tapa metálica, o el envasado en latas para exportación puede ser esterilizado en el envase. Algunos mercados no son sensibles a ciertas modificaciones organolépticas del dulce producidas por el tiempo (cristalización), y acostumbran ampliar el período de aptitud comercial del producto mucho más allá de lo conveniente. En estos casos, se impone un tratamiento de este tipo para evitar definitivamente cualquier proliferación de hongos y levaduras que pudieran desmerecer la mercadería.-

**USO DE AGENTES ANTIMICÓTICOS:** el único compuesto químico autorizado por el Código Alimentario Argentino es el ácido sórbico o alguna de sus sales cálcicas o potásicas. Su acción preservativa basa en la inhibición o inactivación de sistemas enzimáticos vitales para el desarrollo y multiplicación de los microorganismos; es especialmente activo contra hongos y levaduras. Como en todos los agentes de este tipo, a mayor acidez del medio, mayor será su actividad preservativa.-

Se acostumbra aplicarlo en forma de solución sobre el material de empaque, o bien a bañar los vasos y tapas en una solución de sorbato. Algunos fabricantes, en lugar de tratar los envases adicionan directamente sorbato al dulce durante el enfriamiento.-

**EL PROBLEMA DE LA CRISTALIZACIÓN:** como se recordará, el dulce de leche terminado contará con un 30 % de humedad final, la cual deberá mantener en solución no solo la totalidad de los azúcares agregados durante el proceso, sino también la lactosa de la leche empleada como materia prima, que durante la evaporación se habrá ido concentrando.-

Según se aprecia en la siguiente tabla, la lactosa es un azúcar relativamente poco soluble, (es aproximadamente 10 veces menos soluble que la sacarosa), y su solubilidad aumenta notablemente con la temperatura.-

Solubilidad de la lactosa y sacarosa en 100 gramos de agua

Temperatura	0	10	20	30	50
Sacarosa	179,5	190,5	203,9	219,5	260,4
Lactosa	11,9	15,1	19,2	24,8	43,7

A unos 55 ° C el dulce presenta una solución de lactosa ya en su punto de saturación. Durante el comienzo del enfriamiento la cantidad de lactosa en exceso, como sobresaturación, es muy pequeña, pero, a medida que el dulce termina de enfriarse la sobresaturación aumenta. Con el tiempo, el azúcar cristalizará, presentando el defecto conocido con el nombre de "cristalización" o "azucaramiento", perceptible al paladar generalmente en dulces relativamente envejecidos (un mes o más). El defecto es notable sólo cuando los cristales alcanzan un cierto tamaño mínimo; el fabricante debe pues, tratar de evitar o bien demorar el proceso.-

El perfil de temperaturas seguido durante el enfriamiento tiene su influencia, formándose cristales más grandes cuando más lento es el enfriamiento. La velocidad de cristalización aumenta a medida que la temperatura desciende, alcanzando un máximo alrededor de los 30 ° C; a temperaturas menores, el aumento de viscosidad comenzará a dificultar la formación de cristales. Esta temperatura de máxima cristalización varía con la proporción lactosa-agua, la cual depende del total de sólidos y del contenido de sacarosa.-





(9)

De cualquier manera, la cristalización irremediamente sobrevendrá después de un cierto tiempo de almacenamiento, evitarla o postergarla será fundamental para mejorar la calidad y prolongar la vida útil del producto. Con tal objeto se han propuesto como métodos:

a) Siembra con cristales de lactosa: no es un método de uso industrial por lo cual no abundaremos en detalles; teóricamente se siembra la leche ya concentrada con finísimos cristales de lactosa, estos actuarán como núcleos de cristalización, siendo muy grande su número ( más de 300.000 /cm<sup>3</sup>), serían muy pequeños y por lo tanto imperceptibles al paladar).-

b) Hidrólisis de la lactosa: un verdadero progreso en la tecnología del dulce de leche, se ha logrado con la introducción del tratamiento enzimático de la leche con lactasa.-

La lactasa, también conocida como  $\beta$ -galactosidasa o  $\beta$ -D-galactósido galactohidrolasa, se aísla de una cepa de la levadura *Kluyveromices lactis* e hidroliza la lactosa en glucosa y galactosa. Puede así obtenerse una hidrólisis total o parcial de la lactosa tanto en leche como en productos derivados (suero de quesería por ejemplo).-

El tratamiento está llamado a solucionar algunos importantes problemas dietéticos (intolerancia a la lactosa en leches de consumo, por ejemplo), y tecnológicos.-

En el caso específico del dulce de leche, puede por este medio evitarse el problema de la cristalización por envejecimiento. Mediante una hidrólisis del 30 % al 35 % de la lactosa presente, ( con un 20 % hidrolizado ya es, según algunas fuentes, suficiente); el dulce ya no formará cristales perceptibles aún después de un almacenamiento de varios meses.-

Tanto la galactosa como la glucosa formados son azúcares más solubles que la lactosa original.-

Mientras a 25 ° C la lactosa tendrá una solubilidad máxima del 18 % en agua, la glucosa a esa temperatura disolverá un 50 % y la D-galactosa un 32 %; con estos incrementos de solubilidad, el notablemente. Además, la mezcla glucosa-galactosa es de dos a tres veces más dulce que la lactosa con lo que el procedimiento disminuirá la cantidad de azúcares necesarios.-

### UTILIZACIÓN DE LACTASA

La lactasa o B-D galactosidasa es producida por fermentación de cepas de levaduras de *Kluyveromices niger* o *Aspergillus oryzae*.-

La hidrólisis ocasiona modificaciones en las características físicas y químicas:

- a) Poder dulcificante: la mezcla de glucosa y galactosa es de 2 a 3 veces más dulce que la lactosa.-
- b) Digestibilidad: la lactosa no es digerible para la gran mayoría de los individuos. La glucosa y la galactosa pueden ser consumidas incluso por personas intolerantes a la lactosa.-
- c) Solubilidad: la lactosa presenta solubilidad del 18 % en agua a 25 ° C. La glucosa en las mismas condiciones de 50 % y la galactosa de 25 %.-
- d) Viscosidad: la glucosa y la galactosa presentan baja viscosidad lo que permite alta concentración de sólidos sin que ocurra cristalización.-
- e) Cuerpo, textura, sabor: son modificados debido a la liberación de galactosa. El sabor queda más acentuado.-
- f) Reacción de Maillard: la glucosa y la galactosa son más reactivas que la lactosa a temperaturas elevadas y al pH > 5 en relación a las proteínas. De 2,5 a 5 veces más.-