

12 300627
Dei



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
Incorporada a la U. N. A. M.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**"IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE 3
VARIEDADES DE CAJETAS"**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A:
MA. ANTONIETA GARCIA MORENO ROJAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio del Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos de la E.N.C.B., (IPW), bajo la dirección del Ing. Ramón Arana E. y la M. en C. Lidia Dorantes, como parte del proyecto:

Caracterización y Desarrollo de Alimentos de
Humedad Intermedia

con clave PVT/AI/NAL/86/3630-1, financiado por CONACYT.

INDICE GENERAL

<u>CAPITULO</u>	<u>Pág.</u>	
I	OBJETIVO	1
II	INTRODUCCION	2
III	GENERALIDADES	3
	3.1 Propiedades de la leche	3
	3.2 Composición de la leche	3
	3.3 Cambios físicos y químicos durante la manipulación de la leche	7
	3.4 Importancia de la conservación de la leche	11
	3.5 Reacción de Maillard	12
	3.6 Actividad de Agua	19
IV	CAJETA	27
	4.1 Definición	27
	4.2 Adiciones autorizadas	27
	4.3 Consideraciones generales	28
	4.4 Materia prima	29
	4.5 Recepción y clasificación de la leche	31
	4.6 Proceso de elaboración	32
	4.7 Defectos y alteraciones más comunes	35
	4.8 Productos lácteos análogos	38
V	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS	41
	5.1 Aspectos microbiológicos	41
	5.2 Aspectos reológicos	43

CAPITULO**PÁG.**

VI	METODOLOGIA	45
	6.1 Muestreo	45
	6.2 Caracterización física y química	45
	6.3 Análisis microbiológicos	46
VII	RESULTADOS Y DISCUSION	47
VIII	CONCLUSIONES	61
IX	APENDICES	63
X	BIBLIOGRAFIA	70

INDICE DE CUADROS

		pág.
CUADRO No. 1	Composición de algunos tipos de leche	4
CUADRO No. 2	Factores que afectan la estabilidad de los productos lácteos	8
CUADRO No. 3	Fenómenos de oscurecimiento	16
CUADRO No. 4	Crecimiento de microorganismos según el rango de la Actividad de agua	26
CUADRO No. 5	Productos semejantes a la cajeta	40

INDICE DE FIGURAS

		pág.
FIGURA No. 1	Mecanismo de la reacción de Maillard	17
FIGURA No. 2	Mecanismo de la reacción de Maillard	18
FIGURA No. 3	Isoterma típica de sorción	21
FIGURA No. 4	Cambios que ocurren en los alimentos en función de la Actividad de agua	23
FIGURA No. 5	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la cajeta	33

CAPITULO I

OBJETIVO

Objetivos Inmediatos:

- Evaluar las características físico-químicas y microbiológicas de 3 variedades de cajetas: Quemada, envinada y sabor vainilla, de diferentes marcas existentes en el mercado mexicano.
- Proponer ó modificar las normas para la cajeta, en base a resultados.
- Determinar el efecto de las variables físico-químicas sobre la calidad del producto y su efecto sobre la vida útil a largo plazo.

Objetivo Secundario:

- Proponer las bases de una metodología para la investigación de calidad en productos de confitería elaborados con leche.

CAPITULO II

INTRODUCCION

Durante la manipulación de la leche y sus derivados, se emplean distintas condiciones de procesamiento que pueden alterar las características físicas y químicas de estos productos. La leche se somete a diferentes procesos que implican una transferencia de calor como la pasteurización, la deshidratación, el congelamiento, la esterilización, y la concentración, en los cuales pueden suceder muchos cambios químicos catalizados por las condiciones de temperatura empleadas. (5)

La tecnología de elaboración de los dulces, se basa esencialmente en la ciencia y el arte del manejo del azúcar, su principal ingrediente, con vistas sobre todo a la obtención de efectos especiales de textura. Estos se logran principalmente mediante la regulación del estado de cristalización del azúcar y de las porciones relativas de azúcar y humedad.

En la fabricación de dulces, se controla el grado de cristalización y el porcentaje de humedad en el producto terminado, principalmente por medio de la selección de ingredientes funcionales, el uso de calor en el cocimiento y concentración de los jarabes de azúcar. Muchas de las razones que motivan la deshidratación de los alimentos, también motivan su concentración, que puede ser una forma de conservación en algunos alimentos; como la leche condensada azucarada y algunos productos de confitería. (30)

Para la conservación de la leche, se utilizan tecnologías adecuadas para la fabricación de leche en polvo instantánea, leche concentrada con azúcar, leche concentrada esterilizada, cajetas, dulces de leche, crema esterilizada, yoghurt y productos para el desarrollo infantil. (40)

CAPITULO III

GENERALIDADES

Los términos de leche y productos lácteos, se emplean en la industria alimentaria en relación a una escala muy amplia de materias primas y productos fabricados. (30)

3.1 PROPIEDADES DE LA LECHE

La leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de todas las hembras de los mamíferos. Es un líquido de composición compleja, de color ligeramente blanco amarillento opaco debido a la grasa y a la caseína, de sabor dulce debido a la lactosa, y de reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad. (1)

La composición usual de la leche de vaca puede variar de acuerdo con muchos factores. Entre ellos están: la raza de la vaca, su individualidad, su edad, la etapa de lactancia, la estación del año, el alimento que se le dé, la hora de la ordeña, el intervalo entre ordeñas, y la condición fisiológica de la vaca, que incluye el hecho de que esté tranquila ó excitada, que esté recibiendo medicamentos ó no, etc. Todos estos factores influyen también en la calidad de la leche.

3.2 COMPOSICION DE LA LECHE

La finalidad de la leche en la naturaleza es la nutrición de las crías del animal que las produce. Las necesidades nutricas de las diversas especies varían, de manera que no es sorprendente que la leche de los diferentes mamíferos se diferencie por su composición (30) (Cuadro No. 1).

En general, la leche está compuesta por agua, lípidos, proteínas, hidratos de carbono, minerales y vitaminas, además de otras sustancias que están presentes en menor concentración.

La leche es un sistema físico-químico muy complejo en el que cada componente se encuentra interaccionando con los otros, de tal manera que dichas interacciones ejercen una influencia muy marcada en su estabilidad. Los sólidos totales de la leche (grasa y sólidos no grasos), representan entre 10.5 y 15.5% de su composición total. (5)

CUADRO No. 1 COMPOSICION DE ALGUNOS TIPOS DE LECHE

Especie	Agua	Grasa	Proteína	Lactosa	Sales minerales
Mujer	87.6%	3.6%	1.9%	6.6%	0.2%
Vaca	87.6%	3.7%	3.2%	4.8%	0.7%
Cabra	87.5%	4.1%	3.4%	4.2%	0.8%
Oveja	81.5%	7.5%	5.6%	4.4%	1.0%
Llama	86.5%	3.2%	3.9%	5.6%	0.8%

Fuente: Elaboración de Productos Lácteos (27)

3.2.1 LIPIDOS

Los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de la leche, en razón de aspectos económicos, nutritivos, de sabor y de las características físicas que se deben a ellos. El sabor y las propiedades físicas que imparten a los productos lácteos son, sin duda, otros factores importantes.

Los triglicéridos, son los componentes más importantes de los lípidos de la leche ya que constituyen aproximadamente 98% del conjunto. Dentro de la categoría de lípidos también están incluidos los fosfolípidos, los esteroides, los pigmentos, las vitaminas liposolubles y otras sustancias en concentraciones muy bajas.

La grasa de la leche se encuentra dispersa en forma de glóbulos. Todos los lípidos de la leche están distribuidos físicamente entre el glóbulo de grasa y su correspondiente membrana. La relación de

ácidos saturados a insaturados de los triglicéridos determina el estado físico de la grasa, al igual que su susceptibilidad a las reacciones químicas que afectan el sabor de la leche y de los productos lácteos. (5)

3.2.2 LACTOSA

Es el principal azúcar de la leche, aunque también se encuentran pequeñas cantidades de glucosa, galactosa, sacarosa y algunos aminoazúcares derivados de la hexosamina. A pesar de que estos últimos azúcares están en concentraciones muy bajas, pueden ejercer una influencia muy importante en la estabilidad de la leche, sobre todo en aquella que se ha tratado térmicamente.

La lactosa tiene aproximadamente 15% del dulzor de la sacarosa, y contribuye junto con las sales al sabor global de la leche.

En la naturaleza, la lactosa sólo se encuentra en las leches, y es el disacárido formado por la condensación de una molécula de galactosa y otra de glucosa a través de un enlace glucosídico β -(1-4); existen dos formas isoméricas, α y β que se diferencian por sus propiedades físicas. La presencia y cantidad de cada uno de los isómeros dependen de los tratamientos térmicos. La forma y el tamaño de los cristales formados al cristalizarse la lactosa, dependen de la velocidad de enfriamiento y de la temperatura final a que se llega con el producto. Cada uno de estos cristales influye de diferente manera en las propiedades organolépticas de los productos lácteos. (5)

3.2.3 PROTEINAS

Las caseínas y las proteínas del suero son los dos grandes grupos de proteínas de la leche; se encuentran en forma de suspensión coloidal y existen grandes diferencias entre sus estructuras y propiedades químicas. Ambos grupos se pueden fraccionar y separar de acuer-

do con su solubilidad a ciertos valores de pH en presencia de algunas sales.

a.) Caseínas:

Son un conjunto de polipéptidos sintetizados en la glándula mamaria de la vaca, que forman la fracción protéica más importante de la leche, ya que suman hasta 85% de las proteínas totales. La estabilidad de las caseínas se altera fácilmente a valores de pH bajos (4.6) y por la presencia de cationes divalentes como el calcio, pero son estables a la mayoría de los tratamientos térmicos empleados.

b.) Proteínas del Suero:

Son compactas, globulares, solubles en un intervalo de pH muy amplio y en estado nativo no se asocian con las caseínas. Las proteínas del suero son muy sensibles al calor y menos al ácido, al contrario de lo que sucede con las caseínas. Estas proteínas contienen aminoácidos azufrados muy lábiles al calor y a las temperaturas de pasteurización que desnaturalizan una fracción de ellas, con la producción de grupos sulfhidrilo, estos actúan como antioxidantes y por lo tanto, los productos lácteos que hayan recibido un tratamiento térmico son menos susceptibles a las reacciones de oxidación. (5)

3.2.4 SALES Y MINERALES

Las sales y minerales de la leche, suelen estar presentes como cloruros, fosfatos, y citratos de calcio, magnesio, sodio y potasio, y se encuentran tanto en estado coloidal como en solución.

La relación de concentraciones de las sales de la leche, desempeña un papel muy importante en la estabilidad térmica de los productos lácteos, de tal forma que los iones de calcio y magnesio tienden a inestabilizar el sistema protéico, mientras que los citratos y el fósforo lo estabilizan.

Aproximadamente 65% del calcio total de la leche existe en estado coloidal interaccionando con las caseínas, y el resto en forma iónica en solución; existe un equilibrio entre estas dos formas de calcio que depende del pH y la temperatura a que se encuentre el sistema. (5)

3.2.5 VITAMINAS

La leche contiene la mayoría de las vitaminas; las liposolubles (A,D,E y K) se encuentran interaccionando con la fase lipídica, mientras que las hidrosolubles (Tiamina, Riboflavina, Niacina, Acido fosfórico, Biotina, Acido ascórbico, Acido pantoténico, Piridoxina y Cianocobalamina) se localizan en el suero.(5)

3.2.6 ENZIMAS

Las enzimas se encuentran distribuidas en la leche, ya sea unidas a las micelas de caseínas, a la membrana del glóbulo de grasa ó en forma libre en el suero.

Las enzimas más importantes son: Lipasa, proteasa, fosfatasa, catalasa, lactoperoxidasa y xantinaoxidasa. (5)

3.3 CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS DURANTE LA MANIPULACION DE LA LECHE

Durante la manipulación de la leche y sus derivados, se emplean distintas condiciones de procesamiento que pueden alterar las características físicas y químicas de estos productos.

En general, la leche es sensible al calor, al frío, a esfuerzos mecánicos, a la luz, y al oxígeno, por lo que durante la manufactura de productos lácteos se debe cuidar la influencia de cualquiera de estos factores para evitar reacciones de deterioro en detrimento de la calidad. De todos estos factores, los tratamientos

térmicos son los que mayor efecto tienen e inducen los cambios más importantes en los componentes de la leche (Cuadro No. 2). (5)

CUADRO No. 2 FACTORES QUE APECTAN LA ESTABILIDAD DE LOS PRODUCTOS LACTEOS

Factor	Efecto
Calor	Desnaturalización de proteínas, destrucción de vitaminas, reacciones químicas de degradación y de oscurecimiento, cambios en sabor y olor.
Congelamiento	Rompimiento de la estabilidad de las emulsiones, sinéresis e inestabilidad de las proteínas.
Esfuerzo mecánico	Cambios fisicoquímicos en las macromoléculas, separación del suero, daño en características de la emulsión, pérdida de propiedades de textura y cuerpo.
Luz	Fotooxidación de vitaminas, proteínas y lípidos.
Oxígeno	Oxidación de lípidos, vitaminas y de compuestos responsables del aroma y el sabor.

Fuente: Badui, S. (5)

3.3.1 EFECTO DEL CALOR

Cada constituyente de la leche tiene un diferente grado de sensibilidad a los tratamientos térmicos, cuya finalidad fundamental es destruir los microorganismos patógenos que puedan crecer y reproducirse en el seno de la leche; sin embargo, los calentamientos excesivos inducen cambios químicos en la leche que reducen su calidad tanto nutritiva como organoléptica.

Los tratamientos como pasteurización, ultrapasteurización y esterilización, modifican las propiedades de la leche principalmente en la fracción proteica y en la lactosa. La estabilidad térmica de

la leche depende de muchos factores, como son la presencia de microorganismos proteolíticos, la concentración total de sólidos, la homogenización, la acidez, el pH, los precalentamientos, la concentración de iones ó sales, y la concentración de albúminas y globulinas.

a.) Caseínas:

La estabilidad de las micelas de caseína de la leche depende básicamente de la acidez y del balance salino del sistema en que se encuentren. Durante los tratamientos térmicos de la leche se inducen cambios tanto en el pH como en la fuerza iónica, que a su vez alteran los mecanismos de estabilidad de todas las fracciones de caseínas.

b.) Proteínas del Suero:

Son las más sensibles al calor y por consecuencia las que más rápidamente se desnaturalizan; sin embargo, la sensibilidad disminuye cuando aumenta la concentración total de proteína. Tienen una conformación globular que es rápidamente destructible. Debido a su alto contenido de aminoácidos azufrados, su desnaturalización va acompañada por una liberación de grupos sulfhidrilo activos que imparten a la leche el sabor a "cocido".

c.) Lactosa:

Normalmente este azúcar no es afectado por los tratamientos térmicos empleados en la manufactura de la mayoría de los productos lácteos, y sólo en casos extremos de calentamiento suceden cambios químicos en su estructura.(5)

3.3.2 HOMOGENIZACION

Las modificaciones que sufren los componentes de la leche por esfuerzos mecánicos durante su transporte se amplían considerablemente en la homogenización. Los cambios más importantes se reflejan en las transformaciones físicas de los glóbulos de grasa y las

interacciones de lípidos y proteínas.

La homogenización induce la formación de una nueva membrana que no tiene tendencia a reaccionar, y también reduce las reacciones de oxidación iniciadas por el cobre y los fosfolípidos de la membrana del glóbulo. Otro efecto que tiene la homogenización, es que la grasa de la leche se vuelve más susceptible a las reacciones hidrolíticas iniciadas por las lipasas. (5)

3.3.3 CONGELAMIENTO

Durante el congelamiento de los productos lácteos se producen muchos cambios físicos que alteran su estabilidad. La intensidad de estas modificaciones depende de algunos factores intrínsecos, como el contenido de grasa, de lactosa y de fosfato de calcio coloidal. Los factores extrínsecos son la velocidad de congelamiento, la temperatura del producto congelado, la forma de descongelamiento y la adición de azúcares.

La cristalización de la lactosa durante el congelamiento es uno de los factores que ejerce mayor influencia en la inestabilidad de las proteínas de la leche. El tipo de cristales formados es muy importante y depende de la velocidad de congelamiento, al igual que de la temperatura final a que se mantenga el alimento. La adición de algunos solutos de bajo peso molecular modifica la capacidad de cristalización de la lactosa y aumenta la estabilidad de los productos congelados.

Otro efecto del congelamiento, es la inestabilidad de los lípidos debido a que la membrana del glóbulo de grasa se rompe y se liberan pequeñas cantidades de grasa libre. Los glóbulos también se pueden romper por las presiones y las tensiones mecánicas que se generan durante la cristalización de los triacilglicéridos, lo que hace

que se produzca grasa libre que actúa como agente de unión entre los glóbulos, formando grandes agregados lípidos. (5)

3.4 IMPORTANCIA DE LA CONSERVACION DE LA LECHE

Los cambios físicos y químicos que tienen lugar durante la concentración de los alimentos contribuyen a la calidad final tanto de los productos deshidratados como su sabor, color, textura, viscosidad, valor nutritivo, y estabilidad en el almacenamiento.

La conservación de la leche por medio de azúcar se ha reemplazado en gran parte mediante la conservación por medio de calor. Sin embargo, la combinación del azúcar y los sólidos de la leche resulta práctica en la industria de confites.

Es evidente que los procesos de concentración en que los alimentos están expuestos a temperaturas de 100°C y aún más altas durante períodos prolongados pueden provocar cambios radicales en sus propiedades organolépticas y nutritivas.

Los sabores a cocido y el oscurecimiento del color son dos de los resultados comunes producidos por el calor. Hasta cierto punto, estos cambios son deseados en algunos dulces, como los de leche quemada, en cuya producción las mezclas de azúcar y leche se concentran deliberadamente a temperaturas elevadas. (30)

Los azúcares como la glucosa, sacarosa, lactosa y otros, se agregan a ciertos alimentos como edulcorantes. Si la concentración de estos materiales es lo bastante alta, como en los dulces, actúan como conservadores. Este efecto se debe a que reducen la actividad de agua del alimento hasta punto que es imposible el crecimiento microbiano, y a que aumentan la presión osmótica de la solución. (15)

Cualquier método que reduzca la cantidad de humedad disponible en un alimento es una forma de desecación. (19)

La concentración y la desecación son procedimientos que permiten una conservación prolongada de todos los componentes de la leche. (1)

La deshidratación, ejerce ciertas fuerzas sobre el sistema lácteo; elimina el agua disponible y origina un sistema concentrado de alta actividad iónica. (17)

3.5 REACCION DE MAILLARD

Las reacciones de oscurecimiento son muy importantes en alimentos, ya que su sabor, su olor y su textura pueden ser modificados de acuerdo con estos cambios. Este es uno de los principales problemas que se tienen durante el procesamiento y el almacenamiento de productos deshidratados y semihúmedos, aunque en algunos casos, se producen muchos alimentos que tienen como atributo principal, el color y el sabor característico generado por reacciones de oscurecimiento, como es en el caso de las Reacciones de Maillard, que ocurren durante el procesamiento ó almacenamiento, y pueden ya sea aumentar ó disminuir la aceptación de los alimentos. (29,37)

La temperatura, el pH y la actividad de agua del alimento, desempeñan un papel muy importante en el control de las reacciones de oscurecimiento no enzimático. En general, el oscurecimiento va a aumentar cuando aumentan el pH y la temperatura durante la manufactura ó almacenamiento de los alimentos. La proporción del oscurecimiento aumenta a medida que el contenido de humedad ó actividad de agua aumentan hasta un máximo de a_w de 0.6 a 0.8 y luego disminuye. Los alimentos de baja actividad de agua son más propensos al oscurecimiento. (29,39)

La naturaleza e intensidad del sabor, depende del tiempo y de la temperatura del calentamiento. (10)

El efecto más importante que tiene el calor sobre los azúcares está directamente relacionado con varias reacciones que conducen a la producción de diferentes pigmentos en los alimentos. Casi todos los alimentos procesados están sujetos a reacciones en las que aparece el color café. Estas reacciones de oscurecimiento no enzimático, son la deshidratación inducida por el calor, la degradación y las reacciones de condensación que van acompañadas de la formación de colores y de un sabor característico. Cuando se lleva a cabo este tipo de reacciones invariablemente se altera el valor nutritivo del alimento. (25)

En los alimentos que contienen proteínas, aminoácidos libres y azúcares, que se elaboran utilizando temperaturas altas, se producen las reacciones de oscurecimiento no enzimático, las cuales incluyen caramelización de azúcares y reacciones de carbonilamino ó reacciones de Maillard. En lo que se refiere a la cajeta, este tipo de reacciones son de interés porque:

- Se producen sustancias volátiles que imparten un sabor y aroma agradable.
- Los productos finales son pigmentos de color café, característico de los dulces.
- Al reaccionar los grupos amino provenientes de proteínas, aminoácidos y grupos reductores de azúcares, de manera irreversible se transforman en productos no digeribles, disminuyendo la disponibilidad de aminoácidos indispensables como la lisina, y en consecuencia el valor biológico del alimento. (20,34)

El oscurecimiento no enzimático por medio de la reacción de Maillard, es una reacción de deterioro muy importante en alimentos

parcialmente deshidratados y alimentos de humedad intermedia, la cual va limitar la vida de anaquel de estos productos. Las reacciones entre los componentes del alimento involucrados en las reacciones de oscurecimiento no enzimático se aceleran durante la deshidratación ya que los componentes disueltos se concentran a manera que el agua es removida y la temperatura elevada.(11,31)

Los azúcares reductores que pueden favorecer la reacción de Maillard son pentosas, hexosas, disacáridos, ácidos urónicos y cetonas, aunque la reactividad de cada carbohidrato es muy diferente y varía en cada caso. (5)

La lisina es un aminoácido esencial y se encuentra generalmente en concentraciones bajas en la mayoría de los alimentos. Las proteínas de la leche representan una fuente muy rica en lisina. En los productos concentrados no es aprovechable una fracción de lisina por interacción de la lactosa y otros componentes de la leche.(17)

La reacción de Maillard se lleva a cabo en una secuencia de 3 pasos: (Fig. No. 1 y 2)

1.) Paso inicial (no hay producción de color)

1a.- Condensación azúcar-amino para formar una glucosilamina-N-sustituida. Reacción reversible.

1b.- Rearreglo de Amadori; la glucosilamina se transforma en una cetosimina ó aldosamina.

2.) Paso intermedio (formación de colores amarillo muy ligeros y producción de olores desagradables)

2a.- Deshidratación de azúcares; se forman derivados del furfural, reductonas ó dehidroreductonas, dependiendo del pH y de la actividad de agua del sistema.

2b.- Fragmentación de azúcares; se forman compuestos α -hidroxicarbonilos, glucoaldehído, gliceraldehído, piruváldehído, acetol,

acetofina, diacetilo, etc.

2c.- Degradación de Strecker; aminoácidos más dehidroxireductonas de 2a. forman aldehidos con un átomo de carbono menos, más CO_2 .

3.) Paso final (formación de pigmentos)

3a.- Condensación aldólica de compuestos intermediarios para formar pigmentos insaturados con propiedades fluorescentes.

3b.- Polimerización de aldehidos con aminos. (5)

3.5.1 SECUENCIA DE LA REACCION DE MAILLARD

1.) Paso Inicial:

Los azúcares que intervienen en la condensación inicial azúcar-amino deben tener un grupo carbonilo libre. Las aldopentosas reaccionan más fácilmente que las aldohexosas y estas a su vez más que los disacáridos.

La condensación entre el grupo amino de los aminoácidos ó de las proteínas con el grupo carbonilo de azúcares reductores, conocida como Reacción de Carbonilamino, forma una base de Schiff que se ciela para dar la correspondiente glucosilamina-N-sustituida. Este primer paso tiene mucha importancia ya que el grupo ϵ de la lisina reacciona fácilmente. El siguiente paso en las reacciones de oscurecimiento no enzimático es el rearrreglo de Amadori, en el cual la glucosilamina se isomeriza, pasando de aldosa a cetosa. En este paso se forman diferentes compuestos que dependen de las condiciones de pH y temperatura de la reacción. El rearrreglo de Amadori produce derivados 1-amino-1-desoxi-2-cetosa que se generan a través de varios pasos reversibles que no imparten ningún color al alimento.

2.) Paso Intermedio:

Este paso implica la eliminación del grupo amino del derivado 1-amino-1-desoxi-2-cetosa a través de deshidratación, cicliza-

ción, fragmentación ó condensación.

3.) Paso Final:

Este paso es propiamente la formación de los pigmentos oscuros llamados Melanoidinas, cuyo mecanismo implica la polimerización de muchos de los compuestos formados en la segunda fase de la reacción. La polimerización del furfural y del hidroximetilfurfural con aminas produce pigmentos café insolubles en agua.

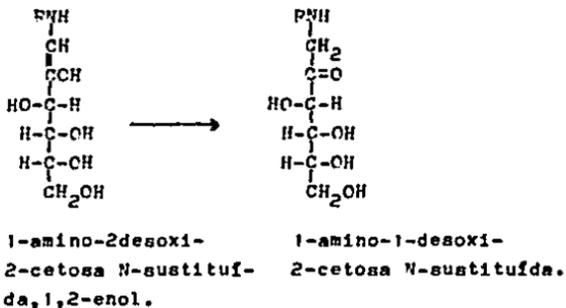
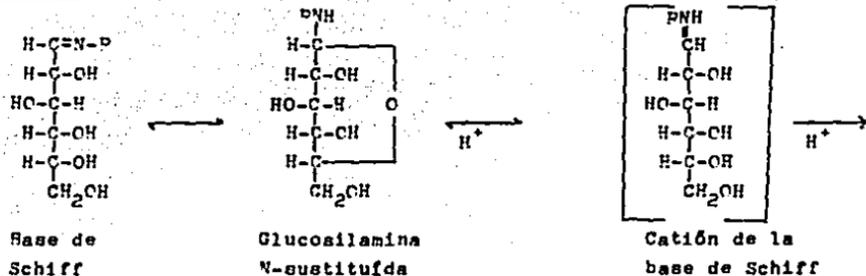
La reacción de degradación de Strecker es muy importante, ya que produce compuestos reductores que facilitan la formación de los pigmentos. Por sí sola no genera pigmentos, pero colabora al producir aldehídos que intervienen en reacciones secundarias con grupos nitrogenados. Muchos de los olores y sabores generados durante el calentamiento de alimentos derivan de la degradación de Strecker, y contribuyen a sus propiedades organolépticas. (5)

CUADRO No. 3 REACCIONES DE OSCURECIMIENTO

Mecanismo	Oxígeno necesario	Grupos amino necesarios	pH óptimo
Caramelización	no	no	alcalino/ácido
Oxidación ác. ascórbico	sí	no	ligeramente ácido
Maillard	no	sí	alcalino
Polifenol oxidasa	sí	no	ligeramente ácido

Fuente: Radui, S. (5)

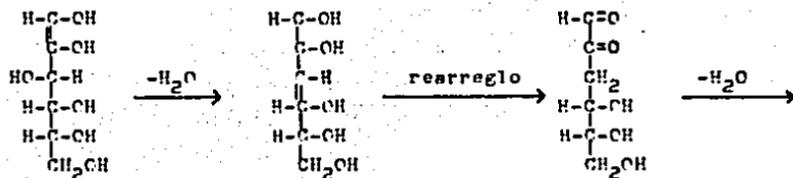
FIG. No. 1 MECANISMO DE LA REACCION DE MAILLARD

Paso 1

Producción de la base de Schiff (condensación azúcar reductor-grupo amino) y rearrreglo de Amadori.

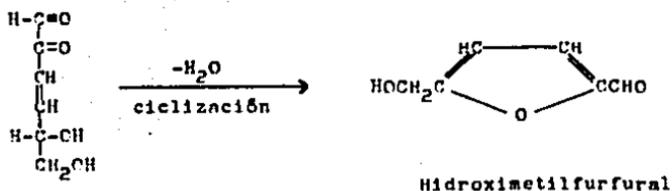
Fuente: Radui, S. (5).

FIG. No. 2 MECANISMO DE LA REACCION DE MATILLARD

Pasos 2 y 3

1,2-onol

3-desoxiosulosa



Formación de los derivados furfúricos a partir de hexosas.

Fuente: Badui, S. (5).

3.6 ACTIVIDAD DE AGUA

En los alimentos, al igual que en todos los sistemas biológicos, el agua es uno de los componentes más importantes, además de ser el constituyente que se encuentra en mayor concentración. (8)

La presencia de agua en los alimentos y su concentración determina en un alto grado su aceptación y digestibilidad, así como la estructura física y la capacidad del manejo técnico de los alimentos. Más importante, sin embargo, es que prácticamente todos los procesos de descomposición que toman lugar en los alimentos están influenciados de una manera u otra por la concentración y la movilidad del agua en alimentos. Por lo tanto, puede decirse que independientemente de la composición de los materiales alimenticios, en altas concentraciones de agua, la descomposición de los alimentos es causada por el crecimiento y desarrollo de bacterias y hongos en los alimentos y por reacciones enzimáticas y no enzimáticas; a bajas concentraciones de agua, las pérdidas de calidad son causadas principalmente por reacciones autooxidativas y de deterioro físico. (15)

El término "Actividad de agua", determina el grado de interacción del agua con los demás constituyentes de los alimentos. (5)

El agua no sólo contribuye a las propiedades reológicas y de textura de un alimento a través de su estado físico, sino que sus interacciones con los diferentes componentes también determinan el tipo de reacción química que se puede suscitar en el alimento. (33)

La intensidad y velocidad de los procesos de descomposición son diferentes a distintas concentraciones de agua, resultando más estables a bajas que a altas concentraciones de agua. El potencial de agua para tomar parte en los procesos deteriorativos de un producto alimenticio, está caracterizado por la actividad de agua (A_w) en

el producto que de acuerdo a la ley de Raoult es:

$$Aa = \frac{P}{Po} = \frac{\% H.R.}{100}$$

donde,

Aa = Actividad de agua

P = Presión de vapor del agua del alimento a temperatura (T)

Po = Presión de vapor del agua pura a temperatura (T)

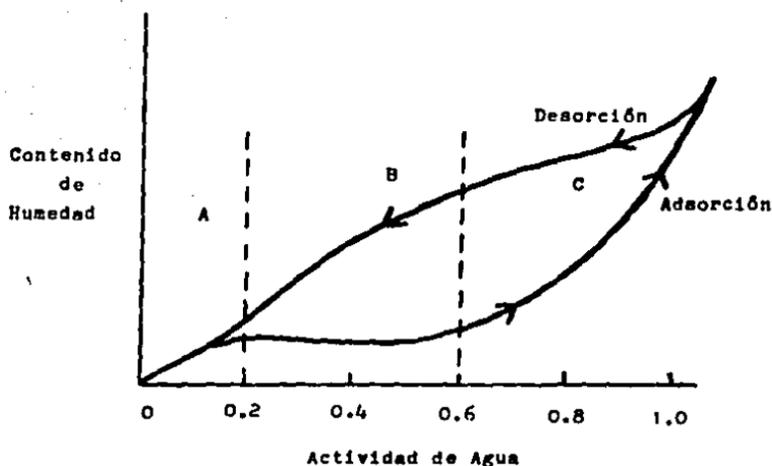
La actividad de agua, también puede ser definida como la humedad relativa en equilibrio (HRE), en la cual un alimento no ganaría ni perdería humedad.(5)

La actividad de agua para el agua pura a cualquier temperatura arriba de su punto de congelación es 1.00, mientras que para un alimento totalmente seco es 0.00, por lo tanto, la actividad de agua para cualquier alimento estará en el intervalo de 0.0 a 1.0 .

La actividad de agua de cualquier producto, depende de la composición química del producto, el estado de agregación de sus constituyentes, el contenido de agua, y la temperatura del producto. Una gráfica del contenido de agua de un producto contra la actividad de agua a una temperatura dada es llamada: Isoterma de sorción. (Fig. No. 3) (2)

Las isotermas de sorción de la mayoría de los productos alimenticios son de forma sigmoideal; no obstante, es posible que tengan diferentes formas. Puesto que el comportamiento de los productos alimenticios respecto a la sorción de agua está determinada por la composición química y el estado fisicoquímico de los constituyentes, las isotermas de sorción de diversos productos difieren considerablemente en su forma.(15)

FIG. No. 3 ISOTERMA TIPICA DE SORCION



Fuente: Arana, R. (2)

La isoterma puede ser dividida en tres regiones describiendo el estado de agua presente. La región A, corresponde a la adsorción de una capa monomolecular de agua. Es también frecuentemente llamada monocapa, sitio polar ó agua ligada. La región B, es la adsorción de capas adicionales de agua sobre la monocapa. Es también llamada multicapa ó agua intermedia. La región C, se refiere a la absorción de agua en los poros del material, seguida por la disolución del material soluble presente. Es también frecuentemente descrita como móvil, agua de condensación capilar ó libre.

Se puede apreciar que la humedad relativa ó actividad de agua es menor durante la desorción que durante la adsorción para un contenido de humedad constante. Por otra parte, a una H.R. ó Aa determinada, el contenido de humedad durante la desorción es mayor que durante la adsorción. Esto se debe a que durante la desorción existen interacciones de los constituyentes de los alimentos, de tal manera que los sitios físicos polares donde ocurre la adsorción se pierden.

Se puede observar en la curva de adsorción, que en las zonas A y B, los cambios pequeños de humedad producen grandes variaciones en la actividad de agua. En la parte final de la curva (zona C), se requiere de modificaciones mayores en la humedad para cambiar ligeramente la actividad de agua del alimento. En la parte inferior de la curva de adsorción se encuentran los alimentos deshidratados y a medida que la humedad aumenta se localizan los alimentos de humedad intermedia y finalmente los húmedos.(5)

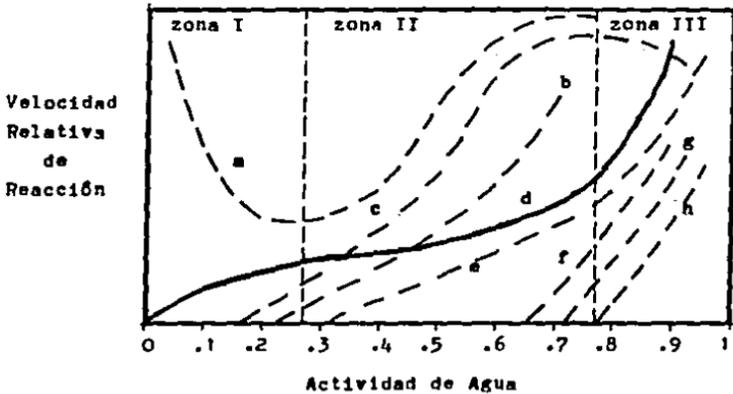
El contenido de humedad de los productos lácteos desecados debe ser lo suficientemente bajo para prevenir el crecimiento microbiano y evitar los cambios químicos. Cuanto menor es la humedad, más lentas son las alteraciones de tipo químico.(19)

Todos los alimentos, incluyendo los deshidratados, contienen cierta cantidad de agua. El punto más estable, está en el cambio de pendiente de la isoterma entre la región I y II, es decir en la monocapa. (Fig. No. 4) (2)

Con una actividad de agua muy baja y a medida que aumenta, se inducen las reacciones enzimáticas hidrolíticas y las de oscurecimiento no enzimático, estas últimas, ocurren prácticamente a cualquier valor de actividad acuosa, sin embargo, tienen un máximo pronunciado

a valores de A_w de 0.4 a 0.6 . El crecimiento de bacterias, hongos y levaduras también se favorece. (5)

FIG. No. 4 CAMBIOS QUE OCURREN EN LOS ALIMENTOS EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE AGUA



- a = Oxidación de lípidos
- b = Reacciones hidrolíticas
- c = Oscurecimiento no enzimático
- d = Isoterma del contenido de humedad
- e = Actividad enzimática
- f = Crecimiento de hongos
- g = Crecimiento de levaduras
- h = Crecimiento de bacterias

Fuente: Badui, S. (5)

Se ha vuelto común controlar el valor de la A_w de los alimentos para aumentar su vida de anaquel y conservar su valor nutritivo y propiedades organolépticas. En la industria se reduce la A_w de los alimentos a través del uso de varios aditivos que ayudan a evitar los daños que sufren los diferentes productos durante su manipulación,

procesamiento y almacenamiento. Debido a las propiedades coligativas, la adición de solutos a los alimentos reduce la cantidad de evaporación de agua y por lo tanto su actividad de agua. Algunos de los solutos no volátiles que se usan como sales, azúcares, glicerol y muchos otros productos de bajo peso molecular actúan no sólo como saborizantes, sino también como reductores de la actividad de agua para evitar el crecimiento microbiano. (6,32)

3.6.1 ALIMENTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA

En los últimos años se ha observado un renovado interés en alimentos preservados por reducción de la actividad de agua y en algunos casos por adición de ciertos agentes antimicrobianos específicos. Estos productos se conocen como Alimentos de Humedad Intermedia (AHI), ó semihúmedos, pues pueden ingerirse sin previa rehidratación y a pesar de ello son estables sin necesidad de refrigeración ó esterilización. (24,35)

La humedad de éstos alimentos oscila entre 20-50% y su actividad de agua entre 0.60-0.92 . Clásicos ejemplos son aquellos alimentos preservados por la adición de azúcar, ó los naturalmente ricos en azúcares sometidos a una desecación parcial.(37)

El interés actual en éstos alimentos se debe a la necesidad de comprender los principios biológicos y físico-químicos que rigen el mecanismo de reducción de la actividad de agua y la interacción de esta con otros factores (pH, aditivos específicos, presión parcial de oxígeno, etc.), como medio de inhibir el desarrollo de microorganismos contaminantes. (22,33)

La actividad de agua de un alimento influye en la multiplicación y actividad metabólica (incluyendo la producción de toxinas) de los microorganismos. La inhibición del desarrollo de los microor-

ganismos no es causada solamente por un decrecimiento en la A_a , sino también es influida por varios factores tales como pH, flora competitiva, temperatura, presencia ó ausencia de oxígeno, etc. La A_a mínima a la cual un microorganismo puede crecer se incrementa cuando se expone al mismo a condiciones limitantes de pH, temperatura, conservadores, etc.

Las bacterias causantes de descomposición y algunos organismos causantes de enfermedades de origen alimentario raramente causan problema por debajo de una A_a de 0.90 . A medida que desciende en la escala de A_a hasta 0.86, ya no hay posibilidad de crecimiento de bacterias con la excepción de las halofílicas. A éstos niveles de A_a los hongos y las levaduras son los organismos predominantes. La mayoría de los hongos y levaduras crecerán a A_a tan baja como 0.70-0.65.(22,23)

3.6.2 ALIMENTOS CON A_a MENOR QUE 0.80

En este grupo de alimentos, los problemas potenciales deberían limitarse al desarrollo de hongos y levaduras ya que el desarrollo de bacterias es imposible. Estos alimentos, dentro de los cuales se encuentra el dulce de leche, pueden contaminarse durante alguna etapa de su elaboración y/o envasado, ó en el caso de los envasados en caliente (cajeta), la contaminación puede ocurrir después de abrir el envase y durante su periodo de consumo. Varios de éstos hongos son capaces de producir toxinas; las cepas de hongos predominantes en este aspecto son de "Aspergillus" y "Penicillus". Las alteraciones que podría sufrir el dulce de leche, consiste en la formación de gas por levaduras que fermentan la sacarosa, y la formación de espesas manchas como botones producidas por hongos. (Cuadro No. 4) (35,37)

La mayor preservación de los dulces de leche, como la Cajeta, se tiene a una alta concentración de soluto, y con a_a menor a 0.85.(18)

CUADRO No. 4 CRECIMIENTO DE MICROORGANISMO SEGUN EL
RANGO DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

Microorganismo	Aa	T (°C)
HONGOS:		
<i>Penicillium cyclopium</i>	0.85	22
<i>P. islandicum</i>	0.83	38
<i>P. expansum</i>	0.83	23
<i>P. patulum</i>	0.81	23
<i>P. citrinum</i>	0.80	25
<i>P. martensii</i>	0.79	32
<i>Aspergillus flavus</i>	0.78	43
<i>A. niger</i>	0.78	43
<i>A. ochraceus</i>	0.77	25
<i>A. candidus</i>	0.75	25
<i>A. chevalieri</i>	0.71	42
<i>A. repens</i>	0.71	25
<i>Chrysosporium xerophilum</i>	0.71	25
<i>C. fastidium</i>	0.69	25
<i>Aspergillus echinulatus</i>	0.62-0.64	25
<i>Monascus bisporus</i>	0.61	25
LEVADURAS:		
<i>Saccharomyces rouxii</i>	0.85	25
<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.83	25
<i>Saccharomyces baillii</i>	0.80	25
<i>S. cerevisiae</i>	0.80	27
<i>S. bisporus</i>	0.70	27
<i>Torulopsis candida</i>	0.65-0.75	27

Fuente: Bouchart, L. (6)

CAPITULO IV

CAJETA

4.1 DEFINICION

El dulce de leche se elabora principalmente en Latinoamérica. En México, se le conoce con el nombre de Cajeta, la cual se elabora con leche, sacarosa, glucosa y bicarbonato de sodio. (34)

En Colombia, existen en el mercado el "Ariquepe", preparado exclusivamente con leche, azúcar y bicarbonato de sodio; y el "Manjar blanco", el cual, además de los componentes anteriores cuenta en su formulación con una pequeña adición de algún almidón ó fécula, principalmente de arroz. (36)

En Argentina, el "Dulce de leche" es un producto típico de confitería. Es elaborado con leche y sacarosa que se concentra por evaporación a presión atmosférica. (18)

La Cajeta puede ser elaborada según la Norma Oficial Mexicana (NOM- F- 480- 1985), con leche de cabra ó vaca ó la mezcla de estas, adicionada de azúcares, aditivos e ingredientes autorizados. Se procesa en caliente hasta obtener la viscosidad y color necesarios que caracterizan al producto. Los ingredientes opcionales para este producto son: vainilla y bebidas alcohólicas ó alcohol potable.

Se denominará como Cajeta al producto que respondiendo a la definición, contenga 28% como mínimo y 30% como máximo de agua. Un mínimo de 7.5% de materia grasa de la leche y no más de 2% de cenizas; un 2% de proteína y aproximadamente 6% de azúcar. (28)

4.2 ADICIONES AUTOPIZADAS

Podrán ser añadidas las sustancias que se indican a continuación, a condición que se ajusten a los porcentajes que se establecen

y que la adición de la misma no tenga por objeto sustituir parcial ó totalmente a ninguno de los componentes de la leche.

- 1.- Bicarbonato de sodio (mínimo necesario).
- 2.- Glucosa, siempre que reemplace parcialmente el agregado de sacarosa.
- 3.- Estabilizante, siempre que su porcentaje no sobrepase al 1%.
- 4.- Fécula, siempre que su porcentaje no sea superior al 0.5% sobre la leche y se establezca en el rótulo. (13)

4.3 CONSIDERACIONES GENERALES

a.) Porcentaje de azúcar en relación al grado de concentración del dulce de leche que se elabora:

En lo que respecta a este punto, cabe explicar que a medida que es más consistente el producto que se elabora, la proporción de azúcar debe ser menor y ello se debe a que a una mayor concentración existe una menor proporción de humedad en el dulce, lo que dificulta la solubilidad de la sacarosa, pudiendo producirse por tal motivo la cristalización de la misma, originando el consecuente azucaramiento.

b.) Porcentaje de azúcar en relación a la riqueza de la leche en grasa butírica:

A una mayor proporción de grasa en la leche, corresponde un aumento en el extracto seco total de la misma. Se halla entonces en condiciones de admitir mayor cantidad de azúcar, sin correr el riesgo del azucaramiento; corresponde todo lo contrario cuando la proporción de grasa disminuye.

c.) Porcentaje de azúcar teniendo en cuenta el tiempo que media entre la elaboración del dulce y su posterior consumo:

Cuanto más tarde en consumirse el dulce, mayor es la evaporación de la humedad contenida en el mismo, razón por la cual la pro-

porción de humedad podría disminuir en forma tal que rompería el equilibrio de solubilidad entre azúcar y humedad, provocando en consecuencia el azucaramiento. Este punto es muy importante para los establecimientos ubicados lejos de los centros de consumo, pues los dulces que elaboran tardan en consumirse más y por lo tanto, están expuestos con más facilidad al azucaramiento. Lo expresado se acentúa más en épocas calurosas, ya que a mayor temperatura ambiente, corresponde una intensa evaporación de la humedad.

Por otra parte, cabe también agregar que las temperaturas inferiores a 0°C , provocan la cristalización de la sacarosa, es por esto la importancia que tiene el azucaramiento en la elaboración del dulce de leche y por ser el inconveniente que se presenta con mayor facilidad originando los consiguientes perjuicios en el aspecto comercial.

Para evitar el azucaramiento, se recurre al agregado de glucosa, que oscila entre 1-2% sobre la cantidad de leche empleada en la elaboración. En caso de agregar un exceso de glucosa, se obtiene un dulce muy pegajoso conocido como "dulce con liga", que representa un perjuicio para el producto.(13)

4.4 MATERIA PRIMA

a.) Leche:

Si la leche es aguada (que contenga agua), resulta inconveniente por prolongar demasiado la cocción, en deterioro de la calidad del dulce.

Para la elaboración normal del dulce de leche, la acidez de la leche no debe pasar de 18°Dc , ya que una excesiva acidez puede producir el cortado del dulce ó lo que también se denomina "dulce

ortado", que tiene su origen en la reducción del volumen producido durante la concentración con el consecuente aumento de la acidez inicial, circunstancia que puede dar lugar en cualquier momento a la precipitación de la caseína. Por tal motivo y con el objeto de evitar éste inconveniente, se procede a eliminar la leche con excesiva acidez, y por otra parte se efectúa la neutralización de la acidez con bicarbonato de sodio cuando la misma supere los 18° Dc.

b.) Bicarbonato de sodio:

Polvo ó cristales blancos. La neutralización se efectúa mediante el agregado de bicarbonato de sodio cuando todavía actúa el calor, produciéndose lactato de sodio y desprendimiento de anhídrido carbónico con gran formación de espuma.

c.) Sacarosa:

Es el disacárido más importante formado por dos monosacáridos: glucosa y fructosa. Cristales blancos que imparten sabor dulce y de "cuerpo" ni dulce. Interviene también en la formación de pigmentos oscuros.

d.) Glucosa:

Monosacárido muy importante, ya que su presencia evita en gran parte la cristalización de la sacarosa, proporcionando a la vez un aspecto más suave al dulce y un mayor brillo, estos factores mejoran las características organolépticas.

e.) Vainilla:

Se utiliza la vainilla de grado alimenticio ó etil vainillina, debe ser de buena calidad (no contener cumarina, ya que ésta puede tener efectos tóxicos) y en la cantidad necesaria para que no le comunique al dulce un sabor demasiado acentuado. (13)

f.) Etanol (Alcohol etílico):

Alcohol potable de punto de ebullición de 78,5^o C. Se utiliza en la proporción adecuada para impartir un ligero sabor a la cajeta(13)

4.5 RECEPCION Y CLASIFICACION DE LA LECHE

La importancia y necesidad de verificar la calidad de la leche reside en que la calidad del producto a elaborar (cajeta), está directamente relacionado con la calidad de las materias primas que se utilizan en su elaboración. Se obtendrán buenos resultados con leches obtenidas en buenas condiciones de higiene, de una acidez láctica adecuada y con el porcentaje de grasa butírica calculado.

Al recibir y clasificar la leche se sigue el siguiente orden:

1.- Apreciación de los caracteres organolépticos

2.- Pruebas de anaquel: Determinación de acidez, de materia grasa y punto crioscópico.

- Apreciación de los caracteres organolépticos:

Este examen se realiza en un tiempo relativamente corto y permite eliminar rápidamente toda leche que no reúna las condiciones normales: líquido viscoso, opaco, con tendencia al amarillo, de sabor suave, ligeramente azucarado y con olor característico.

En ésta prueba, se analiza a la leche por el color, olor, sabor y presencia de cuerpos extraños. Conviene destacar la necesidad de eliminar las leches con calostro (gusto salado y amargo), ya que ocasionan graves inconvenientes por la elevada proporción de albúmina que contienen, y coagulará cuando actúe el calor.

- Pruebas de anaquel:

a.) Determinación de la acidez:

Se efectúa siguiendo el método de Dornic y se considera de

suma importancia, ya que es indispensable para conocer la calidad de la leche que se recibe y también como factor que indica la cantidad de neutralizante a utilizar en la elaboración del dulce.

b.) Determinación de la materia grasa:

Se sigue el método de Gderber y tiene como finalidad establecer el contenido de grasa. (13)

c.) Determinación del punto crioscópico:

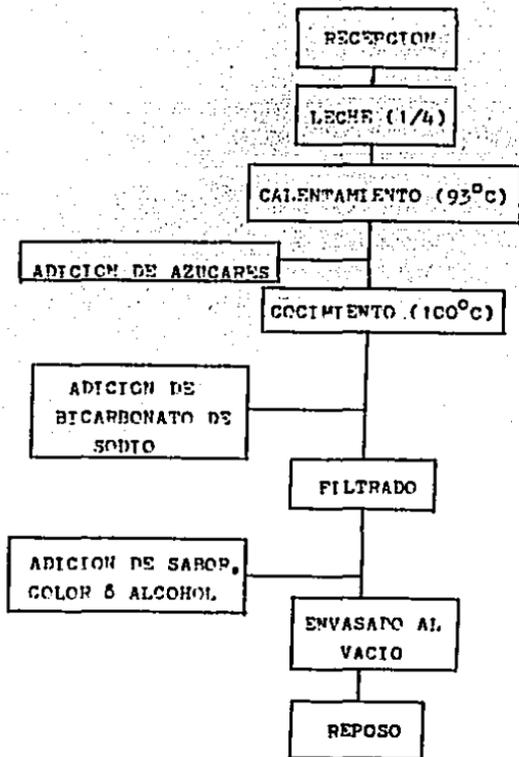
Es la determinación más adecuada para verificar la adulteración con agua, ya que no es afectada por los sólidos de la leche, la dieta, el estado de lactancia de las vacas, por adicionar ó quitar grasa, ni por añadir leche descremada a la leche entera; pero sí varía grandemente cuando se le agrega agua. (14)

4.6 PROCESO DE ELABORACION

Se lleva a cabo la recepción de la leche y se agrega a cada paila la cuarta parte de la cantidad total de leche que se emplea en cada elaboración. A continuación se inicia el calentamiento, una vez ya calentada la leche se procede al agregado del azúcar. Se debe tener la precaución de no efectuar el calentamiento en forma precipitada, pues a causa de ello se puede producir la caramelización del azúcar sobre las paredes de las pailas recalentadas con la formación de una "costra" que actuará como aislante, reduciendo la penetración del calor al interior de la paila. (Fig. No. 5)

Mientras dure el proceso de concentración se debe agitar continuamente el contenido de la paila para que el mismo no se pegue a las paredes y se quemé, como así también para que la leche no se derrame como consecuencia de la formación de espuma. Además, al agitar la mezcla se facilita la evaporación y concentración de la leche.

FIG. No. 5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA CAJETA



Fuente: Curiel, J.L. (12)

Transcurrida ésta etapa, la elaboración entra en una etapa más tranquila, desapareciendo los peligros de derrame de la mezcla. Por lo tanto, es el momento de agregar el bicarbonato, el cual se recomienda disolver en agua caliente, así se transforma en carbonato, produciendo la eliminación de parte del anhídrido carbónico que es el que forma la espuma.

El tiempo que actúa el neutralizante es de poca duración, por lo que una vez que cesa el efecto se inician los sucesivos agregados de leche, que debe ser previamente calentada. Por último se agrega la glucosa

El tiempo total de cocción oscila entre 2 y 3 horas, siendo de suma importancia la determinación del "punto", ó sea el momento ó punto de retirar el dulce ó cerrar el vapor. Un dulce sacado prematuramente es demasiado fluido, mientras que si se pasa del punto altera sus características, al mismo tiempo que reduce el rendimiento. El método más preciso consiste en usar un refractómetro, con el cual se determinan los sólidos de la cajeta. En el dulce caliente, la medición oscila entre 65 y 68° Brix en el momento de dar por terminada la cocción.

Terminada la concentración se interrumpe el calentamiento y se continua agitando el dulce en la misma paila hasta que se enfría a 60° C. De esta manera se permite la salida de vapor de agua evitando su condensación en el interior de la mezcla, la que no permitiría la uniformidad característica y le daría apariencia de cortado. Es conveniente tamizar el dulce caliente, haciéndolo pasar a través de una tela metálica para separar los grumos que puedan haberse formado durante la cocción. (13)

- Envasado:

La cajeta se envasa en frascos de vidrio ó recipientes de hojalata, cuando aún está caliente para así quedar cerradas al vacío. Pueden también esterilizarse los envases en autoclave, y en ambos casos se tiene una conservación prolongada. (13)

4.7 DEFECTOS Y ALTERACIONES MAS COMUNES

1.- Cristalización:

En varias ocasiones se ha hecho referencia de la cristalización en la cajeta, defecto conocido comercialmente como "azucardo". Entre sus causas figuran las siguientes:

- a.) Excesiva concentración: Al disminuir muy por debajo de lo normal la proporción de agua, se produce una sobresaturación de azúcares, provocando su cristalización.
- b.) Superficie de evaporación amplia y mal protegida: Al no poder regular ó controlar una determinada evaporación, se produce un aumento en la concentración, aplicando lo dicho para el caso anterior.
- c.) Falta de glucosa: Al no estar presente da lugar a la cristalización de la sacarosa y de la lactosa.

En ésta solución las dos formas de lactosa, alfa y beta, están en equilibrio y al enfriarse, la alfa lactosa hidratada cristaliza pues constituye la menos soluble. En consecuencia se altera el equilibrio y parte de la beta lactosa se transforma en alfa lactosa para reestablecer este equilibrio. Por lo tanto, la intensidad de la cristalización de la lactosa está especialmente determinada por la proporción de beta lactosa que se convierte en alfa lactosa. Si los cristales son de tamaño pequeño no se les puede apreciar organolépticamente, pero si son muy grandes imparten una textura de aspecto arenoso. (13)

La cristalización es por lo tanto mucho más lenta cuando se puede contar con una sobresaturación de algunos de estos componentes (alfa y beta lactosa). De acuerdo con esto, el agregado de glucosa por el hecho de ser un azúcar mucho más soluble, favorece el mantenimiento de esta sobresaturación de la lactosa y se retarda su cristalización para mantener por más tiempo las características de textura y aspecto brillante.

d.) Excesiva cantidad de sacarosa: Se puede encontrar la sacarosa en una elevada proporción si la leche utilizada posee un extracto seco por debajo de lo normal, en cuyo caso, al añadir la cantidad corriente de sacarosa, ésta se encuentre en un alto porcentaje en relación a los sólidos de la leche, motivo que acelera el proceso de cristalización.

e.) Almacenamiento prolongado: Los envases que no son herméticos permiten la evaporación, aumentando por lo tanto la concentración de sólidos y presentándose la cristalización como se menciona anteriormente y con el agravante de que el defecto se intensifica cuanto mayor es el tiempo de almacenamiento. Del mismo modo, en los envases de cierre hermético puede producirse este defecto, ya que los cristales pequeños imperceptibles en el momento del envasado, con el tiempo aumentan de tamaño ó se agrupan en núcleos que dan después al dulce un aspecto arenoso.

f.) Conservación a temperaturas demasiado bajas: La cajeta cristaliza rápidamente cuando se deposita en cámaras frigoríficas, por ésta causa, cuando se prepara cajeta en épocas de máxima producción de leche hasta el momento de su venta, debe elaborarse conservando mucha humedad, más del 50% y completar su concentración cuando salga al mercado. (13)

2.- Fermentación:

La presencia de levaduras se pone de manifiesto cuando no se han esterilizado los envases de cierre hermético, especialmente cuando son conservados a temperaturas superiores a 20° C, presentando formación de espuma y olores desagradables.

Esta alteración de la cajeta se produce a causa del ataque de las levaduras a la lactosa, la cual desdoblan con formación de alcohol etílico, anhídrido carbónico y otras sustancias secundarias que le confieren sabores y olores desagradables.

3.- Desarrollo de mohos:

Otra alteración que se puede presentar es la aparición de manchas de distintos colores formadas por colonias de mohos que se desarrollan en la superficie de la cajeta cuando ésta contiene excesiva humedad.

4.- Presencia de grumos:

Generalmente blandos y elásticos debido a una precipitación de la caseína, provocada por una acidez excesiva y por la detención del agitado durante la elaboración. La caseína coagula a pH de 4.7, por lo que resulta muy importante no trabajar con leches ácidas como ya se mencionó antes.

5.- Alto color:

Debido a demasiado tiempo de cocción, balance inadecuado de ingredientes. Exceso de bicarbonato, falta de presión del vapor, exceso de adición de azúcar caramelizado.

6.- Dulce separado:

Producido por una gran acidez del medio y/o por leches muy contaminadas, presencia de bacterias proteolíticas.(13)

7.- Dulce ligoso:

Debido a demasiado tiempo de cocción.

8.- Dulce áspero:

Debido a la escasa cantidad de grasa. (13)

4.8 PRODUCTOS LÁCTEOS ANALÓGOS

Pueden introducirse ciertas variaciones ó pasos adicionales a la secuencia del proceso de la leche, a fin de producir diversos productos lácteos análogos.

La concentración puede ser una forma de conservación, pero sólo en algunos alimentos. La concentración reduce su peso y volumen. Casi todos los alimentos líquidos que se van a deshidratar se concentran antes de ser sometidos a la operación del secado. La razón de ésto es que en las primeras etapas de la deshidratación el agua puede ser eliminada más fácilmente. Además, muchas veces se necesita el mayor grado de viscosidad que resulta de la concentración.

Los alimentos concentrados más comunes incluyen productos como la leche evaporada y la leche condensada azucarada. (30)

4.8.1 LECHE CONCENTRADA

Es una leche en la cual se han concentrado los sólidos por eliminación de agua. Las leches descremada, condensada (azucarada ó no azucarada), leche evaporada y leche en polvo, son leches concentradas.

La mayor concentración de sólidos que resulta, suministra al producto una cierta protección contra el daño causado por algunas reacciones químicas ó agentes microbiológicos. (40)

4.8.2 LECHE EVAPORADA

Es la forma de leche concentrada que más se usa. Se concentra

hasta que su contenido de sólidos sea aproximadamente de 2.25 veces el de la leche entera natural. Generalmente su procesamiento es: la leche cruda entera se clarifica, se concentra, se fortalece con vitamina D, se homogeniza, se introduce en las latas, se esteriliza y se enfría. Este tratamiento térmico da a la leche evaporada el color caramelizado y el sabor a cocido que la caracterizan. (30)

4.8.3 LECHE CONDENSADA AZUCARADA

La leche condensada azucarada no está estéril. La leche se precalienta a una temperatura más elevada y se concentra a un contenido total de sólidos un tanto mayor. La elevada concentración de sólidos, especialmente el elevado contenido de azúcar, le confieren un cierto grado de protección contra las reacciones químicas ó agentes microbiológicos. El azúcar se puede incorporar a la leche caliente ó a la leche concentrada casi al final. Se recomienda añadir el azúcar en forma de una solución acuosa ó jarabe. Se enfría de manera que se produzca la cristalización de la lactosa en pequeñas partículas que no causen arenosidad. A continuación se envasa en latas. (16)

4.8.4 LECHE ENTERA EN POLVO

La leche entera se deshidrata hasta un 97% de sólidos mediante el secado por atomización ó en tambor. Las cualidades que se exigen a una buena leche en polvo son:

- Buena solubilidad que permita obtener fácilmente una solución homogénea, exenta de partículas macroscópicas.
- Sabor agradable que implica la ausencia de defectos muy comunes: sabor a cocido, a oxidado y a rancio.
- Valor nutritivo no alterado y calidad higiénica. Los microorganismos se destruyen durante la desecación, pero si la leche es de mala calidad, pueden persistir toxinas en el polvo. (1)

Existen en el mercado algunos productos con formulación muy semejante a la cajeta y en los que la temperatura es la única variable que los caracteriza (Cuadro No. 5). El proceso de elaboración de éstos productos es también muy semejante al que se lleva a cabo en la fabricación de la cajeta. (12)

CUADRO No. 5 PRODUCTOS SEMEJANTES A LA CAJETA

Producto	Temperatura durante la Elaboración (°C)	
	(México)	(Mar)
Leche evaporada	95	102
Leche condensada	98	105
Cajeta	100	107
Vanilla	105	112
Chiclero	106-110	113-117
Jamoncillo	108	115
Caramelo	115	122

Fuente: Curiel, J.L. (12)

CAPITULO V

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

5.1 ASPECTOS MICROBIOLOGICOS

La microbiología láctea está encaminada a:

- Prevenir la transmisión de enfermedades por medio de la ingesta de alimentos lácteos.
- Prevenir la descomposición de los mismos alimentos.

La microbiología de la leche comprende el estudio de microorganismos, tales como (bacterias, hongos y levaduras) aislados en la leche y sus derivados. Las principales fuentes de contaminación de la leche y productos lácteos son:

- En el período productor: Animal, establo, utensilios, etc.
- Durante recolección y transporte.
- Durante recepción y procesamiento industrial.
- Durante distribución, venta y consumo (recontaminación).

En términos generales los factores que afectan ó favorecen el crecimiento de los microorganismos son:

- a.) Reacción del medio: El grado de acidez ó alcalinidad del medio (casi todos los microorganismos se desarrollan a un pH cerca de 7).
- b.) Temperatura: Por lo regular viven en un medio de temperatura entre 20 y 38°C. Clasificándose en psicófilos con una óptima de 15 a 20°C; mesófilos con una óptima de 25 a 37°C, y en termófilos con una óptima de 45 a 55°C.
- c.) Humedad: Es el factor indispensable para su desarrollo y reproducción.
- d.) Aire (O₂): Dividiéndose en aerobios, anaerobios, facultativos y microaerobios.
- e.) Presión osmótica: Dependiendo de la saturación del medio donde se encuentran. (19)

El recuento de microorganismos en un alimento persigue los siguientes objetivos:

- Determinar la aceptación de un producto en términos de cumplimiento de una norma microbiológica.
- Estimar el grado de peligrosidad de un alimento involucrado en un brote de intoxicación alimentaria de acuerdo con el número de gérmenes potencialmente patógenos que contenga.
- Determinar el grado de frescura ó el posible tiempo de vida de un alimento con base al número de microorganismos de algún grupo especial.(4)

Los efectos de las levaduras en los alimentos pueden ser benéficos ó perjudiciales. Fermentaciones realizadas por levaduras toman parte en la elaboración de alimentos como pan, cerveza, vino y quesos madurados. Sin embargo, las levaduras son perjudiciales cuando determinan alteraciones en alimentos tales como jugos de frutas, jarabes, melazas, miel, carnes y cajeta entre otros. Las levaduras tienen interés en las bebidas no alcohólicas embotelladas, melazas, mieles, cajetas, salsas y algunos productos lácteos. (4, 19)

La importancia de los hongos en los alimentos puede considerarse desde diferentes puntos de vista: Se utilizan en la fabricación de algunos alimentos. Producen toxinas con notables efectos en los animales y el hombre. En algunos alimentos su número se asocia generalmente con deficiencia en prácticas higiénicas de fabricación y almacenamiento.

Los alimentos en los que suele utilizarse el recuento de hongos para conocer sus antecedentes sanitarios son las salsas, harinas, especias, mantequilla, leche y huevo en polvo.

El crecimiento de hongos y levaduras puede también ocurrir

cuando el producto es almacenado a temperatura ambiente durante largos períodos de tiempo. (18)

El control del contenido de humedad en el procesamiento de alimentos es un método antiguo de conservación. El nivel mínimo de actividad de agua en el cual puede haber crecimiento de hongos es 0.61 . El crecimiento de bacterias se lleva a cabo a altos valores de actividad de agua es decir, entre 0.85 a 1.0 . Dentro del intervalo de 0.62 a 0.70, existe crecimiento de hongos y levaduras.(23,26) Las bacterias son más competitivas a altos valores de A_w , es por ésto que presentan mayor crecimiento en los valores más altos.(7,26)

5.2 ASPECTOS REOLOGICOS

La leche es más viscosa que el agua. Esta mayor viscosidad se debe a la materia grasa en estado globular y a las macromoléculas protéicas. Las sustancias en solución sólo intervienen en una pequeña parte. El lactosuero es por lo tanto menos viscoso que la leche descremada, y ésta menos que la leche entera.

Toda modificación ó alteración que actúe sobre la grasa ó las proteínas tendrá un efecto sobre la viscosidad, la cual disminuye con el aumento de la temperatura.(1)

La viscosidad es una de las propiedades físicas más importantes de los fluidos, ya que determina las condiciones de almacenamiento, el diseño de equipo a utilizar, etc.(2)

La viscosidad ó consistencia es una propiedad de apariencia de mucha importancia para ciertos productos alimenticios como la catsup, jugos, cremas, mayonesa, jaleas, gelatinas, mieles, cajetas, aceites, etc.

La medición de éste factor de calidad puede realizarse para conocer la consistencia del producto final y como herramienta para

controlar la materia prima ó para el producto en las diferentes etapas del proceso. Dicha medición puede facilitar la cantidad de un ingrediente que deba agregarse a la composición de un producto. La duración y cantidad de calor aplicado en el proceso puede ser regulado por la medición de la viscosidad ya que la penetración de calor y la consistencia están muy relacionados. (36)

CAPITULO VI

METODOLOGIA

6.1 MUESTREO

Para realizar este trabajo se llevó a cabo el siguiente muestreo:

Se trabajó con 13 diferentes marcas comerciales de cajetas. En México, D.F., fueron adquiridas 7 marcas mientras que en Celaya, Gto. se adquirieron 6 marcas.

Todas las muestras provienen de tiendas de autoservicio. Cada una de estas marcas se encuentra en 3 variedades diferentes: Quemada, envinada y sabor vainilla, por lo que se trabajó con un total de 39 muestras.

PARTE EXPERIMENTAL.

La parte experimental se dividió en 2 etapas:

- a.) Caracterización física y química
- b.) Análisis microbiológicos

6.2 CAPACERIZACION FISICA Y QUIMICA

6.2.1 IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

- Nombre: Cajeta
- Breve definición: Producto obtenido por concentración de la leche adicionada de sacarosa por evaporación y aromatizado ó no, con el agregado de materias aromáticas autorizadas.
- Condiciones de comercialización: Las cajetas adquiridas se comercializan en frascos de vidrio con capacidad de 640 gr. cada uno, los cuales se cierran con tapa metálica/plástico de rosca.

6.2.2 MEDICIONES EFECTUADAS

Con el fin de conocer la composición de algunas cajetas existentes en el mercado, se efectuaron algunos análisis, los cuales son descritos posteriormente (Ver Apéndices). Se llevaron a cabo 3 períodos de análisis (I, II, III), cada uno de los cuales con duración aproximada de un mes, esto se realizó con el objeto de apreciar más claramente la variación de los resultados durante estos intervalos de tiempo. Cada uno de los análisis se realizó por duplicado.

Durante la parte experimental las muestras se mantuvieron bien cerrados a temperatura ambiente dentro de una gaveta.

- Análisis físico-químicos a realizar:

- a.) Color
- b.) Sólidos solubles (ⁿ Brix)
- c.) pH
- d.) Actividad de agua (AA)
- e.) Humedad
- f.) Azúcares reductores (Directos y Totales)

6.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Estos análisis se realizaron con el fin de tener una idea de la calidad microbiológica de los productos después de un período de almacenamiento de 3 meses a temperatura ambiente. Estos análisis son descritos posteriormente (Ver Apéndices).

- Análisis microbiológicos a realizar:

- a.) Cuenta bacteriana total
- b.) Recuento de hongos y levaduras

CAPITULO VII

RESULTADOS Y DISCUSION

Para facilitar la discusión de los resultados, estos se presentan en forma de tablas de acuerdo a los análisis y pruebas realizadas. Los resultados de los análisis físicos y químicos se muestran en las tablas 1 a 8, mientras que los resultados de los análisis microbiológicos se muestran en la tabla 9.

En la tabla 1 se presentan los valores obtenidos en el espectrofotómetro de reflectancia relativa para la determinación de color. En la mayoría de las muestras se observa claramente que la variedad de cajeta quemada es la que presenta color más oscuro. Las diferencias de color de una muestra a otra se deben a que la variedad de cajeta quemada contiene mayor concentración de bicarbonato de sodio y a que esta variedad requiere de un excesivo calentamiento originando una mayor caramelización con la consiguiente formación de pigmentos oscuros. Sin embargo, en 5 muestras se puede observar que los valores de la cajeta sabor vainilla varían, ya que en 3 de ellas (MEX 2, MEY 5 y MEX 6) los valores son mayores que los de la cajeta quemada, y los 2 restantes (CEL 10 y CEL 13) presentan valores iguales a la misma variedad de cajeta.

En la tabla 2 se tienen los resultados obtenidos de los sólidos solubles (^oBrix). Se puede apreciar que las muestras que presentaron menor contenido de humedad, son las que presentan mayor contenido en sólidos solubles, esto se explica por una cantidad insuficiente de agua en el producto.

TABLA No. 1 DETERMINACION DE COLOR

Marca	Cuomada	Envinada	Vainilla
MEX 1	61	48	59
MEX 2	70	50	76
MEX 3	59	48	58
MEX 4	64	53	62
MEX 5	55	42	44
MEX 6	50	40	52
MEX 7	60	50	59
CEL 8	83	59	67
CEL 9	86	52	66
CEL 10	100	92	100
CEL 11	80	62	71
CEL 12	100	61	99
CEL 13	100	69	100

- Filtro rojo

TABLA No. 2 DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES
 (° Brix)

Varca	Quezada	Trvinada	Vainilla
MEX 1	80.5	82.5	81
MEX 2	81	82.5	76.5
MEX 3	82	81	81
MEX 4	82.3	81.5	81
MEX 5	80	83.5	81
MEX 6	80	79.5	78.5
MEX 7	79.5	80.5	79
CEL 8	81	82.5	81.5
CEL 9	82	82.5	83.7
CEL 10	81	83.5	81.5
CEL 11	83.5	82	83.7
CEL 12	83.3	83.3	83
CEL 13	79.5	80	78.5

En la tabla 3 se muestran los valores de pH obtenidos en donde se tiene que el rango de los valores es de 6.13 (CEL 6, sabor vainilla) a 6.98 (CEL 8, quemada) dentro de éstos se puede observar que los valores más altos corresponden a la variedad de cajeta quemada que contiene mayor concentración de bicarbonato de sodio agregado. Comparando estos resultados con los obtenidos por Ferramondo, et al (18), los valores de pH son de 5.57- 5.97, que resultan ser inferiores a los obtenidos en este trabajo esto puede deberse a las diferencias en la composición de la leche empleada y a la concentración de bicarbonato que se utilice.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de actividad de agua (A_w) de las muestras. Se puede observar que todas caen dentro del intervalo esperado que es entre 0.6 a 0.9 para alimentos de humedad intermedia. Sin embargo, en términos generales se observa que las muestras de menor actividad de agua son las mismas que resultaron tener menor contenido de humedad. Esto se debe a que la A_w y la humedad están muy relacionados, ya que al reducir la humedad la A_w también se reduce, y por lo tanto se elimina parte del agua capaz de ocasionar reacciones indeseables en el producto.

TABLA No. 3 DETERMINACION DE pH

Marca	Quemada	Envinada	Vainilla
MEX 1	6.55	6.35	6.33
MEX 2	6.72	6.55	6.56
MEX 3	6.88	6.80	6.72
MEX 4	6.62	6.44	6.41
MEX 5	6.65	6.53	6.58
MEX 6	6.22	6.15	6.13
MEX 7	6.49	6.37	6.40
CEL 8	6.98	6.90	6.92
CEL 9	6.96	6.92	6.90
CEL 10	6.80	6.71	6.75
CEL 11	6.93	6.88	6.89
CEL 12	6.90	6.68	6.72
CEL 13	6.83	6.78	6.75

TABLA No. 4 DETERMINACION DE ACTIVIDAD DE AGUA
 (Aa)

Marca	Quemada	Envinada	Vainilla
MEX 1	0.771	0.741	0.731
MEX 2	0.761	0.756	0.81
MEX 3	0.766	0.738	0.727
MEX 4	0.73	0.77	0.734
MEX 5	0.771	0.706	0.753
MEX 6	0.728	0.771	0.78
MEX 7	0.789	0.74	0.755
CBL 8	0.751	0.727	0.722
CBL 9	0.741	0.738	0.703
CBL 10	0.747	0.718	0.753
CBL 11	0.736	0.759	0.734
CBL 12	0.698	0.695	0.705
CBL 13	0.754	0.779	0.806

- Resultados obtenidos a $25^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$

En las tablas 5 y 6 se muestran los resultados de humedad obtenidos tanto en las muestras de México, D.F. y Celaya, Gto. respectivamente. Se llevaron a cabo 3 períodos (I, II y III) para determinar el contenido de humedad. En este lapso de tiempo se puede apreciar cómo el contenido de humedad fué disminuyendo proporcionalmente hasta obtener valores muy bajos como en el caso de las muestras de Celaya, Gto. Se puede apreciar también que el contenido de humedad en las muestras de México, D.F. siempre fué mayor que en las de Celaya, Gto. Se tiene que todas las muestras de Celaya y 8 muestras de México, presentan en su primer período valores inferiores a aquellos que señala la Norma Oficial Mexicana para cajetas (1985) que es de 18 a 26%. Por su mismo contenido de humedad las muestras presentaban una textura suave y fluida, característica de las cajetas, pero hacia el término del tercer período ya se podía apreciar la pérdida de bastante agua, es por esto mismo que los últimos valores obtenidos son tan bajos. Esto pudo deberse a que las muestras llevaron un demasiado tiempo en el lugar donde fueron adquiridas y por lo tanto no se encontraban en su contenido óptimo de humedad, y también a que el cierre de los frascos no fué totalmente hermético.

En las tablas 7 y 8 se tienen los resultados de los azúcares reductores directos y totales de las muestras de México, D.F. y Celaya, Gto. respectivamente. Los resultados de los azúcares reductores directos expresados como glucosa, muestran algunas diferencias entre sí que pueden deberse a diversos factores como tiempo de calentamiento ó acidez del producto. Un excesivo calentamiento au-

menta en grado extremo la inversión del azúcar y un calentamiento corto puede ser causa de poca ó nula inversión del azúcar, dando lugar a la granulación de la sacarosa. Estos factores pueden ser causa de las diferencias entre los resultados. Los resultados de azúcares reductores totales muestran los valores obtenidos expresados como sacarosa. Las diferencias entre los resultados se deberán en parte a la cantidad de sacarosa adicionada al producto durante el proceso de su elaboración. Tomando los valores mínimos y máximos de los azúcares reductores directos: 17.1% (MEX 4, envinada) y 27.5% (MEX 2, sabor vainilla) y de reductores totales: 41.6% (MEX 1, quemada) y 65.7% (MEX 5, sabor vainilla) obtenidos, se tiene que estos son superiores a los valores que señala la Norma Oficial Mexicana para cajetas (1985) que son de 55% reductores totales y 23% reductores directos.

TABLA No. 5 DETERMINACION DE HUMEDAD
(%)

Varca	I	II	III
MEX 1			
Envinada	18.34	17.36	11.88
Quemada	17.21	15.02	14.32
Vainilla	17.83	15.44	11.22
MEX 2			
Envinada	16.30	13.72	12.12
Quemada	16.34	14.18	13.66
Vainilla	20.33	19.93	15.34
MEX 3			
Envinada	17.94	15.64	13.31
Quemada	18.55	17.06	14.28
Vainilla	17.89	15.77	13.33
MEX 4			
Envinada	18.50	16.07	15.55
Quemada	18.31	16.21	15.99
Vainilla	20.23	18.14	16.88
MEX 5			
Envinada	20.59	18.13	17.25
Quemada	16.80	13.29	11.65
Vainilla	18.76	16.50	15.60
MEX 6			
Envinada	20.51	18.07	16.69
Quemada	19.97	17.19	16.46
Vainilla	19.46	17.15	15.11
MEX 7			
Envinada	19.20	18.76	17.96
Quemada	17.99	16.71	13.71
Vainilla	19.24	17.56	16.55

TABLA No. 6 DETERMINACION DE HUMEDAD
(%)

Varca	I	II	III
CEL. 8			
Envinada	15.32	13.31	10.91
Quemada	14.55	12.08	9.39
Vainilla	15.06	13.71	11.31
CEL. 9			
Envinada	15.44	13.36	10.22
Quemada	14.22	11.31	9.81
Vainilla	14.49	10.42	7.86
CEL. 10			
Envinada	15.99	13.14	11.67
Quemada	14.65	10.92	9.84
Vainilla	16.51	14.58	10.69
CEL. 11			
Envinada	16.07	12.89	11.20
Quemada	16.68	15.56	11.22
Vainilla	14.21	11.37	10.42
CEL. 12			
Envinada	16.22	12.71	9.87
Quemada	15.35	12.98	10.77
Vainilla	15.31	12.08	9.84
CEL. 13			
Envinada	17.97	16.58	13.67
Quemada	17.72	13.27	12.17
Vainilla	17.82	14.26	11.87

TABLE No. 7 DETERMINACION DE AZUCARES PRODUCTORES (%)

Marca	Directos	Totales
MEX 1		
Envinada	17.4763	46.2883
Quemada	19.6972	41.6164
Vainilla	18.3062	48.7385
MEX 2		
Envinada	25.6203	53.5740
Quemada	23.9964	59.0043
Vainilla	27.5552	40.0073
MEX 3		
Envinada	19.9726	55.2796
Quemada	20.6272	55.9444
Vainilla	20.8430	56.9752
MEX 4		
Envinada	17.1641	60.6122
Quemada	18.0995	61.5393
Vainilla	18.4452	57.9824
MEX 5		
Envinada	21.4311	64.3617
Quemada	24.1559	54.7554
Vainilla	21.1597	65.7376
MEX 6		
Envinada	26.4421	53.9302
Quemada	27.4527	50.2251
Vainilla	24.6555	45.6761
MEX 7		
Envinada	19.9633	64.3291
Quemada	19.3116	57.9946
Vainilla	20.2122	61.6309

TARLA No. 8 DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES
(%)

Marca	Directos	Totales
CEL 8		
Envinada	20.2772	49.6399
Quemada	19.0601	51.0074
Vainilla	19.1513	50.5813
CEL 9		
Envinada	21.5292	57.2765
Quemada	20.9133	57.6905
Vainilla	19.7602	58.4677
CEL 10		
Envinada	23.4451	52.1780
Quemada	19.7172	47.6166
Vainilla	22.4084	47.5586
CEL 11		
Envinada	21.9224	49.9050
Quemada	20.3800	54.7066
Vainilla	21.0239	54.2417
CEL 12		
Envinada	21.4810	49.4388
Quemada	20.6236	48.1809
Vainilla	21.3115	52.2848
CEL 13		
Envinada	23.4363	46.2869
Quemada	22.0194	49.0668
Vainilla	21.6149	45.6317

Los resultados de la cuenta bacteriana total para todas las muestras analizadas fueron negativos ya que en todos los casos hubo menos de 30 colonias/gramo de muestra, lo cual no es significativo. Esto se debe a que la cajeta es un producto con elevado contenido de azúcares y bajo contenido de humedad lo cual impide el desarrollo de microorganismos. Sin embargo este tipo de productos son susceptibles al desarrollo de hongos y levaduras por el rango de actividad de agua en el que se encuentran.

En la tabla 9 se muestran los resultados del recuento de hongos y levaduras efectuado. En lo que se refiere al crecimiento de levaduras se puede observar que 3 marcas presentaron crecimiento en una de sus variedades, mientras que una cuarta marca (CEL 13), presentó crecimiento en sus 3 variedades. Por otro lado, se puede observar que no hubo crecimiento de hongos en ninguna de las marcas a excepción de la misma marca (CEL 13), que sí presentó crecimiento en sus 3 variedades. El crecimiento de microorganismos observado pudo deberse a las malas prácticas de higiene ya que esta alteración se presenta en una misma marca. Pudieron también influir las condiciones de almacenamiento, algún defecto en el empaque del producto y a la actividad de agua en que se encuentra el producto. En las otras 3 marcas el crecimiento de microorganismos probablemente se debió a una contaminación después de haber abierto los frascos de las cajetas.

TABLA No. 9 PROCENTO DE HONGOS Y LEVADURAS
(col/g)

Marca	Quesada		Envinada		Vanilla	
	Hong.	Lev.	Hong.	Lev.	Hong.	Lev.
MEX 1	--	--	--	--	--	--
MEX 2	--	--	--	--	--	35
MEX 3	--	--	--	78	--	--
MEX 4	--	--	--	--	--	--
MEX 5	--	--	--	--	--	--
MEX 6	--	--	--	--	--	--
MEX 7	--	--	--	--	--	--
CEL 8	--	--	--	--	--	100
CEL 9	--	--	--	--	--	--
CEL 10	--	--	--	--	--	--
CEL 11	--	--	--	--	--	--
CEL 12	--	--	--	--	--	--
CEL 13	3	130	2	180	2	150

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

El estudio de alimentos de humedad intermedia como es el caso de las cajetas, nos permite conocer el comportamiento y estabilidad de éstos a una temperatura ambiente con una vida de anaquel de aproximadamente 3 meses.

Dentro de los alimentos de humedad intermedia hay algunos que son elaborados a nivel industrial y otros a nivel artesanal, en México la cajeta es un dulce de consumo tradicional. En el trabajo realizado se encontraron algunas diferencias entre las 3 variedades de cajetas. En lo que se refiere a la composición química del producto como son pH, azúcares reductores, actividad de agua, sólidos solubles (^OBrix) y humedad, las variaciones entre las 3 diferentes variedades de cajetas resultaron mínimas, sin embargo, en lo que se refiere al color las diferencias sí fueron muy notorias aún a simple vista.

En general dentro de la caracterización física y química realizada se puede observar claramente cómo fueron variando las características del producto a lo largo de los 3 períodos en que se llevaron a cabo los análisis.

Por otro lado dentro de la caracterización microbiológica se encontró que las cajetas son productos que por sus características tienen una vida de anaquel larga en donde el desarrollo de microorganismos es mínimo, lo cual se favorece aún más con un empaque adecuado.

Para obtener una caracterización e identificación de las cajetas fue necesario experimentar con productos de diferente procedencia así como el estudio de éstos en relación a sus componentes y principios de conservación, complementado con los fundamen-

tos de la tecnología de alimentos que rigen la elaboración de este tipo de productos.

La calidad de los alimentos de Humedad Intermedia como es el caso de las cajetas va a depender totalmente de la materia prima utilizada, el proceso de elaboración y su almacenamiento ó vida de anaquel posterior para que éstos tengan un mayor consumo y aceptación en el mercado.

CAPITULO IX

APENDICES

9.1 METODOS

9.1.1 HUMEDAD (3,9)

La humedad es uno de los factores que cualquier producto alimenticio tiene como índice de crecimiento de microorganismos, así como la proporción en que tienen lugar los cambios físicos y químicos. Su contenido frecuentemente es también indicio de estabilidad, calidad y medida indirecta del contenido en sólidos totales.

- Preparación de la muestra:

Para productos azucarados se emplea una estufa para vacío, a una temperatura no mayor de 70°C, para evitar su caramelización. Poner a peso constante la cápsula de aluminio, pesar en ésta de 2 a 5 g. de muestra. Se coloca en la estufa a 70°C a 29 in. de Hg., hasta que las pesadas sucesivas no difieran en más de 3 mg.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(B - A) \times 100}{\text{gramos muestra}}$$

B = Peso recipiente con muestra

A = Peso recipiente con muestra seca

9.1.2 SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)

Se utiliza el refractómetro de Abbe, en el cual se coloca una pequeña cantidad de muestra y se obtiene la lectura, la cual debe repetirse hasta obtener valores semejantes.

9.1.3 COIOP (14)

La determinación se llevó a cabo con el espectrofotómetro de reflectancia Agtron, las lecturas se efectuaron con el filtro rojo para poder así detectar las variaciones de color de las cajetas. Las lecturas se tomaron dentro de un intervalo de 0 a 30 para tener una variación más clara de los cambios de color en las muestras.

9.1.4 pH (3)

Para realizar esta determinación se utilizó un potenciómetro Corning Model 7 Scientific Instruments, el cual se calibra. Se pesan 10 g. de muestra y se colocan en un vaso, se disuelven en 40 ml. de agua destilada. Se introduce el electrodo y se obtiene la lectura de pH correspondiente. Esta determinación debe repetirse hasta obtener valores semejantes.

9.1.5 ACTIVIDAD DE AGUA

Se utilizó un higrómetro Rotronic-Hygrokop DT, el cual está conectado a un baño maría a 25-26°C, en la celda correspondiente del higrómetro se coloca la cantidad de muestra indicada, la celda se introduce y se obtiene la lectura correspondiente. La determinación debe repetirse hasta obtener lecturas semejantes.

9.1.6 AZÚCARES REDUCTORES (Directos y Totales) (3,9)

Esta determinación se basa en la reducción completa de un reactivo alcalino de cobre con muestra a analizar tratada para este fin. El punto final se determina empleando el indicador azul de metileno que será reducido a blanco de metilo por un exceso de azúcar reductor. Esta determinación se recomienda para leche, leche evaporada y condensada, néctares, jugos, cajetas, dulces y mermeladas.

- Valoración del reactivo de Fehling:

Pesar 475 mg. de sacarosa Q.P. y colocarla en un matraz aforado de 100 ml. con un poco de agua (30 a 40 ml.), se añaden 5 ml. de HCl concentrado, la solución se lleva hasta el aforo y se coloca en un baño maría, cuando la temperatura en el matraz llega a 63°C, se mantiene durante 3 minutos, se saca y se enfría rápidamente al chorro de agua. Ya fría se neutraliza con NaOH al 40%.

Por separado en un vaso se ponen 5 ml. de HCl concentrado (de la misma fuente de donde se tomó para hacer la inversión de la sacarosa), se le agregan 20 a 30 ml. de agua destilada y unas gotas de fenoftaleína para titular con NaOH al 40%. Los ml. gastados de NaOH, son los que se añaden al matraz aforado en donde se hizo la inversión de la sacarosa.

La solución invertida de sacarosa se coloca en una bureta y se va añadiendo a un matraz Erlenmeyer que contiene 5 ml. de la solución A, 5 ml. de la solución B, 50 ml. de agua destilada y cuerpos de ebullición. Se calienta a ebullición y en éste momento se empieza a añadir la solución de azúcar invertido. Cuando casi todo el reactivo ha pasado del color azul al color rojo ladrillo (precipitado de Cu_2O), se le adicionan unas gotas de azul de metileno y se continúa agregando la solución azucarada, muy lentamente, teniendo la precaución de que el reactivo no deje de estar en ebullición.

El final de la reacción se comprueba sacando breves segundos el matraz de la fuente de calor y observando sobre una superficie blanca la parte superior del líquido, que debe ser incolora y en el fondo debe haber un precipitado rojo ladrillo. (3)

Esta titulación debe tomarse como referencia. Repetir la titulación hasta encontrar que los resultados no tengan una diferencia

mayor de 0.2 ml.

- Cálculo del Factor de Fehling:

$$\text{Factor} = (\text{ml. gastados}) \times 5$$

9.1.6.1 Azúcares Reductores Totales (3)

- Defecación de la muestra:

Pesar una cantidad de muestra (5 a 10 g.) y colocarla en un matraz de 250 ml., añadir 100 ml. de agua destilada y agitar lo suficiente para que todo el material soluble quede disuelto. Añadir 1 g. de acetato neutro de plomo, agitar perfectamente y dejar sedimentar. Agregar poco a poco el oxalato de potasio hasta la total precipitación del acetato de plomo, filtrar recibiendo el filtrado en un matraz aforado de 250 ml. Lavar 3 veces el matraz y el papel filtro con 20 ml. de agua destilada, recibir el agua de lavado en el matraz aforado.

- Determinación:

Añadir 10 ml. de HCl concentrado al matraz aforado que contiene el filtrado de la defecación. Calentar a 65°C durante 15 minutos, enfriar, neutralizar con la solución de NaOH al 40%, y diluir al aforo con agua. Transferir a una bureta y titular como se indicó en la titulación de la sacarosa invertida utilizando las soluciones A y B.

- Cálculos:

$$\% \text{ Azúcares Reductores Totales} = \frac{\frac{250 \times T}{V} \times 100}{p. m.}$$

T = Factor de la solución A + B

V = Volumen en ml. de la solución problema gastados en la titulación.

p.m. = Peso de la muestra en mg.

9.1.6.2 Azúcares Reductores Directos (3)

- Defecación de la muestra:

Pesar una cantidad de muestra (5 a 10 g.) y colocarla en un matraz de 250 ml., añadir 100 ml. de agua destilada, agitar lo suficiente para que todo el material soluble en agua quede disuelto. Añadir 1 g. de acetato de plomo, agitar perfectamente y dejar sedimentar. Añadir poco a poco el oxalato de potasio, hasta la total precipitación del acetato de plomo. Diluir hasta el aforo, agitar y filtrar.

- Determinación:

Transferir el filtrado obtenido de la defecación a una bureta y titular como se indicó en la titulación de la sacarosa invertida utilizando las soluciones A y B.

- Cálculos:

Se realizan de igual manera que para los azúcares reductores totales.

9.1.7 CUENTA BACTERIANA TOTAL (3,4)

Este análisis se realizó por medio del método de recuento de microorganismos en placa, al término del cual se contaron las colonias que crecieron. Las cajas de petri se leyeron a las 24, 48 y 72 hrs. Se llevaron a cabo 3 diferentes diluciones de la muestra a analizar.

- Procedimiento:

- a.) Homogenizar la muestra agitando vigorosamente el recipiente.
- b.) Transferir 10 ml. a un frasco con 90 ml. de solución diluyente ó reguladora de fosfatos, agitar.
- c.) Continuar las diluciones usando alícuotas de 10 ml. con 90 ml. de sol. diluyente, hasta la 5a. dilución. Inocular 1ml. de las

diluciones en cajas petri estériles.

- d.) Agregar a cada caja 12 a 15 ml. del medio agar cuenta estándar fundido y mantenido de 43 a 45° C.
- e.) Incorporar el inóculo al medio por rotación de la caja sobre una superficie lisa. Dejar solidificar.
- f.) Incubar a 35° C.
- g.) Contar las colonias desarrolladas a las 24, 48 y 72 hrs.
- h.) Contar todas las colonias en aquellas cajas que contengan menos de 300 colonias.

9.1.8 RECuento DE HONGOS Y LEVADURAS (3,4)

- Procedimiento:

- a.) Pesar 10 g. de muestra. Adicionarles 90 ml. de solución diluyente de trabajo 5 reguladora de fosfatos.
- b.) Agitar durante 30 segs. rápidamente y dejar reposar 10 minutos.
- c.) Transferir 1 ml. a cada una de 2 cajas petri estériles (dil. 1:10). Adicionar 10 ml. a un frasco con 90 ml. del diluyente. Agitar. Inocular 1 ml. de la suspensión del 2o. frasco (dil. 1:100) a cada una de las 2 cajas petri estériles y 0.1 ml. a 2 cajas de petri estériles (dil. 1:1000) en el caso de muestra muy contaminada.
- d.) acidificar el medio de agar papa dextrosa con el ácido tartárico hasta pH de 3. Agregar a una serie de cajas 15 a 20 ml. del medio. Dejar solidificar.
- e.) Para el recuento de hongos: Incubar a 20° C durante 5 días y efectuar el recuento de las colonias de hongos desarrollados.
- f.) Para la investigación de levaduras sembrar 1 ml. de la dilución 1:10 en cada una de 2 cajas petri, adicionar agar papa dextrosa. Incubar a 35° C durante 24 hrs. contar entonces las colonias de

levaduras.

g.) Tanto como para hongos como para levaduras, multiplicar la cifra obtenida por el inverso de la dilución correspondiente y reportar como colonias de hongos/levaduras por gramo de muestra.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alais, C.; "Ciencia de la Leche"; Ed. CIESA; México; 1980.
- 2.- Arana, P.; "Actividad de Agua en Relación de los Alimentos"; Tecnología de los Alimentos; México; Vol. 15, No. 6: 26-29, (1983).
- 3.- Association of Official Analytical Chemists; Official Methods of Analysis; A.O.A.C.; E.U.A; 1980.
- 4.- Aviles, D., et al; "Manual de Laboratorio de Microbiología Sanitaria"; S.N.C.H.; I.P.N.; México; 1983.
- 5.- Radui, S.; "Química de los Alimentos"; Ed. Alhambra; México; 1984.
- 6.- Bouchart, L.; "Food and Beverage Mycology"; AVI Publishing Co.; U.S.A.; 1978.
- 7.- Bouchart, L.; "Influence of Water Activity on Growth, Metabolic activities and Survival of Yeasts and Molds"; J. of Food Protection; Vol. 46, No. 2: 135-141, (1983).
- 8.- Braverman, J.B.S.; "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos"; Ed. El Manual Moderno; México; 1977.
- 9.- Carrillo, C. y Morales de León, "Manual de Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos"; Depto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos; I.N.I.S.Z.; México; 1984.
- 10.- Charalambous, G.; "The Analysis and Control of Less Desirable Flavors in Foods and Beverages"; Academic Press; U.S.A; 1980.

- 11.- Shirife, J., et al; "A Study of Water Activity Prediction for Molasses Solutions"; Programa Nacional de Tecnología de Alimentos; Communications; Argentina; 1981.
- 12.- Curiel, J.L.; "Apuntes del Curso de Confeitería y Tecnología del Dulce"; Instituto de Especialidades Alimentarias; México; 1984.
- 13.- De la Fuente, G.; "Cajeta, Dulce de Leche"; Depto. de Promoción del Instituto Nacional de la Leche; México; 1979.
- 14.- De León, S.; "Análisis de Alimentos"; E.N.C.R.; I.P.N.; Vol. I, México; 1985.
- 15.- Desrosier, N.; "Elementos de Tecnología de Alimentos"; Ed. CECOSA; México; 1984.
- 16.- Doylan, A.; "Conservas Alimenticias de Todas Clases"; Ed. Sintex; España; 1981.
- 17.- Fennema, O.R.; "Introducción a la Ciencia de los Alimentos"; Ed. Reverté; España; Vol. II; 1982.
- 18.- Ferramondo, A., et al; "Chemical and Microbiological Studies on 'Dulce de Leche', a typical Argentine Confectionery Product"; J. of Food Science; Vol. 49: 821-823, (1984).
- 19.- Frazier, W.C.; "Microbiología de los Alimentos"; Ed. Acribia; España; 1978.
- 20.- Gould, G.W., et al; "Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures"; Food Microbiology; Gran Bretaña; 1983.

- 21.- Hoynak, F.; "This is Liquid Sugar"; Academic Press; F.W.A.; 1977.
- 22.- Kitic, D., et al; "Theoretical Prediction of the Water Activity of Standard Saturated Salt Solutions at Various Temperatures"; J. of Food Science; Vol. 51, No. 4: 1037-1041, (1986).
- 23.- Labuza, T.; "The Effect of Water Activity on Reaction Kinetics of Food Deterioration"; J. of Food Technology; Vol. 34, No. 4: 36, (1980).
- 24.- Labuza, T., et al; "Water Content and Stability of Low Moisture and Intermediate Moisture Foods"; J. of Food Technology; Vol. 24: 543-550, (1970).
- 25.- Lee, R.; "Análisis de los alimentos"; Ed. Acribia; España; 1980.
- 26.- Ingrini, R., et al; "A Study of Staphylococcus aureus Growth in Model Systems and Processed Cheese"; J. of Food Science; Vol. 48, No. 3: 882-885, (1983).
- 27.- Manuales para Educación Agropecuaria; "Elaboración de Productos Lácteos"; Ed. Trillas; México; 1985.
- 28.- Norma Oficial Mexicana; NOM-F-480; "Alimentos Regionales- Cajeta de Leche"; Dirección General de Normas; SECOFI; México; 1985.
- 29.- Petriella, C., et al; "Kinetics of Deteriorative Reactions in Model Food Systems of High Water Activity: Color Changes Due to Nonenzymatic Browning"; J. of Food Science; Vol. 50:622, (1985).

- 30.- Potter, V.; "La Ciencia de los Alimentos"; Ed. Edutex; México; 1978.
- 31.- Pesnik, S. y Chirife, J.; "Effect of Moisture Content and Temperature on Some Aspects of Nonenzymatic Browning in Dehydrated Apple"; J. of Food Science; Vol. 44: 601, (1979).
- 32.- Pobach, M.; "Use of Preservatives to Control Microorganisms in Food"; Food Technology; October:81-84, (1980).
- 33.- Pockland, L. y Beuchart, L.; "Water activity, Theory and applications to Food"; Institute of Food Technologists; E.U.A.; 1987.
- 34.- Ruiz, G.; "Cambios Bioquímicos Durante la Elaboración de la Cajeta"; Tecnología de los Alimentos; México; Vol. 18, No. 3: 26-30, (1983).
- 35.- Scorza, O., et al; "Factores que Condicionan el Crecimiento Microbiano en Alimentos de Humedad Intermedia"; La Alimentación Latinoamericana; No. 127: 62-67, (1981).
- 36.- Toledo, R.; "Fundamentals of Food Process Engineering"; AVI Publishing Co.; E.U.A.; 1981.
- 37.- Troller, J. y Christian, J.; "Water activity and Food"; academic Press; E.U.A.; 1978.
- 38.- Villalobos, V.; "La Producción Colombiana de Dulces de Leche: Ariquepe y Manjar Blanco"; Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas; Colombia; Vol. 27, No. 165, 1987.

- 39.- Warmbier, H., et al; "Nonenzymatic Browning Kinetics in an Intermediate Moisture Model System"; J. of Food Science; Vol. 41: 981, (1976).
- 40.- Warner, J.; "Tecnología de Lácteos"; Ed. AUT; México; 1980.