



300627

5
24

UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

" PRODUCCION DE MANTEQUILLA RECONSTITUIDA
A PARTIR DE GRASA BUTIRICA ANHIDRA "

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA

MONICA VIRGINIA GOYZUETA ZULETA

DIRECTOR DE TESIS: ING. RAFAEL DE REGIL Y GOMEZ MURIEL
MEXICO, D.F.

1991



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 está 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.

INDICE GENERAL

	PAG.
Introducción	i
Objetivo	3
I Generalidades	4
II Aspectos de Calidad	29
III Formulación y Técnica de Elaboración.....	61
IV Metodología	74
V Análisis de Resultados y Recomendaciones.	78
VI Conclusión	101
Apéndice I	102
Apéndice II	110
VII Bibliografía	121

I N T R O D U C C I O N

A la grasa de la leche se le denomina grasa butírica. Se encuentra en gran cantidad en la crema y todavía en mayor proporción en la mantegulla. En la leche ocupa un 3.5% de sus componentes, en la crema 40% y en la mantegulla 60% como mínimo. (1)

La grasa butírica anhidra es un subproducto de la leche utilizado como una forma de conservación de la misma, se elabora en aquellos países donde el consumo de leche fresca y sus derivados es mucho menor a la de su producción. (10)

La grasa butírica anhidra es un producto altamente popular y una de las razones de su alta popularidad es su larga durabilidad, ya que, inclusive en climas tropicales, puede almacenarse por meses a temperatura ambiente y en almacenamiento frío su vida de anaquel es superior a un año. (10)

La grasa butírica anhidra se utiliza en general cuando, al usar leche en polvo descremada, haya que agregar los sólidos grasos correspondientes para alguna reconstitución. De igual forma, cuando el requerimiento de algún proceso y la calidad de la leche así lo exijan se hará una estandarización que incremente el contenido graso. (10)

La reconstitución de mantequilla es un proceso donde, por medio de, una hidratación, mezcla, pasterización, enfriamiento y cristalización, obtenemos un producto de características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales similares a las de la mantequilla elaborada a partir de crema o leche entera de vaca.

Objetivo Fundamental del Proyecto de
Tesis:

Fabricación de manteguilla reconstituida,
determinación del proceso a partir del equipo ya
existente en una planta productora de manteguilla
natural.

- I -

GENERALIDADES

A) - DEFINICION

Para efectos de norma se establece la siguiente definición: Se entiende por mantequilla el producto obtenido de la crema de leche pasteurizada de vaca, de la crema de leche pasteurizada de cabra y las cremas de las leches pasteurizadas de vaca y cabra, cuando dicha grasa es sometida a maduración o fermentación, batido o mezclado, amasamiento y/o salada, por último moldeada, empacada en condiciones de refrigeración, (23). De acuerdo a la leche que se utiliza el producto se clasifica en tres tipos, con un solo grado de calidad, designandose como mantequilla, pudiendo ser adicionada o no de sal (NaCl), (23).

Tipo I - Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca. Y se denomina Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca, (23).

Tipo II - Mantequilla de leche o crema pasteurizada de cabra (23). Y se denomina Mantequilla de leche o crema pasteurizada de cabra, (23).

Tipo III - Mantequilla de leche o crema pasteurizada vaca y cabra. Y se denomina Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca y cabra, (23).

Desde el punto de vista teórico la mantequilla es una mezcla pastosa con un contenido graso máximo de 80%. Este producto se obtiene batiendo la crema, por este procedimiento mecánico los glóbulos grasos se separan de la fase acuosa y se juntan nuevamente, incorporándose partículas líquidas. (16)

La crema es la materia prima común en la fabricación de la mantequilla, esta es el producto que se obtiene de la leche entera por separación de su parte magra. (12).

La crema a elaborar debe contener entre el 30 y 40% de grasa. Un contenido menor de 50% dificulta la separación de los glóbulos durante el batido. Un contenido mayor del 40% provoca dificultades en la pasteurización de placas y en las tuberías de transporte por su elevada viscosidad. (16).

El buen sabor de la mantequilla es su atributo más importante y se deriva de dos fuentes:

- Los constituyentes de la leche y productos de crecimiento bacteriano.
- Concentrados de sabor artificial.

La mantequilla de crema dulce fresca en donde no ha habido crecimiento bacteriano tiene un sabor definido a mantequilla que es agradable y deseado en ciertos mercados, pero carece del sabor intenso preferido por otros, que está presente en la mantequilla que se ha fabricado de tal manera que contenga productos formados por ciertas bacterias o a las que les han agregado concentrados de sabor a mantequilla como principios destilados. (5).

En la manufactura de la mantequilla fermentada el cultivo láctico debe contener las siguientes bacterias. (16).:

- Streptococcus diacetilactis. -

Produce
 sustancias aromáticas (diacetilo)

- Leuconostoc citrovorum. -

Produce sustancias
 aromáticas a partir de citratos.

Otras bacterias que también se pueden utilizar son. (16).

- Streptococcus lactis. -

Es un productor de
 ácido.

Streptococcus cremoris.

Es un productor de ácido láctico y sustancias aromáticas.

Streptococcus dextranicus.

Produce sustancias aromáticas a partir de los citratos y grasas. Tiende a formar sustancias azucaradas.

A la mantequilla puede añadirse si se desea, cloruro de sodio (NaCl). Ésta además de contribuir con su sabor funciona también como conservador. La cantidad de sal añadida representa aproximadamente el 3% del producto final. La sal se disuelve con el agua y como tal representa solo el 15% del volumen total. La concentración de sal es de unas 7 veces el 2.5% que fue añadido. A este grado de concentración es un conservador efectivo, dentro de las gotas de agua, previniendo así el crecimiento de bacterias de descomposición. (11).

B.1.1. - METODOS DE ELABORACION

B.1.1.1. - METODO CONVENCIONAL.

La grasa de la leche es la materia prima para elaborar mantequilla. En las mantequeras se recibe

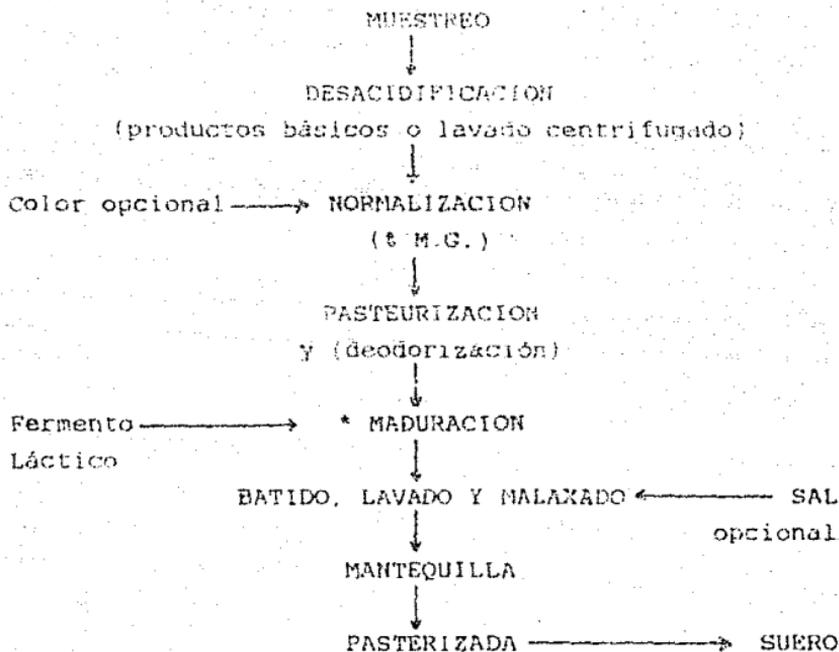
ésta en forma de crema de leche con un contenido graso de 30 a 40%. (11).

Las operaciones implicadas en la mantequilla son las siguientes. (6), (16).:

- Recepción y muestreo de crema.
- Desacidificación
 - a) .- Neutralización
 - b) .- Lavado y centrifugación
- Estandarización
- Deodorización
- Pasterización
- Enfriamiento
- Maduración
- Batido, lavado y malaxado
- Empaque y conservación.

DIAGRAMA DE FLUJO

ENTREGA DE CREMA



* Puede adicionarse concentrados sabor a mantequilla

RECEPCION Y MUESTREO DE CREMA

- ANALISIS VISUAL
Libre de: basura, moho, hongos.
- DETERMINACION DE GRASA BUTIRICA
Método de Gerber-Roedel
- ADULTERACION DE MATERIA GRASA
Por cromatografía de gases
- ALTERACION DE LA M.G.
Oxidación
Lipólisis

DESACIDIFICACION

La crema que debe pasteurizarse y luego sembrarse, precisa que su pH sea el normal de la leche fresca (6.6 - 6.7). En práctica, solo se determina la acidéz. Sin embargo, si la fábrica recibe crema frecuentemente es necesario desacidificar la crema debido a que ha sufrido una acidificación. La crema ácida es muy espesa y dura confiriéndole un sabor demaciado ácido, además la acidéz dificulta el desarrollo de los gérmenes de cultivo láctico afectándose el sabor (6), (16).

Se conocen dos procedimientos:

1.- Lavado por centrifugación.-

Esta operación consiste en mezclar la crema con 1 ó hasta 2 veces su volumen con agua tibia seguido por el descremado centrífugo. Esta crema lavada puede emplearse en la elaboración de la mantquilla, sin embargo el agua empleada para la dilución arrastra consigo gran parte de las sustancias solubles como el ácido láctico y la lactosa. (6), (16), por lo tanto, para obtener una buena mantquilla, deberá adicionarse suero en polvo, previamente disuelto (al 4% de sólidos no grasos en proporción a la cantidad de crema) como substrato para el cultivo láctico. (53); o bién a la crema se le puede diluir con leche descremada fresca para facilitar su maduración e igualmente para aportar a la crema las sustancias reductoras naturales de la leche (6), (16).

2.- Neutralización.-

Es el procedimiento más rápido y el más empleado. Se efectúa por la adición de substancias neutralizantes. Comúnmente se emplean la sosa cáustica, carbonatos o fosfatos. con estos productos la neutralización es muy rápida y la viscosidad de la crema no aumenta, pero es preciso emplearlos con precaución para evitar la saponificación de la materia grasa. La cal es un producto menos enérgico y más fácil de manejar pero la neutralización es mas lenta y la viscosidad de la crema, a temperaturas medias, aumenta considerablemente. La base se añade a la leche tibia (35°C aproximadamente). La operación debe llevarse a cabo con rapidéz, mezclando vigorosamente. (6), (16).

ESTANDARIZACION O NORMALIZACION.

Para asegurar una calidad constante de la mantequilla, el contenido de materia grasa se establece en un porcentaje medio uniforme, para permitir un buen batido, generalmente del 30 al 35%. Para la estandarización o normalización se utiliza

leche en polvo descremada. (6), (16).

DEODORIZACION

Esta operación se realiza al mismo tiempo que la pasteurización, con objeto de eliminar los productos odorantes, éstos son arrastrados por el vapor. (6).

PASTERIZACION

La pasteurización persigue los siguientes objetivos. (6).

- Destrucción de gérmenes patógenos.
- Destrucción de la mayor parte de la microflora original.
- Destrucción de las lipasas.
- Formación de productos sulfurados reductores.

Puede aplicarse una pasteurización rápida a 90 - 95°C por 30 segundos; o bien, una pasteurización lenta de 63 - 65 °C por 45 minutos o a 80°C durante 30 minutos. (16). (53).

ENFRIADO

La crema debe enfriarse bruscamente tras la pasteurización, para evitar la aparición de sabor a cocido y para favorecer la cristalización de la materia grasa, hasta la temperatura de solidificación.

de la grasa que oscila entre 8° y 22°C. (6). (16).

El enfriamiento enérgico de las cremas permite obtener una mejora en las mantequillas ordinariamente quebradizas y desmenuzables. Una temperatura cerca de los 7°C provoca pequeños núcleos de cristalización que resultan en una mantequilla de consistencia suave. Una temperatura cerca de los 17°C provoca grandes núcleos de cristalización que resultan en una mantequilla consistente. (6). (16).

El punto de solidificación de las grasas depende de la proporción de los ácidos insaturados en la molécula. Ésta proporción está relacionada con la alimentación de la vaca. El índice de refracción de la grasa proporciona un método rápido para determinar la temperatura óptima de cristalización: (16).

Índice de refracción	Temperatura óptima
Menos de 43.00	6 a 8°C
Más de 43.00	8 a 10°C

La crema se refrigera en un enfriador de placas a la temperatura de cristalización, luego se mantiene a esa temperatura durante por lo menos 2 horas antes de la maduración. (6).

MADURACION

La maduración de la crema puede tener lugar con o sin acidificación. (16). En la maduración sin acidificación, se conserva la crema a la temperatura de cristalización hasta el día siguiente, este tipo de maduración también se conoce como añejamiento de la crema. A partir de la crema sin acidificación se elabora mantequilla de la crema dulce. (16)

En la maduración con acidificación se añade a la crema, fermento láctico; la dosis empleada varía del 2 al 5%. (6). (16). Las técnicas que pueden emplearse son muy variadas; con frecuencia se practica la maduración larga durante 12 a 16 horas a temperaturas que varían entre 11° y 15°C. (6)

El sabor completo no se habrá desarrollado hasta unas 24 horas después, el batido en contacto con el aire produce y permite una nueva formación de diacetilo en la fase acuosa de la mantequilla. Es bueno que queden aun citratos en la mantequilla fresca. (6).

BATIDO, LAVADO Y MALAXADO

El fenómeno de la producción de mantequilla o butirificación consiste en una modificación de la suspensión de los glóbulos grasos con inversión de las fases (de grasa en agua en la crema, se transforma en agua en grasa en la mantequilla). Esta nueva emulsión

se separa de la fase acuosa durante el batido. La fase acuosa se llama mazada o suero de mantequilla (6). (16).

Al agitar la crema en la batidora, se incorpora aire en la maza y se forma espuma, en ésta se acumula la grasa. La agitación enérgica provoca la ruptura de una cantidad considerable de glóbulos grasos; la grasa liberada se vuelve hidrófoba y forma un cemento que engloba a los glóbulos grasos intactos junto con gotitas acuosas. La fase no grasa se separa. Esto se nota al desaparecer la espuma por la formación de granos de mantequilla. (6). (16).

La acidéz de la crema desarrollada en el transcurso de la maduración, modifica la capa lecitino-proteica que rodea a los glóbulos grasos, y de esta manera favorece el batido. (6).

La temperatura óptima del batido se encuentra entre 9° y 13°C, entre más elevado sea el contenido graso de la crema, la temperatura de batido deberá ser mas baja. (16). Las consecuencias de un batido a temperatura incorrecta son graves: (6).

- Con temperatura demasiado baja.-

Operación lenta, mantequilla seca, es decir, quebradiza al corte.

- Con temperatura demasiado elevada.-

Producción

Demasiado rápida, pérdidas de grasa en la mazada, la mantequilla es muy blanda y rica en agua.

El batido de las cremas dulces se hace a temperatura más baja, con el fin de reducir las pérdidas en el suero de la mantequilla (6 a 7°C), (6). La operación dura de 30 a 40 minutos. La duración del batido no debe variar mucho de una operación a otra si la acidéz y la temperatura se sitúan en el valor óptimo establecido por la experiencia. Cuando el grano comienza a formarse el vidrio de la mirilla de la mantequillera se aclara entonces, es preciso, retardar la formación de la mantequilla, ésto, para permitir una buena separación del suero y un buen lavado (con agua muy fría), el cual tiene por objeto disminuir las pérdidas en la mazada; continuamos batiendo hasta que los granos de mantequilla tienen el tamaño del trigo, y finalmente se evacúa la mazada. Si la operación se realizó correctamente, el suero contiene menos de 3 g. de M.G., por litro, (6). El suero de la mantequilla de crema ácida se vende como producto de leche fermentada, se usa en la alimentación del ganado. El suero de la mantequilla de crema dulce se desnata y puede transformarse en productos fermentados, (16).

El agua de lavado debe ser muy pura, y de temperatura variable, según la estación del año, aproximadamente igual a la de los granos de mantequilla. (6). (16).

El número de lavados depende de la calidad de la crema utilizada. Con una crema de buena calidad dos operaciones de 10 minutos son suficientes, con cremas de calidad mediocre, es necesario lavar durante más tiempo. (6). (16).

Finalmente se "concentra" la mantequilla dándole más vueltas hasta el tamaño de un puño. (16). El contenido acuoso de la mantequilla, después del lavado, debe ser aproximadamente del 14%. (16).

El malaxado se produce mediante la rotación lenta del aparato tras la evacuación del agua, sirve para convertir los granos de mantequilla en una masa homogénea, para reducir y distribuir bien las gotitas de agua y suero en la masa. (6). (16). El malaxado se realiza por el choque de las masas de mantequilla entre si y contra las paredes. (6). El contenido acuoso se regula al 16%. (6).

COLORACION Y SALADO (OPCIONALES)

Por lo general se prefiere mantequillas amarillas, los colorantes más empleados son los extraídos de la zanahoria y del achiote, (16). El achiote es el mesocarpio de la Bixa Orellana, tiñe a la mantequilla de amarillo pálido con un ligero sabor y olor agradable. Se disuelve su pulpa en aceite de cáñamo o de sésamo y se añade a la solución, (51).

Dependiendo de los deseos del consumidor, la mantequilla puede salarse hasta el 3%, (16). La sal se añade durante el malaxado. Se debe utilizar sal pura y refinada. Con la adición de la sal, en forma de salmuera, se logra una mejor distribución de la misma, que en forma seca, pero con este método, debe cuidarse el contenido acuoso del producto final, ya que este puede aumentar. Si se emplea sal seca, se debe interrumpir el malaxado varias veces durante algunos minutos para que los cristales de sal puedan disolverse en el líquido de la mantequilla, (16).

EMPAQUE Y CONSERVACION

Inmediatamente después del malaxado, la mantequilla se moldea por expulsión en paquetes rectangulares que se envuelven en papel pergamino o papel plastificado; puede también, envasarse en recipientes de plástico, (16).

Se coloca a temperaturas usuales de refrigeración para su conservación por periodos cortos, o debajo de 0°C. para periodos prolongados, (5)., 40°C bajo cero hasta dos años, (53).

B.2).- METODO CONTINUO

La fabricación continua de mantequilla, es un adelanto relativamente reciente. En este tipo de fabricación intervienen dos diferentes conceptos: Uno ejemplificado por el método "Cherry Burrell Gold'n Flow" y el otro por las diversas máquinas que utilizan el proceso "Fritz". (5). En el método "Gold'n Flow" la crema se agita mientras está caliente para romper la emulsión y separarla con una centrífuga, obteniendo un concentrado de grasa de 80 a 95%. El concentrado se pasteuriza al vacío, después se agrega agua, (color y sal, si se desea), así como sabor. El producto pasa por un texturizador. La mantequilla, así obtenida, puede envasarse en barras para su consumo, o colocarse en envases a granel para su conservación (almacenamiento). Se dispone de equipo para convertir directamente el producto final en mantequilla batida, (5).

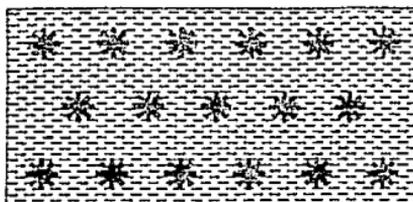
En las máquinas que se utilizan para el proceso "Fritz", la crema se convierte en mantequilla por el mismo método general que el proceso convencional, pero la construcción de la máquina permite una producción continua en vez de en lotes. En la sección de batido, un

batidor de alta velocidad gira en un cilindro horizontal para agitar la crema y alcanzar el estado de gránulos. En la siguiente sección, se drena la leche agria y los gránulos se trabajan juntos. Hay sinfines que empujan la mantequilla hacia adelante a la sección de trabajo donde se inyecta una suspensión salada (para la mantequilla salada), y se obtiene el cuerpo final del producto. La mantequilla tal como se extruye de la máquina está lista para ser envasada. (5).

DIFERENCIA DEL ESTADO GLOBULAR ENTRE LA MANTEQUILLA ELABORADA CON INCORPORACION DE AIRE Y LA ELABORADA EN AUSENCIA DE AIRE.

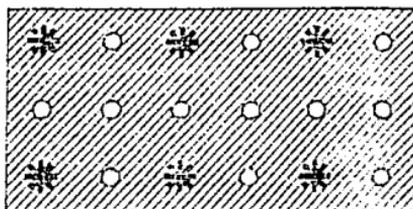
En el procedimiento clásico para la elaboración de mantequilla, la agitación provoca la incorporación de aire, como ésta es prolongada provoca una fuerte compresión de los glóbulos grasos, una parte de éstos se destruyen y la película de absorción se rompe. La materia grasa liberada forma una fase continua que envuelve las gotitas acuosas y a los glóbulos grasos intactos, así es como se produce, la inversión de las fases, en la producción de mantequilla, figura 1. (6).

En el procedimiento de batido clásico, aproximadamente la mitad de la materia grasa queda en estado globular. (6).



Leche, crema

(emulsión tipo grasa en agua)



Mantequilla

(emulsión tipo agua en grasas con más o menos glóbulos grasos intactos)



Solución acuosa



Gotitas acuosas



Fase grasa continua



Glóbulos grasos con película de absorción

FIG.1. Inversión de fases en la fabricación de mantequilla

En los procedimientos modernos mas difundidos de fabricación continua "Fritz". la elaboración de la mantequilla se produce también por agitación de la crema en presencia de aire, ahora bien, esta agitación es muy intensa y de transformación rápida, destruyendose más de las 2/3 partes de los glóbulos grasos. (6).

En los procedimientos de elaboración de mantequilla sin incorporación de aire los fenómenos físicos que intervienen son diferentes (6).

El tratamiento de cremas muy concentradas (Alfa - Meleshin). provoca una inversión limitada si la temperatura es lo suficientemente baja para que los triglicéridos cristalicen totalmente. En estas condiciones, y bajo agitación moderada, se libera una poca de grasa. (6).

En el procedimiento que parte de aceite de mantequilla no hay inversión de fases propiamente dicha. La destrucción del estado globular es completa y separa un aceite exento de lecitino - proteínas. (6).

El cuadro 1.1. muestra la proporción del estado globular de acuerdo a la forma en que se ha tratado la crema. (6).

C U A D R O 1 . 1

Proporción de grasa que permanece en estado globular

PROCEDIMIENTO DE BUTIRIFICACION	% DE MATERIA QUE PERMANECE EN ESTADO GLOBULAR
Clásico (batido)	50
Procedimiento Continuo ("Fritz")	30
Procedimiento de Doble crema (Alfa)	80
Procedimiento con aceite de santequilla ("Golden - Flow) ("Cherry - Burrell")	cero

C).- PROPIEDADES.

La mantequilla es un producto para untar de color amarillo paja o hasta amarillo brillante, de olor y sabor característico, de consistencia firme, homogénea y untuosa a 293°K (20°C). (23).

Su composición en grasa, humedad y sólidos no grasos presenta variaciones según el país en donde se elabore. Sin embargo la FAO/WHO ha intentado llegar a un acuerdo entre los diferentes países respecto a una norma para la mantequilla indicándose que no debe contener menos del 80% de grasa de leche en peso y no más del 4% de sólidos no grasos de leche en peso. El contenido de agua de acuerdo a la legislación nacional no puede exceder de 16%. Las adiciones permitidas son: Cloruro de sodio, cultivos ácido-láctico y materias colorantes vegetales. (5).

En México, la norma establece, para los tres tipos de mantequilla, lo siguiente: (23).

	MIN.	MAX.
HUMEDAD %		16.0
SOLIDOS NO GRASOS %	2.4	4.0
CLORURO DE SODIO (NaCl)		
(Para producto sin sal) %		0.5

	MIN.	MAX.
CLORURO DE SODIO (NaCl) (para producto con sal) %		5.0
GRASA BUTIRICA % EN PESO	80.0	

La norma oficial mexicana también indica las especificaciones microbiológicas, siendo éstas las anotadas a continuación: (23).

	MANTEQUILLA	MANTEQUILLA (cultivada)
Cuenta de bacterias mesofílicas	10,000 col/g. max.	-----
Organismos coliformes	10 col/g. max.	10 col/g. max.
Hongos y Levaduras	20 col/g. max.	20 col/g. max.
Gérmenes patógenos	NEGATIVO	NEGATIVO

Propiedades Reológicas de la Mantequilla. (6)

1.- Dureza

Esta propiedad puede definirse como la resistencia a la deformación.

- 2.- Solidificación Es la propiedad que posee la mantequilla de endurecerse cuando se deja en reposo después de haberla trabajado, a una temperatura de 10°C - 12°C.
- 3.- Firmeza Se emplea para designar la resistencia de la mantequilla a la deformación bajo su propio peso, cuando se encuentra en forma de bloques voluminosos.
- 4.- Textura Corresponde al aspecto de la mantequilla, pone de manifiesto la homogeneidad del producto
- 5.- Friabilidad Es consecuencia de una dureza excesiva y de una estructura cristalina grasosa. Cuando se aplica una fuerza a la mantequilla, ésta se rompe en lugar de deformarse y fluir.
- 6.- Untabilidad Se refiere a la aptitud para recubrir la rebanada de pan o la tostada. La capa formada por la mantequilla debe ser continua y regular, y la

rebanada no se debe raspar.

Todas estas propiedades dependen de la temperatura. Los exámenes deben realizarse en condiciones rigurosamente determinadas y constantes, (6).

D).- USOS

La mantequilla salada se destina, principalmente, para venta a menudeo en supermercados, restaurantes, hoteles, etc.

De la mantequilla sin salar, se distinguen dos clases: (5).

- a).- Mantequilla sin salar para fabricación, por ejemplo en panaderías y helados. Presenta como características un pH casi neutro y un sabor blando.
- b).- Mantequilla sin salar para venta a menudeo. Caracterizándola un pH aproximado de 5.0 y un sabor ácido y de diacetilo.

- II -

ASPECTOS DE CALIDAD

La mantequilla es un producto para untar, con un contenido mínimo de grasa del 80%, el resto de su composición comprende no más del 16% de agua y no menos del 2% de sólidos no grasos de leche, siendo estos obtenidos por la adición de leche en polvo descremada. (5).

Para el control de materia prima se establecerán las constantes físicas y químicas de la grasa butírica, para lo cual, será necesario primero, conocer la composición de ésta y así definir los análisis necesarios a realizar.

De igual forma, se determinarán las especificaciones requeridas para la leche en polvo, agua emulsificantes y producto terminado.

A).- MATERIA PRIMA

A.1).- GRASA BUTIRICA ANHIDRA

La grasa de la leche está constituida por tres clases de sustancias asociadas: (6).

a).- Triglicéridos.-

En una concentración aproximada del 98%.

b).- Fosfolípidos.-

Grasas fosforadas en 0.5% a 1.0 %. Tienen gran importancia en lo que concierne a las propiedades físicas de la grasa de la leche.

c).- Sustancias "insaponificables".-

Insolubles en agua pero soluble en grasa, alrededor del 1.0%. Tienen suma importancia sobre las propiedades biológicas de la grasa de la leche.

Los lípidos se encuentran dispersos en la leche en forma globular. Una parte de la materia grasa se sintetiza en la glándula mamaria a partir de los ácidos grasos volátiles, el resto se forma a partir de los ácidos grasos que se encuentran en la sangre.

Diversos factores influyen sobre el contenido y la composición de la grasa, como son: (6)

a).- Factores fisiológicos.-

Evolución durante el ciclo de la lactación.

b).- Factores alimenticios.-

Influencia del nivel energético y de la composición de la ración; acciones específicas de algunos alimentos.

c).- Factores climáticos.-

Estación, temperatura

d).- Factores genéticos.-

Variaciones raciales
individuales; herencia de los componentes
efectos de la selección.

e).- Factores zootécnicos.-

Especialmente en la
forma de ordeño.

Los cuadros 2.1 (2) y 2.2 (10). muestran la
composición aproximada de los lípidos de la leche.

TRIGLICERIDOS.

Los triglicéridos, figura 2, son ésteres del
glicerol y de ácidos grasos alifáticos. Los
radicales ácidos R pueden ser idénticos o
diferentes, su naturaleza y proporción determinan
sus propiedades. (6).

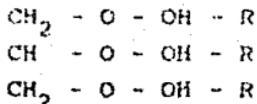


Figura.2. Triglicérido

CUADRO 2.1

COMPOSICION DE LIPIDOS DE LA LECHE DE VACA

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION %
Triacilglicéridos	97 - 98
Diacilglicéridos	0.25 - 0.48
Monoacilglicéridos	0.015 - 0.036
Cetoácidos	0.85 - 1.29
Acidos grasos libres	0.01 - 0.44
Fosfolípidos (licitina, cefalina y esfingomielina)	0.2 - 1.0
Cerebrósidos	0.013 - 0.066
Esteroles (colesterol y lanosterol)	0.25 - 0.40
Escualeno	t r a z a s
Carotenoides	0.0007 - 0.0085

CUADRO 2.2

LIPIDOS EN LECHE DE VACA

COMPONENTES	% EN GRASA BUTIRICA	
Triglicéridos y diglicéridos	96.26	97.59
Monoglicéridos	0.016	0.038
Glicéridos ceto-ácidos (total)	0.85	1.28
Glicéridos cetogénicos	0.03	0.13
Glicéridos Hidroxiácidos (total)	0.60	0.78
Glicéridos lactogénicos	0.60	
Esteres glicéridos neutros	0.016	0.020
Plasmalógenos neutros	0.04	
Acidos grasos libres	0.10	0.44
Fosfolípidos (total)	0.80	1.00
Esfingolípidos (menos esfingomielina)	0.60	
Esteroles	0.22	0.41
Escualeno	0.007	
Carotenoides (7.9 ppm)	0.0007	0.0009
Vitamina A (6.9 ppm)	0.0006	0.0009
Vitamina D	0.000000	0.00000021
Vitamina E	0.0024	
Vitamina K	0.0001	

Los ácidos grasos de los triglicéridos son muy variados y complejos: (2), (6).

- Saturados.-

De alto peso molecular C_{22} y más ácido behénico, lignocérico, etc.

- Insaturados.-

E isómeros de los insaturados más conocidos.

- Con número impar de átomos de C.-

Principalmente

margárico de C_{17} .

-Ramificados.-

Ácidos "iso"

- Hidroxilados_

Se han identificado más de 60 ácidos grasos, lo que implica que el número de triglicéridos que se pueden formar es muy grande debido a la existencia de glicéridos mixtos. (2), (6).

La concentración y el tipo de ácidos grasos de estos lípidos depende de los mismos factores que influyen en la composición global de la leche.

CUADRO 2.3

Acidos grasos mas comunes en tres grasas de leche
con diferentes indices de iodo
(Porcentaje molar de ácidos grasos)

ACIDOS GRASOS	Indice de iodo		
	46.9	36.6	32.4
Saturados			
Butírico	10.2	9.7	9.2
Caproico	2.5	1.2	2.8
Caprílico	1.3	1.6	2.7
Céprico	1.5	2.5	3.5
Laurico	3.4	3.0	5.2
Mirístico	8.6	12.5	14.8
Palmitico	21.1	22.1	27.2
Esteático	9.9	9.8	8.5
Araquídico	0.7	0.8	1.2
Insaturados			
Decenoico	0.2	0.3	0.3
Dodecenoico	0.2	0.3	0.2
Tetradecenoico	0.9	1.0	1.5
Hexadecenoico	2.6	3.0	5.2
Oleico	31.4	30.5	25.3
Araquidónico	0.1	0.6	0.7
Linoleico	1.9	1.0	1.7
Linolénico	2.6	0.5	0.6

CUADRO 2.4

ACIDOS GRASOS PREDOMINANTES

ACIDO GRASO	% DEL TOTAL DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS	PUNTO DE FUSION °C
SATURADO		
Butírico	3.0 - 4.5	- 7.9 Líquidos a
Caproico	1.3 - 2.2	- 1.5 temperatura
Caprílico	0.8 - 2.5	+ 16.5 ambiente
Laurico	2.0 - 5.0	+ 31.4
Mirístico	7.0 - 11.0	+ 53.8 Sólidos a
Palmitico	25.0 - 29.0	+ 62.6 temperatura
Esteárico	7.0 - 13.0	+ 69.3 ambiente
INSATURADOS		
Oleico	30.0 - 40.0	+ 14 Líquidos a
Linoléico	3.0 - 3	5 temperatura ambiente

CUADRO 2.5

ACIDOS GRASOS MAS COMUNES EN LA GRASA BUTIRICA

ACIDO GRASO NOMBRE COMUN	NUMERO DE ATOMOS CARBONO	GRASA DE VACA
Butírico	4	3.5 - 3.7
Caproico	6	1.4 - 2.0
Caprílico	8	0.5 - 1.7
Cáprico	10	1.9 - 2.6
Láurico	12	2.5 - 4.5
Mirístico	14	8.1 - 14.6
Palmitico	16	25.9 - 30.2
Esteárico	18	9.2 - 11.2
Araquídico	20	†
Behénico	22	1.2 - 2.4
Lignocérico	24	‡
Miristoléico	14	
Palmitoleico	16	3.4 - 5.7
Oleico	18	18.7 - 32.8
Gadoleico	20	
Erúcico	22	
Linoleico	18	2.1 - 3.7
Linolénico	18	
Eleosteárico	18	
Araquidónico	20	
Clupanódico	22	{ 0.9 - 1.7

CUADRO 2.6

ACIDOS GRASOS INSATURADOS EN
GRASA BUTIRICA

ACIDOS GRASOS (%)	GRASA DE VACA
Oleico	31.5
Linoleico	1.3
Linolónico	0.53
Araquidónico	0.3

Producidos por una reacción de auto-oxidación. Se ha demostrado que posteriormente se forman compuestos con el radical carbonilo en posición de alfa o beta en relación con el doble enlace: $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-$, y que estos cuerpos, aldehídos o cetonas son los principales responsables del sabor "aceitoso". este sugiere un sabor oxidado no bien definido que corresponde a grados crecientes en la intensidad del defecto de la oxidación. (6).

En la leche los ácidos grasos de la lecitina se oxidan primero antes que los triglicéridos. (6)

Es probable, que la oxidación comienza en la capa de contacto entre la materia grasa y el agua. (6).

Varios factores influyen sobre la velocidad de oxidación. Entre los primeros se encuentra el grado de insaturación; la velocidad de la reacción aumenta exponencialmente al incrementarse el nivel de saturación. Otros factores incluyen la tensión del oxígeno, luz, temperatura, peroxidantes y catalizadores de oxidación, como son: huellas de metales pesados, incluyendo el hierro y el cobre. (5)

La reacción secundaria y los productos de descomposición que resultan de la oxidación, incluyen compuestos tales como perácidos, aldehídos, cetonas, óxidos de etileno sustituidos, ácidos, alcoholes, diversas combinaciones de éstos y agua. (18).

Por el contrario, otros materiales inhiben esta reacción entre éstos se hallan los secuestradores metálicos y los interceptores de oxígeno o antioxidantes. (5).

B).- La Hidrólisis puede realizarse de diferentes maneras: (6).

- La acción diastásica de las lipasas que intervienen especialmente en el enranciamiento.

- Medios químicos, principalmente la acción de los álcalis; en este caso la reacción se denomina "Saponificación" y se utiliza como método analítico.

La figura 3, nos muestra la reacción de hidrólisis, con fijación de tres moléculas de agua. (6).

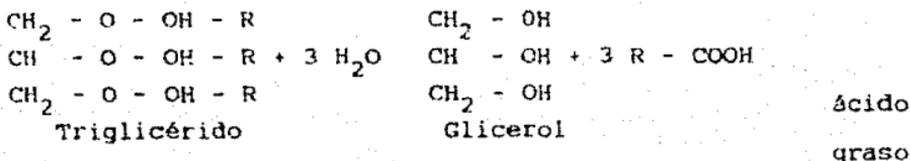
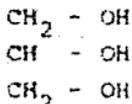


Figura 3. Hidrólisis

La glicerina (figura 4), no se encuentra libre en la leche, por el contrario, existe un exceso de ácido

graso (aproximadamente el 0.5 % de ácido oleico), por lo que, la grasa presenta siempre una ligera acidéz, aún antes de iniciarse la hidrólisis. (6)



Glicerina

Figura 3

Las grasas pueden identificarse mediante índices analíticos fáciles de determinar siguiendo técnicas de rutina. Los índices más significativos se indican a continuación: (6)

- Índice de Reichert Meissel (R.M.W.)
- Índice de Polenske
- Índice de Yodo
- Índice de Saponificación
- Índice de Refracción

Anteriormente empleados para la investigación de fraudes. (6)

Actualmente son más comunes los métodos modernos de análisis como espectrofotometría en UV e IR, y sobre

todo. la cromatografía en fase gaseosa. (4). para realizar este análisis se separa la materia grasa y se forman ésteres metílicos de los ácidos grasos, por acción del metanol, potasa cáustica y éter de petróleo; la mezcla de ésteres se fracciona en la columna de cromatografía desde 75° a 185°C. y un dispositivo de detección con registrador proporciona una gráfica como la que se muestra en la figura 5. (52)

ACIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS

Los ácidos grasos saturados tienen un número par de átomos de carbono y su síntesis comienza con el ácido acético ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$). Los ácidos de número impar de átomos de carbono tienen, probablemente, su origen en el ácido propiónico ($\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{COOH}$) (6).

Los dos primeros ácidos grasos C_4 y C_6 son volátiles y solubles en agua, no representan más del 5% del conjunto, pero sin embargo constituyen la parte más característica de la leche de los ruminantes. La acidéz volátil soluble se expresa en la práctica por el índice de Reichert - Meissel. (6)

La proporción de ácidos volátiles solubles influye un poco sobre el punto de fusión de la grasa. (6).

Los dos ácidos siguientes, C_8 , C_{10} y quizá el C_{12} constituyen la parte esencial de la fracción de los ácidos grasos insolubles en agua y se determinan por el índice de Polenske. (6).

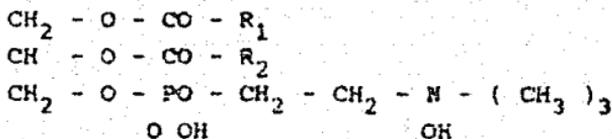
Los ácidos grasos insaturados de la leche presentan de 1 a 6 dobles enlaces. En proporción, el más importante, es el ácido mono-insaturado C_{18} (oleico) ya que constituye las 3/4 partes de los ácidos de esta clase. (6).

El método usual para expresar el grado de insaturación es el índice de Iodo. (6).

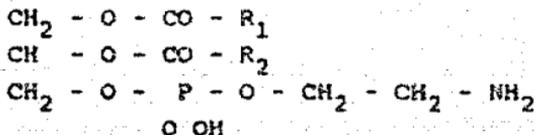
FOSFOLIPIDOS

La leche contiene una pequeña cantidad de grasas fosforadas. (6).

Los principales fosfolípidos de la leche son la fosfatil colina (lecitina) y la cefalina (figura 6), que están presentes en una concentración del 30 y 45% respectivamente en base al total de éstos; también se encuentran la fosfatil serina (10%), fosfatil inositol (6%) y la esfingomielina (25%). (2), (6).



LECITINA



CEPALINA

Fig. 6 Moléculas de Lecitina y Cefalina

Los ácidos grasos R_1 y R_2 pueden ser saturados o no, pero son siempre de C_{12} o más (6), C_{10} (2).

La lecitina es un excelente agente emulsionante, en la leche contribuye a hacer más estable la suspensión de la materia grasa. (6)

CONTROL DE CALIDAD

Las constantes físicas y químicas establecidas para la materia grasa en la norma oficial mexicana para la mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca son las siguientes: (23)

INDICES	MANTEQUILLA TIPO 1	
	MIN.	MAX.
DE REFRACCION 313 K. (40°C)	1.4527	1.4566
DE SAPONIFICACION (NOTA 2)	223.0000	232.0000
DE YODO (HANUS)	30.0000	38.0000
DE REICHERT - MEISSL (NOTA 3)	26.0000	30.0000
DE POLENSKE (NOTA 4)	1.9000	3.0000
DE KIRCHNER	19.0000	26.0000

NOTA 1 No se permitirá la adición de cualquier otra grasa extraña al producto.

NOTA 2 Se aceptarán como límites en el índice de saponificación de 220 a 235, cuando las demás

constantes confirmen que se trata de manteguilla de vaca.

NOTA 3 Se aceptarán como límites de Reichert - Meissl de 23 a 30 cuando las demás constantes confirmen que se trata de manteguilla de vaca.

NOTA 4 Como en el caso anterior se admitirán en el índice de Polenske como límites de 1.6 a 1.9. El límite máximo de 3.5 se admitirá cuando el índice de Reichert - Meissl sea de 29 a 30.

Como se explicó con anterioridad estos índices ya no se emplean. En nuestro caso, para demostrar que la grasa butírica anhidra es un producto apto para utilizarse en la reconstitución de manteguilla (tipo I), se efectúa un análisis por cromatografía de gases para determinar la composición de ácidos grasos.

Las especificaciones para la importación de aceite de manteguilla, son las siguientes: (55)

Grasa Butírica	99.3% min.
Humedad	0.5% max.
Acidos Grasos Libres (expresado como ac. oleico)	0.3% max.
Peróxido (meg. de O ₂ por Kg. de grasa)	Menos de 0.8
Cobre	0.05 ppm. max.
Hierro	0.20 ppm. max.
Punto de Fusión	33° - 36° C

Coliformes

NEGATIVO en 1 mg.

A.2) .- LECHE EN POLVO

Las leches en polvo que se encuentran en el comercio son de muy diversas calidades (6).

La norma oficial mexicana para leche en polvo clasifica este producto en tres tipos de acurdo con el contenido de grasa y en dos grados de calidad cada uno. (54).

	TIPO	GRASA	GRADO DE CALIDAD
I	Leche entera	26% min.	A y B
II	Leche parcialmente descremada	13% max.	A y B
III	Leche totalmente descremada	1.5% max.	A y B

Grado A.- Para consumo humano directo
Grado B.- Se utiliza como materia prima en la industria alimentaria

Para la reconstitución de mantequilla se utiliza leche en polvo tipo III de grado de calidad B. (10), (52), (53)

Los cuadros 2.7 (5) y 2.8 (16). muestran la composición típica de una leche en polvo.

La norma internacional de calidad indica la siguiente composición: (56).

Lactosa	52 %
Proteína	32 %
Cenizas	3 %
Humedad	3.2%
Grasa	0.8%

Las especificaciones para producto terminado que marcan la norma oficial mexicana y norma internacional respectivamente son las siguientes: (53). (54).

ESPECIFICACIONES	LECHE USO INDUSTRIAL	
	GRADO B TIPO III	
	MIN.	MAX.
Grasa Butírica		
% en masa	- - -	1.7
Humedad		
% en masa	- - -	4.2
Acidez expresada como ac. láctico %	0.1	0.2
Partículas quemadas	- - -	Disco B 15 mg.
Índice de insolubilidad	- - -	1.2 ml

CUADRO 2.7
COMPONENTES DE LA LECHE EN POLVO DESCREMADA

CONSTITUYENTES	LECHE EN POLVO DESCREMADA
Proteína (NX 6.38) (%)	36.0
Lactosa (azúcar en leche) (%)	51.0
Grasa (%)	0.7
Minerales (cenizas) (%)	8.2
Humedad (%)	3.0
Calcio (%)	(1.31)
Fósforo (%)	(1.02)

CUADRO 2.8

COMPOSICION DE LA LECHE EN POLVO DESCREMADA

COMPONENTES	POLVO DE LECHE DESCREMADA
Agua	4.00 %
Grasa	1.00 %
Proteína	35.00 %
Lactosa	52.50 %
Sales Minerales	7.50 %

MICROBIOLOGICAS:

La leche en polvo en sus tres tipos y dos grados de calidad cada una, no debe contener toxinas microbianas, sustancias tóxicas, ni inhibidores microbianos que pueden afectar a la salud del consumidor o provocar deterioro al producto. (54)

El cuadro 2.9, (54) nos muestra las especificaciones microbiológicas con las que debe de cumplir la leche en polvo grado B en cualquiera de sus tres tipos.

NORMA INTERNACIONAL

Humedad	4% max.
Grasa	1.25 - 1.5 %
Acidez	0.15% (ac. láctico) max.
Indice de Solubilidad	1.25 max. (ACHI)
Indice de Partículas	disco B (que pase al disco) max.
Microbiológicas	
Mesófilos aerobios	50.000 max.
Coliformes	NEGATIVO

CUADRO 2.9

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA LA LECHE
EN POLVO

ESPECIFICACIONES	GRADO B EN SUS TRES TIPOS
Mesófilos aerobios col/g. máximo	50.000
Organismos Coliformes NMP	20
Salmonella en 25 g.	NEGATIVA
Escherichia Coli en 0.1 g.	NEGATIVA
Estafilococcus aureus	NEGATIVA

Para efectos de nuestro trabajo y en base a las especificaciones anteriormente expuestas se establecen como parámetros de calidad requeridos los siguientes: (52), (53).

Humedad	4.2% max.
Proteína	32 - 35% max.

A.3).- AGUA

Toda el agua que se ponga en contacto con el alimento debe cumplir los mismos requisitos que el agua de bebida (20).

Es de interés, para el industrial, conocer la bacteriología del agua por dos aspectos: (20)

1).- Sanitario.-

Desde el punto de vista de la salud pública, el agua empleada en la alimentación debe estar absolutamente libre de contaminación cloacal, lo que se determina con las pruebas indicadoras de bacterias coliformes; se establece que la presencia de estos organismos no debe exceder de los siguientes límites:

Cuando se examinan proporciones estándares de 10 ml., no más del 10% de las examinadas, en cualquier mes, debe mostrar la presencia de coliformes.

La cloración del agua destinada a la bebida se lleva a cabo siempre que existe duda sobre su pureza sanitaria. La proporción final de cloro libre oscila entre 0.025 a 2 p.p.m. y depende de la contaminación del agua y del grado de contaminación.

2).- Económico.-

Interesa un agua de características bacteriológicas y químicas adecuadas al tipo de alimento que va a ser elaborado. El agua debe poseer un sabor, color, olor, claridad, composición química y contenido

bacteriano aceptables, debe estar disponible en volumen suficiente, a una temperatura adecuada y poseer una composición uniforme.

La composición química se ve afectada por la dureza, la alcalinidad, contenido de materia orgánica, hierro, manganeso y flúor.

Los análisis se realizan periódicamente de acuerdo a las normas de control de calidad de la empresa.

A.4).- EMULSIFICANTES

MONOGROL (mono - estearato de glicerilo)

Composición : Mono - Estearato de Glicerilo
(Ester - tenso - activo)

Tipo : Aniónico (dispersable en agua caliente)

Apariencia : Sólido ceroso

Forma : Granulada

Color : Blanco, a ligeramente crema

Olor : Practicamente ninguno

Indice de Saponificación 150 - 157

Indice de Acidéz 5.0% max.

Indice de Yodo 3.0 max.

Punto de Fusión 54 - 57 °C

(Reichert - ocular)

Dispersabilidad	en agua caliente a 65°C
Solubilidad	en caliente, en la mayoría de los solventes orgánicos
PH (dispersión acuosa al 3% - 20°C)	8 a 9
Monoglicéridos	30% max.
LECITINA DE SOYA	
Humedad	0.38% max.
Viscosidad (25°C)	112.7 cps.
Soluble en	agua caliente, aceite caliente, éter y benceno.
Número de ácido	24.3%
Índice de peróxido	ausente
Temp. de conservación	Temp. ambiente
Vida de anaquel	Un año
Insoluble	en acetona 60 - 65% éter de petróleo - 0.09% max.
Apariencia	líquido viscoso
Color	café oscuro

Sabor	amargo característico
Aroma	característico

B).- PRODUCTO TERMINADO

Análisis Sensorial (23).

Color	amarillo paja o hasta amarillo brillante
Aroma	característico
Sabor	característico
Consistencia	Firme, homogénea y untuosa a 293°K (20°C)

Análisis Físicoquímico (23)

Grasa	80% min.
Humedad	16% max.
Sólidos no grasos de leche	2% min.
Cloruro de Sodio (NaCl)	3 - 5%

Análisis Microbiológico (23)

	MANTEQUILLA	MANTEQUILLA
		CULTIVADA

Cuenta de Bacterias Mesofílicas	10.000 col/g max.	- - - -
Organismos Coliformes	10 col/g max.	10 col/g max.

Hongos y Levaduras

20 col/g max. 20 col/g
max.

Gérmenes patógenos

NEGATIVO NEGATIVO

III

FORMULACION Y TECNICA DE ELABORACION

A).- MATERIAS PRIMAS ADECUADAS, CONCENTRACION Y APLICACION DE CADA INGREDIENTE

Sabiendo que nuestro producto final debe contener un mínimo del 80% de grasa butírica y un máximo del 1% de humedad; los únicos componentes que modificamos en cada prueba fueron la leche en polvo descremada, saborizante y emulsificantes.

Las variaciones se realizarán en base a los resultados obtenidos tanto en el análisis de evaluación sensorial, como en el de las propiedades físicas del producto; determinándose, que la fórmula más adecuada para este producto, es la siguiente:

FORMULACION	Kg	%
Aceite de mantequilla	800.0000	80.0000
Agua	160.0000	16.0000
Leche en polvo descremada	31.8500	3.1850
Sabor artificial	6.0000	0.6000
Lecitina de Soya	2.0000	0.2000
Mono-Estearato de Glicerilo	0.1500	0.0150
TOTAL	1000.0000 kg	100.0000%

Leche en polvo descremada.-

Adición de sólidos no
grasos de leche.

Sabor artificial.-

Como saborizante.

Lecitina y monogrol.-

Como emulsificantes.

El tipo de emulsificantes a utilizar se determinó en base a los utilizados en la fabricación de margarina, (35). debido a que, la elaboración de la mantequilla reconstituida tiene en común con la de la margarina, el partir de un aceite, como ingrediente básico. Se diferencian en el tipo de aceite: vegetal para la margarina; de grasa butírica para la mantequilla.

La proporción de los emulsificantes se determinó en base al contenido natural de éstos en la leche entera de vaca. (2), (10).

Debe señalarse que el aceite de mantequilla no contiene fosfolípidos. (6).

EMULSIFICANTES.

La mantequilla es una emulsión. (6)

El término emulsión se refiere a cualquier dispersión de un líquido en otro; por supuesto, los líquidos deben de ser inmiscibles. (35).

En la emulsificación de alimentos los líquidos que intervienen son agua y aceite. (5).

Es posible formar dos tipos de emulsiones dependiendo de la fase que se dispersa en la otra. En una emulsión aceite con agua (Ac/Ag) el aceite se dispersa en forma de gotas a través de una fase acuosa continua. En el sistema agua en aceite (Ag/Ac) sucede lo inverso, figura 7. (5)

La mantequilla reconstituida es una emulsión artificial del tipo Ag/Ac. La fase grasa continua formada por el aceite de mantequilla mantiene al producto en su forma de emulsión sólida a las temperaturas que prevalecen, pero en la boca se funde rápida y completamente. La fase acuosa es una mezcla preparada por leche en polvo descremada y agua. En cualquiera de las dos fases se encuentran los otros ingredientes como saborizantes, emulsificantes, antioxidantes, sal y colorante opcionales. (5). (6).

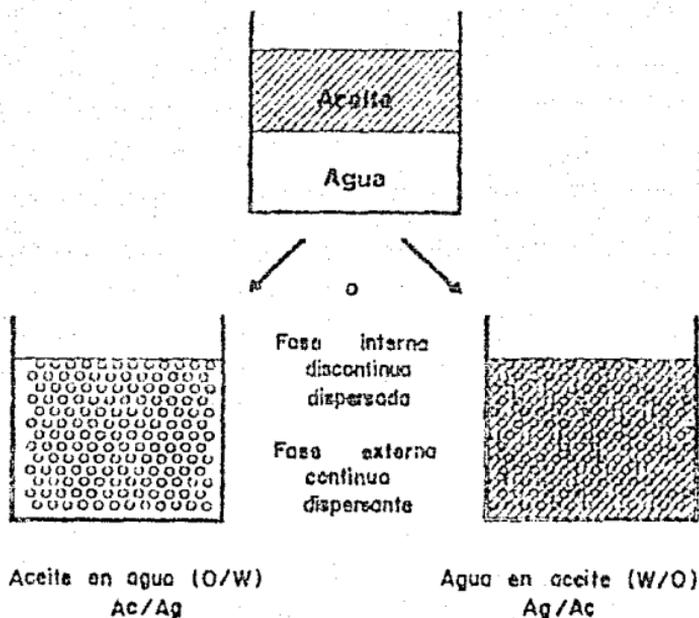


FIG. 7. Tipos alternos de emulsión

Se ha encontrado que la facilidad con la cual dos líquidos inmiscibles se pueden emulsificar, aumenta a medida que las diferencias entre las tensiones superficiales y densidades disminuye. (35).

Con el fin de preparar emulsiones estables se debe de introducir un tercer componente - un agente surfactante - dentro del sistema. (35).

Este agente puede reducir la tensión de la interfase, aunque éste no es el único fin de usarlo, puesto que los surfactantes tienen una actividad polifacética actúan como emulsificantes, humectantes, solubilizantes detergentes y controla la cristalización. (2). (35).

El tipo de agente emulsificante utilizando depende principalmente del tipo de emulsión formada. (5).

Los primeros se pueden dividir a su vez en aniónicos y catiónicos, según la naturaleza del grupo iónico activo. (2).

La molécula de los emulsificantes iónicos está compuesta por un grupo orgánico con características lipófilas y una parte hidrófila que le permiten interaccionar al mismo tiempo con la fase lipídica y la acuosa respectivamente. (2).

Por otra parte, los no iónicos son agentes que tienen solo uniones covalentes en su estructura, y por tanto, no tienden a ionizarse o a interaccionar con otros compuestos. (2).

De los agentes tensioactivos que se utilizan en el procesamiento de alimentos podemos distinguir dos grupos: (5)

A).- MONO Y DIGLICERIDOS.-

Los ésteres de monoglicéridos son los más activos en la mayoría de las aplicaciones. Son emulsificantes no iónicos y pueden existir como líquidos, sólidos plásticos o grasas duras, dependiendo del tipo de distribución de los ácidos grasos en la molécula. Su función importante en alimentos es mejorar la suavidad, firmeza y la estabilidad. (5)

B).- FOSFATIDOS.-

Están compuestos por alcohol polihédrico, casi siempre el glicerol, que se esterifica con ácidos grasos y ácido fórfórico. Los fosfatidos más comunes son la lecitina y la colina. (5). La lecitina funciona en muchas variadas formas: produce baja tensión superficial, actúa

como emulsificante, es un antioxidante y promueve la formación de pequeños cristales. (5).

SABOR

El sabor de la leche está basado fundamentalmente en la fracción lípida, y por lo tanto, varía considerablemente según la época del año y el tipo de alimentación de la vaca. (2).

Durante la manufactura, el almacenamiento y la utilización de productos lácteos pueden suceder varias reacciones químicas y bioquímicas que convierten a los lípidos en compuestos muy aromáticos. (2)

Los principales tipos de reacciones químicas causantes del sabor y del aroma de los lácteos son las de hidrólisis, autoxidación, Beta - oxidación, descarboxilación, deshidratación y esterificación. (2).

La naturaleza química de los compuestos generados es muy variada, teniéndose entre los más representativos a los ácidos grasos ($R - COOH$); las cetonas ($R - CO - R'$), las lactonas ($R_2CCH_2(CH_2)_nCO$), los aldehídos ($R - C(=O) - H$), los alcoholes ($R - OH$), los hidrocarburos ($C - H_2O$) y los ésteres ($R - CO - OR'$). (2).

Los ácidos de cadena corta (C_4 principalmente) producen el sabor característico de la rancidez hidrolítica. (2)

Los principales productores del sabor de la mantquilla se muestran en el cuadro 3.1. (2)

B).- TECNICA DE ELABORACION.

Para establecer la técnica de elaboración de la mantquilla reconstituída, se tomó en cuenta el equipo disponible en planta de tal forma, que no fuera necesaria la adquisición de alguna pieza nueva y tan solo se apartara, si ya existente, para obtener un proceso continuo.

Se estimó utilizar el mismo tiempo y temperatura de pasteurización que emplea la empresa en la elaboración de la mantquilla a partir de crema o leche entera de vaca.

Las modificaciones en las temperaturas para la adición del sabor a mantquilla y en la de cristalización de la grasa se efectuaron en base a los resultados obtenidos en los análisis sensoriales y físicos efectuados al producto. La técnica de elaboración quedó entonces, establecida de la siguiente manera:

CUADRO 3.1.

COMPUESTOS QUE IMPARTEN EL SABOR A LA MANTEQUILLA

Aldehídos

- C₁ - C₁₂ aldehídos
- 2 - metilpropanal
- 2 - metilbutanal
- fenilacetaldéhidro
- 2 - hexanal
- 2 - octanal
- 4 - cis - heptanal

Cetonas

- C₃ - C₁₅ cetonas
- 3 - heptanona
- diacetilo
- acetofena
- fenilpropanediona

Lactonas

- C₈ - C₁₀ γ - lactonas
- C₆ - C₁₂ δ - lactonas
- γ - lactonal del ac. 6 dodecenico
- δ - lactona del ac. 9 dodecenico

Ácidos grasos

- C₂ - C₁₂ cadenas lineales de carbonos pares

Alcoholes

- C₁ - C₁₀ alcoholes

Esteres

- C₁, C₂, C₁₀ Esteres mellicos
- C₁, C₂, C₄, C₆, C₈, C₁₀, C₁₂, Esteres etlicos
- Benzato mellico

- 1).- Lavar. (empleando una solución de agua y jabón) la tapa del tambor que contiene el aceite de mantequilla, enjuagar y abrir utilizando abrelatas industrial.
- 2).- Vaciar de 2.5 a 3.5 Kg., del total de aceite de mantequilla a una marmita de acero inoxidable provista de chaqueta para vapor. Calentar entre 60° - 65°C, disolver el monogrol y la lecitina de soya..
- 3).- Dispersar, en el agua de formulación la leche en polvo descremada.
- 4).- Vaciar al tanque de mezclado de acero inoxidable provisto de serpentín de vapor del mismo material, la cantidad restante del aceite de mantequilla, la leche en polvo descremada previamente disuelta en el agua y los emulsificantes fundidos. Mezclar durante 20 minutos manteniendo una temperatura de 50° - 55°C, para lograr una mejor incorporación de los ingredientes.

- 5).- Bombear el producto hacia la pasteurizadora de acero inoxidable, equipada con chaqueta para vapor y procesar a 80°C durante 30 minutos.
- 6).- Enfriar el producto hasta una temperatura de 32° a 35°C. adicionar el sabor a mantequilla, continuar mezclando.
- 7).- Pasar el producto por el texturizador, donde continúa enfriándose hasta una temperatura de 10 a 12°C, para favorecer la cristalización de la grasa y obtener un producto de textura homogénea.
- 8).- El producto sale por una plancha perforadora en forma de fideos hacia la envolvedora automática. Se toma una muestra para los análisis correspondientes en el laboratorio de Control de Calidad.
- 9).- Almacenar en la cámara de templado y refrigeración por espacio de 36 a 48 hrs.
- 10).- El producto se liberará para su distribución y venta.

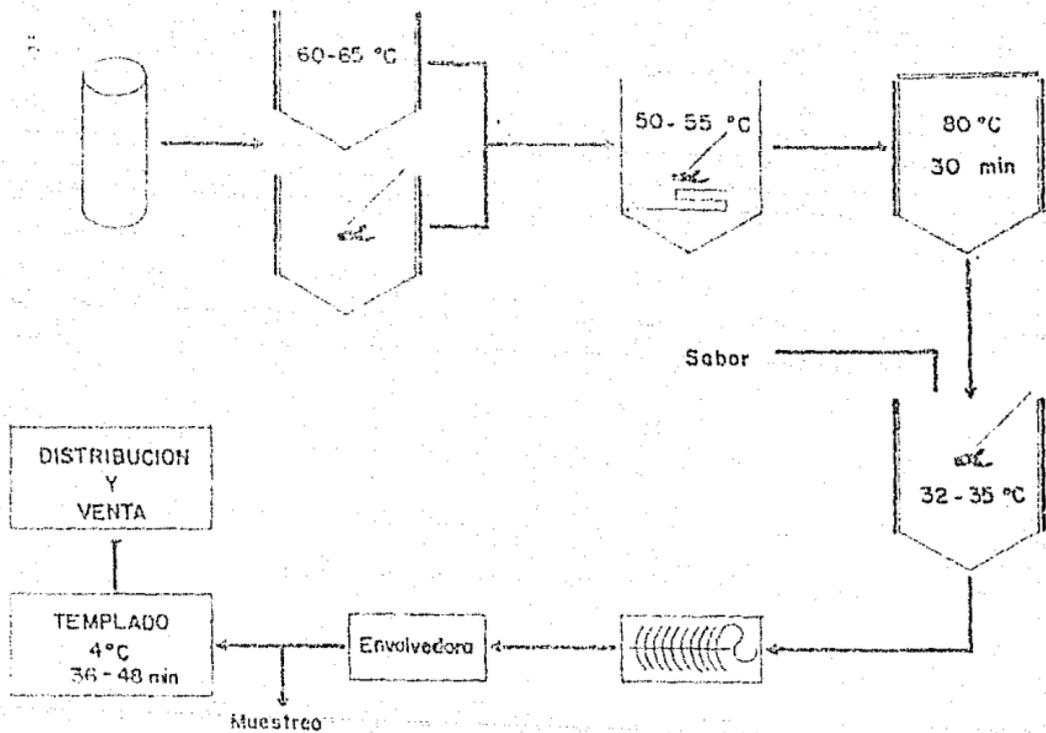


Diagrama de Flujo

- IV -
METODOLOGIA

En este capítulo y en base a las especificaciones fisicoquímicas y bacteriológicas, anteriormente establecidas, se mencionan los métodos de análisis llevados a cabo para el aceite de mantequilla, leche en polvo descremada, agua y producto terminado.

Se detallará el método de cromatografía de gases para la determinación de ácidos grasos en el aceite de mantequilla.

Se incluye la metodología llevada a cabo para la evaluación sensorial.

A) MATERIA PRIMA

A.1.- Aceite de Mantequilla.- es un producto de importación, los países de procedencia son: Irlanda del Norte, Nueva Zelanda, Bélgica, Holanda, Estados Unidos, Argentina, Francia y Uruguay. La importación, en su mayoría, se realiza en tambores metálicos generalmente de 200 Kg. (10).

A.1.1.- Punto de Fusión.-

Método de tubo capilar cerrado. (18).

A.1.2.-Índice de Peróxidos.-

Método de la American
Oil Chemist Society. (18)

A.1.3.-Determinación de Ácidos Grasos por
Cromatografía de Gases. (8), (17), (18),
(41), (52). Apéndice 1.

A.2.-Leche en polvo descremada.- producto de
importación procedente de Irlanda del
Norte o Canadá. Se recibe en bolsas de
polietileno de 25 Kg., introducidas en
bolsas de papel Kraft.

A.2.1.-Determinación de Humedad.-

Método por secado
en cápsula provista con tapadera. (57).

A.2.2.-Determinación de proteínas.-

Método Kjeldhal
(57). con el factor 6.38.

A.3.- Agua

A.3.1.-Cuenta de Bacterias Mesófilicas.-

Mediante
recuento en placa en agar para método
estándar. (32). (58).

A.3.2.-Organismos Coliformes.-

Prueba presuntiva
en tubos con campana Darham en caldo de
bilis verde brillante. (32), (58).

A.3.3.- Cloro residual.-

Método Taylor. (58).

B) PRODUCTO TERMINADO.

B.1.-Análisis sensorial. (5), (23), (59),
(60), (61), (66). Primera etapa.
Apéndice II.

B.1.1.- Sabor

B.1.2.-Color

B.1.3.-Olor

B.1.4.-Consistencia

B.2.-Análisis Fisicoquímicos.

B.2.1.-Determinación de Humedad.-

Método por
secado en cápsula provista por tapadera.
(57).

B.2.2.-Porciento de Grasa Butírica.-

Método de
Gerber. (18).

B.2.3.-Punto de Fusión.-

Método de tubo capilar
cerrado. (18).

B.2.4.-Porcentaje de sólidos no grasos de leche.-
Por diferencia de peso: la suma del
porcentaje de grasa más el de humedad
menos 1000%.

B.3.-Análisis Microbiológicos.

B.3.1.-Escherichia Coli.-

Recuento en tubo y
prueba confirmativa para E.coli, en
caldo bilis brillante. (32).

B.3.2.-Cuenta de Bacterias Mesofílicas.-

Mediante
recuento en placa para método estándar.
(32).

B.3.3.-Hongos y Levaduras.-

Mediante recuento en
placa en agar de dextrosa y papa. (32).

B.4.-Evaluación Sensorial. (5), (59), (60),
(61), (66). Segunda Etapa. Apéndice II.

B.4.1.-Para determinar la preferencia entre la
muestra estándar y la experimental.

- V -

ANALISIS DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

A continuación se repostan los resultados obtenidos para determinar la calidad de la materia prima y producto terminado, en la elaboración de la manteguilla reconstituida.

A) MATERIA PRIMA.

A.1.-Aceite de Manteguilla:

Punto de Fusión.- cuadro 5.1

Concentración de Acidos Grasos.- cuadro 5.2

A.2.-Leche en Polvo Descremada;

Determinación de Humedad.- cuadro 5.3

Determinación de Proteína.- cuadro 5.4

B) PRODUCTO TERMINADO.

B.1.-Análisis Sensorial: Primera Etapa.

Sabor Tabla A.1

Color Tabla A.2

Aroma Tabla A.3

Consistencia Tabla A.4

B.2.-Análisis Fisicoquímicos:

Determinación de Humedad.- cuadro 5.4

Porcentaje de Grasa Butírica.-cuadro 5.4

Punto de Fusión.- cuadro 5.4

B.3.-Análisis Microbiológicos:

Escherichia Coli	cuadro 5.5
Cuenta de Bacterias Mesofílicas	cuadro 5.5
Hongos y Levaduras	cuadro 5.5

B.4.-Evaluación Sensorial. Segunda Etapa

Para determinar la aceptación o rechazo de la mantequilla reconstituida nos basamos en la técnica de Evaluación Sensorial, comparando nuestro producto con el elaborado a partir de la crema o leche entera de vaca.

CUADRO 5.1

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS DE PUNTO DE
FUSION EFECTUADOS AL ACEITE DE MANTEQUILLA

ANALISIS	PROCEDENCIA	PROMEDIO
Punto de	Irlanda	33° - 35°C
Fusión	Holanda	33° - 36°C

Conclusión: cumple con la norma de calidad, la cual especifica el siguiente parámetro. (55).

Punto de	33° - 36°C
Fusión	

CUADRO 5.2

DETERMINACION DE ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE
MANTEQUILLA

ACIDO	TIEMPO (MIN.)	AREA	CONCENTRACION (%)
Butirico	2.49	34555	2.4031
Caproico	5.48	28458	1.9791
Caprilico	7.93	16832	1.1706
Cáprico	10.34	42074	2.9260
Caproleico	11.57	5360	0.3727
Laurico	13.06	57476	3.9971
Lauroleico	14.61	988	0.0687
Isomirístico	15.48	1700	0.1182
Mirístico	16.37	163074	11.3408
Miristioleico	17.71	23372	1.6254
Pentadecanoico	18.18	21644	1.5052
Isopalmitico	19.17	6880	0.4785
Palmitico	20.37	414404	28.8192
Palmitoleico	21.73	40464	2.8140
Heptadecanoico	22.59	10804	0.7513
Isoesteárico	24.19	3822	0.2665
Esteárico	25.60	156968	10.9161
Oleico	27.49	357636	24.8713
Linoleico	30.84	30240	2.1030
Araquidico	36.54	21184	1.4732
TOTAL		1437945	100.0000%

Conclusión: dentro de los límites de Grasa Butírica.

El porcentaje de ácidos grasos repostado corresponde a una grasa butírica libre de adulteraciones, hecho que se deduce al observar la concentración del ácido butírico, cáprico, laurico, palmítico y oleico, que son representativos para grasa de vaca.

Para la determinación del ácido butírico, se recomienda que la temperatura de la salmuera (que se añade al tubo) sea inferior a los 0°C, con lo cual se evitará la evaporación del mismo.

CUADRO 5.3

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS DE HUMEDAD Y
PROTEINA EFECTUADOS A LA LECHE EN POLVO DESCREMADA

ANALISIS	PROMEDIO
Determinación de Humedad	3.2 - 4.1 %
Proteína	32 - 34 %

Conclusión: cumple con la norma de calidad, la cual
especifica los siguientes parámetros.
(54). (56)

Humedad	3.2 - 4.2%
Proteína	32%

CUADRO 5.4

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS DE HUMEDAD,
PORCIENTO DE GRASA BUTIRICA Y PUNTO DE FUSION
EFECTUADOS A LA MANTEQUILLA RECONSTITUIDA

ANALISIS	PROMEDIO
Determinación de Humedad	16% max.
Porciento de Grasa Butírica	80% min.
Punto de Fusión	33° - 35°C

Conclusión: cumple con la norma de calidad, la cual
indica los siguientes parámetros. (23)

Humedad	16% max.
Grasa	80% min.

CUADRO 5.5

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS
EFECTUADOS A LA MANTEQUILLA RECONSTITUIDA

ANALISIS	RESULTADO
Escherichia Coli	Positiva (en algunos casos)
Cuenta de Bacterias Mesofílicas	Positiva (en algunos casos)
Hongos y Levaduras	Negativa

Conclusión: dentro de la norma de calidad, la cual determina los siguientes parámetros: (23).

	MANTEQUILLA	MANTEQUILLA CULTIVADA
Cuenta de Bacterias Mesofílicas	10,000 col/g max.	10,000 col/g max.
Organismos Coliformes	10 col/g max	10 col/g max.
Hongos y Levaduras	20 col/g max.	20 col/g max.
Patógenos	NEGATIVO	NEGATIVO

TABLA A.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL (PRUEBA STAFI), CON RESPECTO AL SABOR.

A) Identidad B) Experiencia	Valor de Respuestas Afectivas a A favor de...	Valor de Diferenciada	Causas generadas para la Resposta
PRUEBA I	A) 19 (60%) B) 12 (36%)	1,00	A) Sabor a vaina Sabor a castaño
PRUEBA II	A) 14 (43%) B) 11 (34%)	1,33	B) Insípida No le sabe a mantequilla
PRUEBA III	A) 13 (39%) B) 14 (41%)	1,04	Causas generadas para su Aceptación
PRUEBA IV	A) 7 (21%) B) 11 (33%)	1,57	A) Se sabe a mantequilla Su sabor es muy natural
PRUEBA V	A) 7 (21%) B) 22 (65%)	14,44	B) Olor a queso no sabe a vainas Buen sabor a mantequilla
<p>Grupos de Satisfacción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pauta 1, 2 y 3, son de aceptación moderada - Pauta 4, 15 a favor de la muestra "A" - Pauta 5, 11, 16 a favor de la muestra "B" 			

TABLA A.2.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL (PRIMERA ETAPA), CON RESPECTO AL COLOR.

A) Estándar B) Experimental	Total de respuestas afirmativas a favor de	Valor de Chi-Cuadrada	Causas generales para su Rechazo
PRUEBA I	A) 12 (48%) B) 13 (52%)	0.04	A) Muy pálido
PRUEBA II	A) 11 (44%) B) 14 (56%)	0.36	B) Un poco claro
PRUEBA III	A) 13 (52%) B) 12 (48%)	0.04	Causas generales para su Aceptación
PRUEBA IV	A) 13 (52%) B) 12 (48%)	0.04	A) Gusta por natural
PRUEBA V	A) 11 (44%) B) 14 (56%)	0.36	B) Característico a mantecquilla
<p>Nivel de Significancias: En todas las pruebas no existe diferencia significativa hacia alguna de las muestras.</p>			Es natural

12

1

TABLA A. 1. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL (PRUEBA ETAPA) CON RESPECTO AL ARCHA.

A) Escudada B) Experimentada	Total de respuestas afirmativas a favor de	Porcentaje de afirmaciones	Cualidad general para su rechazo
PRUEBA I	A) 16 (64%) B) 9 (36%)	7.14	A) Buena a mala a estable
PRUEBA II	A) 13 (52%) B) 12 (48%)	6.09	B) No tiene aroma poco aroma
PRUEBA III	A) 14 (56%) B) 10 (40%)	7.00	Cualidad general para su aceptación
PRUEBA IV	A) 6 (24%) B) 17 (68%)	3.24	A) Buena característico
PRUEBA V	A) 5 (20%) B) 20 (80%)	2.00	B) A mantecoso característico
Nivel de significación: - Pruebas 1, 2 u 3 sin diferencia significativa - Prueba 4, 10% a favor de la muestra "B" - Prueba 5, 1% a favor de la muestra "B"			

TABLA A.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL (PRIMERA ETAPA), CON RESULTO A LA CONSISTENCIA.

A) Estándar B) Experimental	Total de respuestas afirmativas a favor de	Valor de Chi-Cuadrado	Causas aceptadas para su Reclamo
PRUEBA I	A) 15 (40%) B) 19 (48%)	1.00	A) Demasiado blanda B) poca beta
PRUEBA II	A) 15 (40%) B) 10 (40%)	1.00	B) Demasiado gruesa C) demasiada gelatinosa
PRUEBA III	A) 11 (44%) B) 14 (56%)	0.56	Causas aceptadas por su adaptación
PRUEBA IV	A) 13 (52%) B) 12 (48%)	0.04	A) Mejor que la otra No está botada
PRUEBA V	A) 11 (44%) B) 14 (56%)	0.56	No tiene grumos
<p>Nivel de Significancia: En todas las pruebas no existe diferencia significativa hacia alguna de las muestras.</p>			<p>B) Buena Característica A o B) Sin diferencia</p>

B).- Segunda Etapa

Número total de jueces: 200

Resultados:

Preferencia hacia A: 70

Preferencia hacia B: 110

Sin Preferencia: 20

Validación Estadística

E.1).- Chi - Cuadrada

$$\text{Chi - Cuadrada} = \frac{\sum (f - F)^2}{F}$$

$$\text{Chi - Cuadrada} = \frac{(70 - 90)^2}{90} + \frac{(110 - 90)^2}{90}$$

$$\text{Chi - Cuadrada} = 8.88$$

La preferencia hacia la muestra B es significativa al 1%.

B).- Por Proporción

$$N = 180$$

$$P_B = 0.611 \text{ (61.1\%)}$$

$$P = 0.50$$

$$Z = \frac{0.611 - 0.50}{\sqrt{\frac{0.5(1 - 0.5\%)}{180}}}$$

$$Z = 2.97$$

La preferencia hacia la muestra B, es significativa al 1%.

C) RENDIMIENTO. Mantequilla Reconstituida

a=Materia prima	a (X_1)	MERMA	b(X_2)
b = Producto terminado	<hr/>		
	KG.	KG.	KG.
Aceite de Mantequilla	12,000.00	240.00	11,760.00
Agua	2,400.00	48.00	2,352.00
Leche en polvo descremada	450.00	9.00	441.00
Sabor Artificial	90.00	1.80	88.20
Mono-Estearato de Glicerilo	30.00	0.60	29.40
Lecitina de Soya	30.00	0.60	29.40
TOTAL	15,000.00	300.00	14,700.00

Rendimiento Total = 14,700.00 Kg. = 98%

La merma corresponde a la materia prima que se pierde al vaciar y al producto terminado que queda en las tuberías, parte del cual, se recupera al lavar con agua y se reprocesa posteriormente.

D) PROBLEMAS DURANTE EL PROCESO.

D.1.- Insipidez del Producto:

Causada por pérdidas del saborizante por evaporación, adición insuficiente del sabor a mantequilla, poca fuerza del concentrado o sabor o por exceso de sólidos no grasos de leche los cuales absorben el saborizante.

Se probaron tres muestras sabor mantequilla, el cuadro 5.6 muestra los resultados obtenidos.

De las tres muestras de sabor a mantequilla evaluadas, con la que se obtuvo mejores resultados fue con la proporcionada por Alen Compañía, S.A., la esencia artificial líquida sabor mantequilla N^o 21306.

La concentración más adecuada resultó del 0.6%, en base al total del producto terminado.

Para evitar pérdidas del saborizante, éste deberá añadirse después de la pasteurización, durante el primer enfriamiento, a una temperatura de 32° a 35°C. además de que la concentración de sólidos no grasos de leche no exceda del 3.30%, base en peso.

CUADRO 5.6

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS CON LOS
SABORIZANTES EVALUADOS.

SABORIZANTE	(% EN PESO)	
	CONCENTRACION	RESULTADOS
Concentrado líquido sabor mantequilla*	0.40	Producto insípido
	0.45	Sin diferencia con el anterior
	0.55	Sabor perfumado y aromático
Concentrado líquido sabor mantequilla**	0.30	Insípido
	0.40	Un poco a crema
	0.50	A crema dulce
Esencia artificial Líquida sabor mantequilla***	0.30	Insípido
	0.45	Un poco tenue, pero más natural que los anteriores
	0.60	Buen sabor a mantequilla

* Q.C. 05440188 "Deiman"

** V.C. 1902 A "Lucta"

*** 21306 "Alen Compañía"

D.2.- Consistencia Dura o Blanda:

Debido a una cristalización inadecuada producida por variaciones en la temperatura de solidificación de la grasa. (6). (16).

El cuadro 5.7, muestra los resultados obtenidos a diferentes temperaturas de trabajo.

Con temperaturas demasiado bajas, la cristalización es lenta y la mantequilla resulta seca. A temperaturas elevadas la operación es más rápida y la mantequilla es blanda y rica en agua. (16).

Para obtener una mantequilla untable la temperatura óptima de cristalización resultó entre los 10° - 12°C.

D.3.- Textura Aceitosa:

Un exceso en la fase continua de la emulsión determina la textura grasienta. (6).

D.4.- Mantequilla Beteada:

A causa de una emulsión inestable. (16). El cuadro 5.8 muestra los resultados obtenidos en las pruebas con los emulsificantes utilizados.

CUADRO 5.7

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VARIACIONES EN LA
TEMPERATURA DE SOLIDIFICACION DE LA GRASA

TEMPERATURA	RESULTADO
6° y 7°C	Consistencia demasiado dura, quebradiza.
10° y 12°C	Buena consistencia, untable
15° y 17°C	Consistencia muy blanda

CUADRO 5.8

RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS EMULSIFICANTES

EMULSIFICANTES	CONCENTRACION (% EN PESO)	RESULTADO
Lecitina de Soya Mono-Estearato de	0.10 0.01	Una emulsión poco estable, hay separación de la fase grasa. En otras ocasiones se obtuvo una mantequilla betada
Lecitina de Soya Mono-Estearato de Glicerilo	0.200 0.015	Forma un producto estable, sin separación de fases. No se observan betas.

Para una mejor incorporación de los emulsificantes, se recomienda que se dispersen en un poco de aceite de mantequilla caliente a una temperatura entre 60' - 65°C, previamente a su adición al tanque de preparación.

D.5.- Consistencia Arenosa:

Producidos por un exceso de sólidos no grasos. El cuadro 5.9 muestra los resultados obtenidos a las diferentes concentraciones de leche en polvo descremada.

D.6.- Contaminación:

Presencia de Organismos Coliformes y Elevada Cuenta Total.

La calidad bacteriológica de la mantequilla depende poco de la técnica de fabricación en sí misma, y mucho de la materia a la que se aplica. No debe perderse de vista que la mantequilla reconstituida es en realidad una mantequilla que procede de un aceite de mantequilla extraído de crema o mantequilla pasterizados. Hay por lo tanto, varios factores de calidad que tienen igual importancia: (6), (10).

- eficacia de la pasterización
- limpieza del equipo
- pureza bacteriológica del agua

A pesar de que la materia prima principal de nuestro producto no presenta problemas de contaminación bacteriológica, el tiempo y temperatura de pasteurización se decidió que fuera de 63° - 65°C. por 45', debido a que la cantidad de materia grasa presente es muy alta y provoca que la transferencia de calor se haga más lenta requiriéndose, entonces, esas condiciones para lograr los objetivos de la pasteurización.

Para la limpieza del equipo pueden hacerse dos recomendaciones: (6).

- Un lavado con agua potable, fría o tibia debe seguir inmediatamente a la utilización con el fin de eliminar todos los restos de mantequilla. Es preciso impedir la formación de depósitos del producto.

- La limpieza propiamente dicha, elimina todos los residuos e impurezas. En muchos casos el agua caliente sola no permite obtener una limpieza completa y es necesario emplear los productos llamados detergentes.

CUADRO 5.9

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE LECHE EN POLVO DESCREMADA

SOLIDOS NO GRASOS	CONCENTRACION (% EN PESO)	RESULTADO
Leche en polvo descremada	3.80	Se obtiene una mantequilla grumosa, afectandose la textura del producto. Se pierde sabor a mantequilla
Leche en polvo	3.10	Se elimina la textura grumosa No se afecta el sabor del producto

VI

CONCLUSION

El aceite de mantquilla es un producto apto para usarse en la elaboración de la mantquilla reconstituida, ya que su composición está libre de grasas o aceites extraños a la grasa butírica, además de que también cumple con los requerimientos sanitarios.

El proceso para la elaboración de la mantquilla reconstituida que se sugiere en este trabajo resulta factible de llevarse a cabo, ya que el producto obtenido además de cumplir con las especificaciones legales resultó, inclusive, preferido por el consumidor.

En cuanto al costo del producto, éste resulta rentable puesto que no se requiere de inversión en equipo y el precio de la grasa butírica anhidra comparado con el de la crema es más económico que el de la misma.

APENDICE I

DETERMINACION DE ACIDOS GRASOS POR CROMATOGRAFIA
DE GASES

1.- Equipo

- Cromatógrafo de Gases Varian modelo 3700
- Integrador Varian modelo CDS 111
- Graficador Varian modelo 9176

2.- Columna.

- Fase líquida:

DEGS (succinato de dietilen glicol al 20%).

- Soporte:

Tierra de diatomea blanca de alta resolución (chromosob w - WA).

- Tamaño de partícula:

80/100 mallas

- Material de la columna:

Acero inoxidable de 3 m. de longitud y 1/8 de pulgada de diámetro interno (12 mm.)

3.- Condiciones del Cromatógrafo

- Temperatura del inyector 210°C
- Temperatura del detector 210°C

- Temperatura de la columna 75° - 185°C
- Flujo del N₂ 20 ml./min.
- Velocidad de la carta 0.5 cm./min.

4.- Metodología

- Calentar suavemente una muestra de aceite de mantequilla, a baño maría, hasta que se vea totalmente transparente.
- Filtrar para eliminar cualquier residuo de agua y recibir en un vaso de precipitados de 50 ml.
- Tomar 0.5 ml. de la muestra filtrada y depositarla en un tubo de ensaye provisto de tapón esmerilado. Adicionar 3 ml. de metóxido de sodio (7g. de sodio sólido en 10000 ml. de alcohol metílico), y 5 ml. de éter de petróleo. Cerrar el tubo fuertemente.
- Introducir el tubo en un baño de agua hirviendo unos instantes (5 segundos aproximadamente), sacarlo, invertirlo y volverlo al derecho inmediatamente. Repetir la operación hasta que la muestra se torne transparente.
- Depositar el tubo en un vaso de precipitados que contenga una solución de cloruro de sodio saturada y fría, dejarlo de 20 a 30 min. dentro del congelador, agregar salmura hasta el cuello del tubo y

esperar la separación de las fases (suele lograrse mediante uso de centrifuga a 250 r.p.m. durante 3 minutos).

- Tomar 0.5 ml. de la fase etérea e inyectarla al gromatógrafo de gases. Realizar los siguientes cambios de temperatura durante el desarrollo del análisis.

Temperatura inicial: 75°C por 3 minutos

ΔT (por minuto)	Tiempo	Temperatura
5°C	1'	80°C
16°C	2'	112°C
8°C	4'	144°C
4°C	8'	176°C
2°C	20' 23'	185°C

Los cuadros siguientes muestran diferentes concentraciones de ácidos grasos contenidos en la grasa butírica. Debido a las variaciones que presentan, dichos ácidos, en la grasa butírica a causa de la alimentación, edad del animal, clima, factores genéticos y forma de ordeño, principalmente; es necesario, por tanto, la consulta de varias fuentes de información para poder determinar la pureza o adulteración del aceite de mantequilla. (82), (83), (84), (85), (86).

C O N T I N U A D O

COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS (% PORCIENTO EN PESO) DE LA GRASA DE LECHE, QUE REPORTAN LAS DISTINTAS INSTITUCIONES

ÁCIDO GRASO	1	2	3	4	6
Caproico	1.0 - 3.0	• - 0.6	1.4 - 2.0	1.4	• 0
Caprílico	0.5 - 3.0	0.2 - 2.1	0.5 - 1.5	1.7	0.5
Caprícoo	2.0 - 6.0	1.6 - 5.6	1.4 - 3.0	2.6	2.3
Undecanoico (C ₁₁)	•	0.2 - 0.7	•	•	•
Láurico	7.0 - 6.0	2.1 - 5.1	2.1 - 4.6	4.5	• 5
Mirístico	8.0 - 15.0	5.2 - 11.4	9.1 - 14.5	14.0	11.1
Miristoleico	0.6 - 1.5	0.9 - 1.6	1.0 - 1.9	1.5	0.9
Pentadecanoico (C ₁₅)	•	0.3 - 2.1	0.9 - 1.4	•	•
Palmitico	24.0 - 32.0	23.5 - 30.4	35.5 - 41.4	30.2	29.0
Palmitoleico	1.0 - 5.0	2.2 - 3.1	1.5 - 2.1	5.7	4.6
Heptadecanoico (C ₁₇)	•	0.5 - 1.1	1.21 - 0.8	•	•
Estearico	4.0 - 15.0	9.0 - 17.0	1.4 - 12.0	10.5	9.2
Óleico	18.0 - 34.0	19.0 - 35.0	20.5 - 30.6	15.7	26.7
Linoleico	2.0 - 4.0	1.9 - 2.0	0.7 - 2.7	2.1	3.6
Linoléico	0.5 - 2.0	1.1 - 1.7	•	•	•

* Valores no reportados

Fuentes:

- 1.- Centro de Control Total de Calidades
- 3.- Dirección Genl. de Laboratorios de -
E. S. A.

2.- Bufete Químico

4.- "A" Jack, et. al. [62]

"B" Hilditch, et. al. [52]

VARIACIONES SEGUN LA ESTACION (PORCIENTO EN PESO) DE LOS COMPONENTES ACIDOS
DE LA GRASA DE LECHE

Acido Graso	en establo invierno	Alimentación en establo invierno	pastura junco	pastura dosado
Bulñico	3.0	3.6	3.1	3.5
Caproico	1.4	2.3	1.7	1.9
Caprilico	1.5	0.6	1.0	0.7
Caprico	2.7	2.3	1.9	2.1
laurico	3.7	2.5	2.8	1.9
Myristico	12.1	11.1	8.1	7.9
Palmitico	25.3	29.0	25.9	25.8
Estearico	9.2	9.2	11.2	12.7
Como Anquidico	1.3	2.4	1.2	1.5
9-Decenoico	0.3	0.1	0.1	0.1
9-Dodecenoico	0.4	0.1	0.2	0.2
9-Tetradecenoico	1.6	0.9	0.6	0.6
9-Hexadecenoico	4.0	4.6	3.4	3.2
Oleico	29.6	26.7	37.8	34.0
Como Octadecadenoico	3.6	3.6	3.7	3.7
Como C ₂₀₋₂₂ inaturados	0.3	1.4	1.7	1.0

Fuente: Webb, et. al. [63].

CUADRO 3.

ACIDOS GRASOS DE LA GRASA DE LECHE DE VACA Y ALGUNAS DE SUS PROPIEDADES

Ac. grasos	Nº. de átomos carbono	γ	Solubles en agua	Volátiles en vapor de agua	Insaturados	Punto de fusión $^{\circ}\text{C}$
Butírico	4	3.7	+	+	•	-7.0
Caproico	6	2.0	+	+	•	-4.0
Caprílico	8	1.0	+	+	•	16.5
Capríco	10	2.7	+	+	•	31.3
Undéico	12	4.0	-	+	•	43.6
Mirístico	14	7.9	-	-	•	54.0
Palmitico	16	23.4	-	-	•	63.0
Estéarico	18	10.7	-	-	•	69.3
Arquidico	20	0.5	-	-	•	77.0
Oléico	18	32.3	-	-	-	13.0
Linoléico	18	4.7	-	-	-	-18.0
Otros						
Insaturados	20 - 22	0.4	-	-	-	

Fuente: Webb, et al. [63].

CUADRO 4.

COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS (PORCIENTO EN PESO) DE LA GRASA DE LECHE DE DIFERENTES ESPECIES

GRUPO DE ESPECIES	C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈
HERVÍVOROS								
RUMIANTES								
Vaca	7.4	2.3	1.1	3.0	2.9	9.0	29.0	13.2
Oveja	4.0	2.1	2.0	6.0	2.8	5.3	17.5	15.6
Cabra	3.0	2.5	2.8	10.0	6.0	12.3	27.9	6.0
Búfalo	3.0	0.2	1.4	1.7	2.6	2.9	37.7	11.5
NO RUMIANTES								
Caballo	0.4	0.9	2.6	5.5	5.6	7.0	16.1	2.9
OMNÍVORO								
Perro	-	-	0.4	8.3	11.5	16.1	27.1	3.0
Gato	-	-	1.3	-	-	1.5	26.9	6.5
Humano	-	0.3	-	1.6	6.9	3.5	20.9	7.3
CARNÍVORO								
Gato	-	-	-	1.0	1.9	7.2	24.3	10.4
Perro	-	-	-	1.5	1.0	4.0	27.3	4.4

Fuente: Webb, et. al. (65)

C U A D R O 5.
 ACIDOS GRASOS CUANTIFICADOS (18).

Nombre Común	Porcentaje (en peso) Tefalco Español
Bucláico (C ₄)	3.5 - 3.7
Capróico (C ₆)	1.4 - 2.0
Caprílico (C ₈)	0.5 - 1.7
Capríco (C ₁₀)	1.9 - 2.6
Lauráico (C ₁₂)	2.5 - 3.5
Mirístico (C ₁₄)	8.1 - 14.6
Palmítico (C ₁₆)	25.9 - 30.2
Estearáico (C ₁₈)	9.2 - 11.2
Araquídico (C ₂₀)	
Behénico (C ₂₂)	1.2 - 2.4
Lígnocénico (C ₂₄)	
Palmítoleico (C _{16:1})	3.5 - 5.7
Oléico (C _{18:1})	18.7 - 32.8
Linoléico (C _{18:2})	2.1 - 3.7
Araquidónico (C _{20:5,8,11,14})	
Clupanodónico (C _{22:4,8,12,15,19})	0.9 - 1.7

APENDICE II

EVALUACION SENSORIAL

1.- Objetivo del proyecto:

Elaborar una mantequilla con características sensoriales similares a las del producto natural.

2.- Objetivo de la Evaluación:

Determinar la preferencia entre la muestra estándar y la experimental.

3.- Selección del tipo de Prueba:

Se busca información acerca del individuo (consumidor real), por lo tanto, se requiere de alguna prueba afectiva.

De Preferencia (comparaciones por pares y ordenamiento)

Prueba Afectiva

Hedónica (nivel de agrado)

De acuerdo a nuestro objetivo y por el número de muestras a evaluar, se selecciona la prueba de comparación de

pares.

4.- Fundamentos y Limitaciones del Método:

(5). (61)

Se presentan un par de muestras codificadas para su comparación. Una de ellas representa el estándar o control y al otra el tratamiento experimental.

La comparación se hace en base a una sola característica específica, como grado de dulzura, dureza, etc.

El evaluador deberá indicar la diferencia. Algunos autores no aceptan un empate ya que consideran que los evaluadores toman este camino fácil cuando se encuentran ante una decisión difícil. Otros creen que se pueden declarar empates cuando no les es posible detectar una diferencia.

El resultado de las comparaciones pareadas no indica la calidad de las muestras sino sólo si hay diferencias.

Puede pedirse a los evaluadores que indiquen la magnitud de la diferencia.

Se dispone de tablas para determinar si los resultados de las comparaciones pareadas son significativas.

5.- Preparación y Presentación de las Muestras:

Para Sabor:

Se partieron trozos de mantequilla de aproximadamente 2 X 2 cm. de lado servidas en una rebanada de pan blanco de 3 X 3 cm. d4e lado.

La temperatura a la que se sirvieron las muestras fue a 20°C.

Se proporcionó un vaso con agua a temperatura ambiente para tomarla entre cada prueba.

Para Color y Aroma:

Se colocaba cada muestra, una barra de 90 g. por cada una, sobre un plato blanco y liso.

6.- Consideraciones Generales de los Procedimientos Sensoriales.

Por cada muestra se usaron 3 claves distintas por prueba. Se identificaron con tres dígitos sin ningún orden en particular, por ejemplo:

Estándard	Experimental
314	106
720	852
436	475

Con el fin de evitar el "efecto de contraste" se hizo uso del principio de aleatoriedad en el momento de servir las muestras.

Las pruebas de "aroma" se realizaron con los ojos vendados.

7.- Condiciones Específicas de la Evaluación:

La iluminación del laboratorio es por medio de focos de neón, por lo tanto, fue la misma utilizada en la evaluación.

Se estimó un tiempo de evaluación de 2:30 hrs., considerando que éste era suficiente para la participación de todos los jueces.

Se utilizó una vajilla lisa y blanca.

8.- Utilización de Cubículos y Otras Facilidades:

Como no se contaba con cubículos especiales para llevar a cabo la evaluación, ésta se realizó en el laboratorio de control de calidad y para evitar comentarios entre los jueces participantes, éstos efectuaban la prueba uno por uno.

9.- Diseño Experimental:

La evaluación se planteó en dos etapas:

1° Etapa:

Las degustaciones se realizaron en el laboratorio de control de calidad con la participación de los obreros y empleados de la

planta.

Características a Evaluar:

Sabor, color,
aroma y consistencia.

Se decidió realizar una prueba por día con la participación de 25 jueces por cada una procurando que, por lo menos, por cada cuatro pruebas continuas, siempre fueran los mismos.

Las muestras se preparaban los días lunes para comenzar el martes y finalizar el viernes de la misma semana.

Los resultados aquí obtenidos sirvieron para realizar los ajustes y/o cambios necesarios en la fórmula y proceso de elaboración a lo largo del proyecto, terminados, pasamos a la segunda etapa de la evaluación.

2° Etapa

Se realizaron pruebas en casa con jueces representativos de la población consumidora y usuarios del producto, contamos con la participación de los familiares y vecinos de los empleados y obreros de la planta.

Con los resultados de esta etapa, pudimos concluir si logramos nuestro objetivo del proyecto y de la evaluación.

10.- Validación Estadística: (66)

Para determinar si los resultados de una prueba de preferencia de pares son significativos hacia alguna de las dos muestras, existen dos métodos:

10.1.- Chi-Cuadrada

Fórmula:

$$\text{Chi-Cuadrada} = \frac{\sum (f - F)^2}{F}$$

DONDE:

Σ = Sigma = sumatoria de

f = número de respuestas afirmativas por cada muestra.

F = Total de respuestas afirmativas entre 2

TABLA DE SIGNIFICANCIA

Valor	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Abajo de 2.71	N S
2.71 a 3.83	AL 10%
3.84 a 5.40	AL 5%
5.41 a 6.63	AL 2%
6.64 a 10.82	AL 1%
10.83 arriba de	AL 0.1%

10.2.- Por Proporción.

Fórmula:

$$Z = \frac{P A \text{ ó } B - P}{\sqrt{\frac{P X (1-0.05)}{N}}}$$

DONDE:

P AoB = porcentos de respuestas afirmativas hacia A o B

P = Proporción hacia elegir A o B (siempre será de 50% = 0.50).

N = Total de respuestas afirmativas.

TABLA DE SIGNIFICANCIA

VALOR DE Z	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Menor de 1.65	N S
± 1.65 a 1.95	AL 10 %
± 1.96 a 2.32	AL 5 %
± 2.33 a 2.57	AL 2 %
± 2.58 a 3.29	AL 1 %
± 3.30 mayor	AL 0.1%

INSTRUCCIONES:

Etapa 1

EVALUACION SENSORIAL DE PREFERENCIA DE PARES.

FECHA: _____

NOMBRE _____

PRODUCTO MANTEQUILLA

INSTRUCCIONES:

Favor de probar las muestras que se les presentan a continuación evaluando _____

Indique con una "X" cual prefiere y Porque? _____

Tome un poco de agua después de cada prueba.

MUESTRA

PREFIERO

INSTRUCCIONES:

Etapa 2

EVALUACION SENSORIAL DE PREFERENCIA DE PARES

FECHA _____

NOMBRE _____

INSTRUCCIONES:

Se le presentan dos muestras de mantequilla para ser evaluadas en cuanto a su sabor, aroma, color y consistencia. Se recomienda probarlas con pan blanco y tomar un poco de agua entre cada muestra.

Indique con una "X" cual prefiere.

MUESTRA

PREFIERO

_____	_____
_____	_____

¿Gusta de consumir mantequilla? SI NO
 ¿Compraría la muestra que más le gustó? SI NO

VII

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Egan, H., Kirk, S.R., Sawyer, S., Análisis Químico de los Alimentos, Ed. C.E.C.S.A., México, (1987).
- 2.- Badul, S., Química de Alimentos, Ed. Alhambra (1986).
- 3.- Charley, H., Tecnología de Alimentos, Ed. Limusa (1987).
- 4.- Braverman, J.B.S., Introducción a la Bioquímica de los Alimentos (Nueva Edición por Berk, Z.), Ed. El Manual Moderno (1980).
- 5.- Desrossier, N.W., Elementos de Tecnología de Alimentos, Ed. C.E.C.S.A., México (1986).
- 6.- Alais, Ch., Ciencia de la Leche (Principios de Técnica Lechera) Ed. C.E.C.S.A., México (1985)
- 7.- Bazan, R.L.A., Estudio monográfico sobre la fabricación de cultivos lácticos para la producción de Crema, Mantequilla y Queso, Tesis Profesional.

Facultad de Química U.N.A.M. (1983)

- 8.- Ramos, C.S.R., Limitaciones de la Cromatografía de Gases en la Caracterización de las Grasas de Leche, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1983).
- 9.- Velázquez, E.J.L., Estudio Comparativo de las Normas de Higiene y Calidad de Algunos Países en los procesos de Queso, Crema, Mantequilla y Yoghurt, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1983).
- 10.- Asúnsolo, R.O., Grasa Butírica, Nueva Lactología Mexicana, Número 5.
- 11.- Potter, N., Ciencia de los Alimentos, Ed. Edutex, México (1983).
- 12.- Paltrinieri, G., Taller de la Leche, Manuales para la Educación Agropecuaria (área industrias rurales), México, Trillas - S.E.P.- (1984).

- 13.- Roman, C.J.P., Producción de Mantequilla, Gaceta (órgano inf. del INL), Año 2. Num. 13, México (1980).
- 14.- Spreer, E., Lactología Industrial, Ed. Acribia, España (1975).
- 15.- Veisseyre, R., Lactología Técnica, Ed. Acribia, España (1980).
- 16.- Meyer, R.M., Elaboración de Productos Lácteos, Manuales para la Educación Agropecuaria (área industrias rurales), México, Trillas - S.E.P.- (1984).
- 17.- Mc. Nair, H.M., y Bonelli, E.J., Basic Gas Chromatography, Varian (1969).
- 18.- Mehlenbacher, V.C., Análisis de Grasas y Aceites, Enciclopedia Química Industrial, Tomo 6 (1977)
- 19.- Pecsok, R.L., y Shields, L.D., Métodos Modernos de Análisis Químicos, Ed. Limusa, México (1977).

- 20.- Frazier, W.C., Microbiología de los Alimentos; Ed. Acríbia, España (1985).
- 21.- Association of Official Agricultural Chemist (A.O.A.C.), Official Methods of Analysis, 12ª Ed., William Horwitz (editor: Washington D.C. (1975)
- 22.- Dirección General de Normas, NOM-K-302 1972, Método de Prueba para Determinar la Composición de Ácidos Grasos por Cromatografía Gaseosa, Secretaría de Industria y Comercio: México.
- 23.- Dirección General de Normas, NOM-F-10-1982, Métodos de Análisis oficiales para determinar la Calidad de la Mantequilla pura de Vaca, Secretaría de Industria y Comercio: México.
- 24.- Feigenbaum, A.V., Control Total de Calidad, 4ª Edición. Ed. C.E.C.S.A., México (1971).
- 25.- Furia, T.E., Handbook of Food Aditives, The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio (1977).

- 26.- Herschdoerfer, S.M., Quality Control in the Food Industry, 3ª Ed. Academic Press, New York, N.Y. (1973).
- 27.- Earle, R.L., Ingeniería de los Alimentos, Ed. Acribia, España (1980).
- 28.- Carpenter, R.L., Microbiology, W.B. Saunders Company Ed., 3ª Edition, Philadelphia (1972).
- 29.- Pearson, D., The Chemical Analysis of Foods, Chemical Publishing C.O., 6ª Edition, N.Y. (1973).
- 30.- Kuzdzal - Savoie, S., Les Acides Gras, Ann Technol. Agri (INRA), (1962).
- 31.- Kuzdzal - Savoie, S., Kuzdzal, W., Etude des Acides Grs par Chromatographie en phase Gazeuse. Lait, 43 (1963).
- 32.- García, G.S., Urrusti, J., Eusebio, H.M.G., Flores V.M., Estandarización del Proceso Bacteriológico del Programa de Control de Guardis en la Jefatura de Servicios Médicos en Estados, Campo y Solidaridad Social. Bioxon de México, S.A. (1985).

- 33.- Thatcher, F.S. y Col., Análisis Microbiológico de los Alimentos, Ed. Acribia, España (1973).
- 34.- Manual de Técnicas y Medios de Cultivo, Bioxon S.A., Oaxaca, Oax., (1979).
- 35.- Jirgensons, B., Straumanis, M.E., Compendio de Química Coloidal, C.E.C.S.A., México, (1965).
- 36.- Charley, H., Food Science, John Wiley and Son's, Inc. (1982).
- 37.- Desrosier, N.W., Conservación de Alimentos, Ed. C.E.C.S.A., España (1983).
- 38.- Lehninger, L.A., Bioquímica, Ed. Omega (1985).
- 39.- Alvarez, F.E., Efecto del Procesamiento de la Leche sobre su Grasa, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1979).
- 40.- Benavides, G.R.A., Determinación por Cromatografía de Gases de los niveles de Acidos Grasos en la Leche en Polvo Comercial, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1986).

- 41.- Colmenares, G.F.C., Aplicaciones de la Cromatografía de Gases en la Industria Alimenticia, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1981).
- 42.- Duran, P.L., Delineamiento General del Control Químico efectuado en las Materias Primas y Aditivos utilizados en la elaboración de Leches en Polvo, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1978).
- 43.- Gómez, L.S.A., Recepción, Procesamiento y Envasado en una planta Productora de Leche en Polvo, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1978).
- 44.- Nassar, L.M., Frecuencia y Distribución de Microorganismos que contaminan las Fórmulas Lácteas, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1983).
- 45.- Navarro, C.R.M., Estudio Comparativo de Métodos para Determinar Grasa en Leche Evaporada, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1980).

- 46.- Olivares, M.J., Anteproyecto para el Suministro de Agua a una Planta Productora de Leche Ultra-pasteurizada y Leche en Polvo, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1980).
- 47.- Bernardini, E., Tecnología de Aceites y Grasas, Ed. Alhambra, España (1981).
- 48.- Gavilán, P.L., Gavilán, P.J.P., Bioquímica y Microbiología de la Leche, Ed. Limusa, México (1984).
- 49.- Doylan, A., Conservas Alimenticias de Todas Clases, Ed. Sintet, España (1981).
- 50.- Muñoz, L.R.C., Ampliación de una Planta Productora de Productos Lácteos, Tesis Profesional, Facultad de Química U.N.A.M. (1979).
- 51.- De Soroa y Pineda, J.M., Industrias Lácteas, Ed. Aedos, Barcelona, España (1974).

- 52.- Ing. Taurino Barrios. Consultor y Asesor Técnico. Cremería Americana, S.A. de C.V., Consulta Personal.
- 53.- Ing. Jesús Picos, Gerente de Producción, Cremería Chalco, S.A., Consulta Personal.
- 54.- Dirección General de Normas, NOM-F-26-1986, Métodos de Análisis Oficiales para determinar la Calidad de la leche en polvo, Secretaría de Industria y Comercio: México.
- 55.- Norma Técnica para la exportación de Grasa Butírica, A.H. Philipot and Sons Ltd., Philipot House, Rayleigh, Essex. (1988).
- 56.- Norma Técnica para la exportación de leche en polvo, A.H. Philipot and Sons Ltd., Philipot House, Rayleigh, Essex. (1988).
- 57.- D. Pearson, Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España (1976).

- 58.- Garza, C.M., León, C.A. y Col.. Manual de Laboratorio de Microbiología Sanitaria, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1983).
- 59.- Martínez, E.V., Memorias del Taller de Evaluación Sensorial, Editada por: Sociedad Mexicana de Saboristas, A.C., México, D.F. (1988).
- 60.- Amerine, A.M., Pangborn, R.M. y Roessler, B.E... Principles of Sensory Evaluation of Food, Academic Press (1965).
- 61.- Gatchalian, M.H., Sensory Evaluation Methods (with statistical analysis), College of Home Economics, University of the Philippines (1981).
- 62.- Ramos, C.H., Manual de Métodos de Análisis de Leche y Lácteos, editada por el autor, México (1976).
- 63.- Webb, B., Jonson, A. y Alford, J., Fundamentals of Dairy Chemistry, 2ª edición, The AVI Publishing Company Inc., Westport, Conn., U.S.A. (1980)

- 64 - Meyer R.M.. Control de Calidad de Productos Agropecuarios. Manuales para la Educación Agropecuaria (área industrias rurales), México. Trillas - S.E.P. - (1985).
- 65 - Institute of Food Technologists Sensory Evaluation Methods (IFT Short Course 1979 -80). Ed. by M.R. Johaston, Chaimen. IFT Short Course, (1979).
66. - Hirsh, L.M., Sensory Panel Test Designs with Data Evaluation Procedures. Coca-Cola Company Food Division. (1977).