870127
9
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS COMPARATIVOS DEL DESARROLLO DE DIFERENTES CULTIVOS LACTICOS EMPLEADOS EN QUESOS ELABORADOS CON LECHES MODIFICADAS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA:

NOYRA ENEYDA DUEÑAS CABRERA

ASESOR: ING. ENRIQUE MACEDO VELASCO

GUADALAJARA, JALISCO, 1986

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.

I N D I C E

PAGINA(S):

• O B J E T I V O 1

• CAPITULO I.- INTRODUCCION.

1. Justificación Económica 2

2. Justificación Tecnológica 3

• CAPITULO II.- GENERALIDADES.

1.1. Metodología general de la elaboración del queso 4

1.2. Factores que influyen en la coagulación de las caseínas

1.2.1. Composición de las caseínas 7

1.2.2. Coagulación o cunjado de la leche. . . 9

1.2.3. Rendimiento quesero. 13

2.1. Formas generales de reproducir un cultivo láctico para obtener un cultivo madre 15

2.2. Aspectos básicos de microbiología lechera . . 17

• CAPITULO III.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

1. Componentes del queso elaborado con leche modificada y sus funciones 22

2. Pruebas a nivel laboratorio 23

3. Pruebas a escala piloto 32

4. Prueba comparativa de fusión del queso obtenido con la leche modificada 34

5. Comparación de rendimiento 35

6. Análisis de costos directos que intervienen en la elaboración del queso hecho con leche modificada 38

7. Consideraciones sobre el valor bromatológico -- del queso hecho con leche modificada 39

PAGINA(S):

* CAPITULO IV.- RESULTADOS 40

* CAPITULO V.- CONCLUSIONES 44

* CAPITULO VI.- BIBLIOGRAFIA 47

O B J E T I V O

Encontrar el mejor cultivo láctico o combinación de éstos, que le proporcionen a quesos elaborados con leches modificadas adicionadas de sólidos de leche no grasos, fécula de maíz y grasa vegetal, un mejor sabor y consecuentemente un mejor aroma.

CAPITULO I.- INTRODUCCION.

1.- JUSTIFICACION ECONOMICA

2.- JUSTIFICACION TECNOLOGICA.

1. JUSTIFICACION ECONOMICA.

El motivo principal de ensayar diferentes cultivos lácticos con una formulación de leche modificada, tiene una justificación económica si se considera que el incremento de sólidos totales de la leche resulta más - económico empleando sustitutos de algunos de los componentes naturales - de la leche, así por ejemplo, la grasa butírica natural puede ser suplida por grasa vegetal, los sólidos no grasos de la leche pueden ser suplidos por caseinato, leche en polvo descremada o caseína; al adicionar fécula de maíz, ésta absorbe humedad lo que ayuda a que el queso no pierda demasiada humedad, no se reseque y consecuentemente mantenga mayor suavidad.

Al hacer éstas modificaciones a la leche, se obtiene un mayor rendimiento quesero, lo que consecuentemente baja su costo por kilo de queso- obtenido.

Es importante mencionar que el valor nutritivo del queso no se reduce notablemente. Al no perder sensiblemente valores nutricionales es posible que se puedan ofrecer quesos de precios más económicos al consumidor, beneficiando a grandes sectores de la población.

Actualmente en la mayoría de los quesos que se elaboran con sustitutos de leche, se están produciendo casi en forma artesanal de tal manera que el consumidor, aunque pueda tener disponibles quesos baratos, éstos- no tienen un buen sabor y aroma.

2. JUSTIFICACION TECNOLOGICA.

En este trabajo se trata de encontrar los cultivos lácticos más apropiados que empleen como sustrato una formulación modificada de la propia leche natural.

Estos cultivos se seleccionarán a base de la capacidad que tengan para formar sabor y aroma en el queso, con objeto de que tengan una aceptabilidad por parte del consumidor.

En principio, el tipo de queso que se pueda obtener no corresponde-típicamente a algún tipo determinado, pues los quesos tipo tienen su propia formulación. Sin embargo, se pretende que sea un queso que fundamentalmente pueda ser utilizado tanto para consumirse en forma de rebanadas o cubos, como para fundirse y poderse emplear en platillos ya sea horneados o cocinados en general, ya que éstas funciones de un queso corresponden a los quesos que tienen mayor demanda.

CAPITULO II.- GENERALIDADES.

1.1. METODOLOGIA GENERAL DE LA ELABORACION DEL QUESO.

1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COAGULACION DE LAS CASEINAS.

1.2.1. Composición de las caseínas.

1.2.2. Coagulación o cuajado de la leche.

1.2.3. Rendimiento quesero.

2.1. FORMAS GENERALES DE REPRODUCIR UN CULTIVO LACTICO PARA OBTENER UN CULTIVO MADRE.

2.2. ASPECTOS BASICOS DE MICROBIOLOGIA LECHERA.

1.1. METODOLOGIA GENERAL DE LA ELABORACION DEL QUESO.

El queso es un alimento fabricado a partir de la leche. No se conoce el principio de su desarrollo, pero de acuerdo con los registros antiguos ha estado en uso como alimento durante más de 4,000 años. Se preparaba durante los tiempos bíblicos y se cree que el conocimiento de la fabricación del queso provino originalmente de Asia a Europa y fue introducido a muchas partes de Europa cuando floreció el Imperio Romano.

El queso es una masa que se hace con la cuajada de la leche, bien - obtenida por la acción del cuajo o bien con soluciones diluídas de ácidos y sometida posteriormente a una manipulación que varía según el tipo de queso que se desea obtener.

Para conseguir el éxito en la fabricación de quesos es necesario, - primeramente, el uso de una materia prima normal y fresca, esto es en -- perfecto estado higiénico, de composición aceptable y baja acidez, lo -- que asegurará el 50% de la buena producción, dependiendo el resto de la- adopción de una técnica acertada y de la habilitación de locales adecuados para la maduración y conservación de los productos que así lo requieran.

Los procesos básicos que intervienen en la fabricación de la mayoría de los quesos son muy similares. La leche, ya sea cruda o pasteurizada, se coloca en un recipiente o tina adecuada. La temperatura de la- leche se ajusta a un intervalo que generalmente está entre 30°C y 35°C y se agregan los cultivos iniciales adecuados. Estos cultivos consisten - en general, de Streptococos o Lactobacilos que producen ácido láctico.

Puede agregarse color de queso a la leche para impartir color adicional o mantener una uniformidad de color durante todo el año.

Cuando se ha llegado a la cantidad adecuada de acidez en la leche - por medio de los iniciadores, se agrega cuajo. Después de agregar el -- cuajo y distribuirlo perfectamente, la leche se deja en reposo hasta que coagule. Por lo común en 20 ó 30 minutos la cuajada está lista para cortarse. La leche coagulada se corta en cubos de diferentes tamaños de --

0.5 a 1.2 cm. Los cuchillos que se utilizan para cortar el coágulo constan de marcos metálicos a través de los cuales se encuentran alambres de acero inoxidable paralelos. Uno de los cuchillos de corte tiene los --- alambres en posición horizontal y el otro en posición vertical. Después de cortar la cuajada, aparece la sineresis, es decir la separación del - suero libre entre los cubos y se forma una capa o nata delgada en la superficie externa. La velocidad y el grado de expulsión del suero está - controlado por la velocidad del desarrollo del ácido, por la temperatura a la cual se caliente el suero y la cuajada y por el tiempo de exposi--- ción.

Después de 5 a 10 minutos de cortar la cuajada, se inicia una agitación lenta. La velocidad de agitación aumenta gradualmente de manera -- que las partículas de cuajada no estén en contacto. Sin embargo, esta - agitación no debe ser tan enérgica que destruya las partículas de cuajada.

Dependiendo del tipo de queso que se fabrique, la cuajada se sujeta al calentamiento. El calentamiento se inicia casi siempre 15 minutos -- después de cortar la cuajada aplicando vapor en la chaqueta de la tina.- La temperatura a la cual se calienta la cuajada depende del tipo de queso que se fabrique y de los tipos de cultivos empleados.

Después de separada la mayor parte del suero, la cuajada se deja escurrir y antes de que se enfríe se divide en porciones de acuerdo con el tamaño del queso que quiere obtener, colocándose en moldes. Las formas- y tamaños de los moldes para queso presentan una gran variedad.

Generalmente se usan moldes de paredes perforadas de madera, de barro cocido y vidriado, de plástico, etc.

Los moldes deberán estar rigurosamente limpios cuando se usan y en- muchos casos se forran interiormente con paños de tejido especial, mojados o secos, de manera que sobresalgan del molde para cubrir con sus puntas la parte superior de la cuajada, cuidando que no formen pliegues que se marcarían en la masa fácilmente moldeable, deformándose.

Con excepción de algunos quesos frescos, una vez puesta la masa en- el molde, se somete a presión para extraerle el exceso de suero que contiene favoreciendo de esta manera la obtención de la forma típica del -- queso y la formación de la corteza.

De esta manera, esta operación además de moldear el queso, completa la unión de los trozos de cuajada, eliminando huecos y vacíos, sacando - el exceso de suero y dando al queso una superficie lisa y resistente que facilita su manipulación posterior.

La presión a que se someten los quesos después del moldeado no se - ejerce por igual en todos los tipos, porque los quesos de inmediato consumo no requieren un desuerado muy intenso, en cambio los de larga duración deben ser sometidos a mayor presión, para eliminar todo el exceso - de suero que podría ser causante de fermentaciones anómalas durante su - maduración.

El siguiente paso será la salazón de los quesos. Existen tres formas de salazón:

a) Colocándolos dentro de una solución de sal, proceso que se denomina - salazón con salmuera.
b) Frotando la superficie de los quesos con sal o salazón seca.
c) Agregando sal a la cuajada, procedimiento llamado de salazón en la -- pasta.

Terminada la salazón los quesos se lavan y se llevan a habitaciones bien secas donde pierden humedad por evaporación, completándose el desuero y acabándose de formar la corteza del queso. Estos locales tendrán - un grado de humedad en consecuencia con el tipo de queso y serán frescos y ventilados. Esta operación se denomina oreo.

A continuación de ella, se llevan los quesos a locales especiales - para que maduren.

Se entiende por maduración de los quesos al proceso de transforma--

ción que experimenta la cuajada moldeada, prensada y salada, durante su- permanencia en sótanos o locales adecuados y mediante el cual adquiere - las características de gusto, aroma y textura propias para cada tipo.

Durante el proceso de maduración, la caseína que es el componente - más importante de la cuajada, experimenta modificaciones importantes que cambian su composición volviéndola más soluble en el agua, haciéndola -- más digestiva y transmitiéndole gustos y olores peculiares para cada ti- po de queso.

La maduración de los quesos se efectúa en locales generalmente con- disposición subterránea, con lo que se consigue mantenerlos frescos y -- con temperatura constante y próxima a los 18°C que es lo más favorable - para lograr una maduración regular.

La temperatura y la humedad en los locales de maduración debe vigi- larse constantemente, para que se mantengan en los límites convenientes. La temperatura se mantendrá entre los 15°C y los 18°C y la humedad entre el 75 y el 95% para la mayoría de los quesos en maduración.

1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COAGULACION DE LAS CASEINAS.

1.2.1. Composición de las caseínas.

La caseína entera comprende el 78% del total de las proteí-- nas de la leche. Las caseínas son moléculas de gran tamaño que con tienen fósforo y un gran número de aminoácidos, entre los cuales -- los más abundantes son el ácido glutámico y en menor grado la leuci na y la prolina. El fósforo está presente en las moléculas en for- ma de monoéster fosfórico de los aminoácidos serina y treonina.

Las caseínas están divididas en las siguientes fracciones: - caseína alfa, caseína beta, caseína kappa y caseína gamma.

a) Caseína Alfa.- Esta proteína es el componente mayoritario de las caseínas sensibles al calcio. En presencia de pequeñas cantidades- de calcio iónico (por ejemplo 1.2 g/l), que es la concentración ---

promedio de calcio en la leche de vaca, lo mismo a bajas temperaturas (0°C) que a temperaturas medias (20 - 40°C). Tiene un peso molecular cercano a 23600. Es la proteína de la leche más rica en -- fósforo (1.1%), lo que representa 8 átomos de fósforo por molécula. La Caseína Alfa no contiene carbohidratos, ni cistina, sin embargo su estructura primaria está constituída por una sola cadena polipeptídica que contiene 199 aminoácidos, teniendo como aminoácido amino -terminal a la arginina y carboxilo terminal al triptofano.

b) Caseína Beta.- Esta proteína es soluble en presencia de calcio a concentraciones de 1.2 g/l a bajas temperaturas (4°C), siendo sensible por encima de 20°C. Contiene menos fósforo que la Caseína Alfa (0.6%), lo que representa 5 átomos por molécula. Es mucho más rica en prolina que las Caseínas Alfa y Kappa, no contiene cistina ni -- carbohidratos. Está constituída por una sola cadena polipeptídica- formada por 209 aminoácidos, de peso molecular de 24000. Tiene como aminoácido carboxilo terminal a la valina y como amino-terminal- a la arginina.

c) Caseína Kappa.- Esta es una fosfoproteína pobre en fósforo ----- (0.22%), lo que representa 1 a 2 átomos de fósforo por molécula. - Por el contrario, su contenido en serina y treonina es elevado y sobre todo, notable presencia de cisteína. Tiene un peso molecular - de 20000, constituído por 169 aminoácidos. Tiene como aminoácido - amino-terminal al glutámico y a la valina como carboxilo terminal.

Las características más importantes de esta Caseína son:

1. Una gran solubilidad aún en presencia de calcio, a concentraciones relativamente elevadas, como sería 16 g/l.
2. Poder estabilizante frente al calcio para las otras caseínas, a- las que incluye en un complejo soluble.
3. Sustrato específico de la quimosina (cuajo).

La Caseína Kappa es también una glicoproteína que tiene carbohidratos reductores: la galactosa, un derivado aminado; la galactosamina y un carbohidrato ácido complejo, el ácido neuramínico. Todos es--

tos al hidroxilo de la treonina.

d) Caseína Gamma.- A estas proteínas se les ha atribuído el carác-- ter de globulina, por semejanza con la inmunoglobulina del calostro pero no parece que sean idénticas. Tampoco se debería considerar - como caseína a pesar de tener fósforo. Tiene un punto isoeléctrico elevado, comparado con las demás caseínas y un peso molecular de -- 21000, su composición de aminoácidos es diferente a las demás ca-- seínas. La estructura primaria de la Caseína Gamma es muy semejante a la Caseína Beta.

1.2.2. Coagulación o cuajado de la leche.

Físicamente el fenómeno se traduce en la floculación de las micelas de caseína, que se unen para formar un gel compacto aprisionando el líquido de dispersión que constituye el suero.

Para realizar esta floculación se recurre en quesería, a la -- acidificación láctica y al cuajo. Normalmente éstos dos modos de - floculación se utilizan simultáneamente, casi todas las cuajadas de quesería se obtienen por acción simultánea del cuajo y del ácido -- láctico proveniente de la transformación de la lactosa por las bacterias lácticas. Solo algunos quesos frescos utilizan la sola acidificación láctica.

a) Coagulación láctica o ácida.- Es la que observamos durante una - fermentación láctica. Las bacterias lácticas presentes siempre, -- degradan la lactosa para formar ácido láctico, que reduce el pH de- la leche provocando la alteración de las micelas de caseína y modificando su dispersabilidad. La acidificación va acompañada siempre de una desmineralización progresiva de las micelas.

Cuando el pH de la leche llega a ser 5.2 a 20°C, las micelas se han desestabilizado suficientemente para aglomerarse y formar un gel -- láctico.

Sin embargo, la desmineralización no es total para alcanzar este --

estado, es necesario acidificar la leche hasta un pH de 4.6 que corresponde al punto isoeléctrico de la caseína llamada "ácida" que nadan en el lactosuero que contiene todo el calcio micelar en estado disuelto.

Dos factores principales regulan en la práctica, la formación del gel láctico: la temperatura y la acidificación de la leche.

b) Coagulación Enzimática.- El cuajo o quimosina es una enzima proteolítica segregada por la mucosa del cuajo o cuarto estómago de los rumiantes jóvenes alimentados exclusivamente con leche. Con el destete la secreción cesa siendo reemplazada por la pepsina.

El cuajo, como otras enzimas digestivas, es segregado como forma inactiva o pro-quimosina. El mecanismo de conversión de la fórmula inactiva en activa no es todavía completamente conocido. Se sabe, sin embargo, que va acompañado de la fragmentación de la molécula de pro-quimosina y de la liberación de péptidos básicos procedentes, probablemente, de la parte N-terminal de la molécula inicial.

Existen sustitutos del cuajo de origen animal, entre los cuales tenemos:

A.- Vegetales.- Los cuajos vegetales procedentes de diversas especies: Cynara (cardos, alcachofas), Gallium (galio o cuaja-leche) Pinguicula (hierba de mantequilla), Whitania (granos de W. coagulans), Ficus, etc., no se preparan industrialmente.

B.- Microbianos.- Los cuajos microbianos numerosas especies de microorganismos especialmente mohos, pueden coagular la leche sin acidificación a causa de la producción de enzimas diferentes al cuajo. Una forma comercial de cuajo microbiano es Fromase ---- TL (1), es una proteasa fúngica ácida; su composición aminoácida global es muy parecida a la del cuajo animal. Su estabilidad en solución es muy buena, entre un pH de 3.0 y 6.5. Se ----

(1) BOLETIN FROMASE TL ENZIMA COAGULANTE; Fro TL-01/81.07 Sp.03; Gist-Brocades nv; Industrial Products Division; Holland.

muestra ligeramente más sensible a la concentración de los ---- iones calcio. Tiene dos presentaciones: en polvo y líquida.

Por otra parte, la coagulación enzimática en general se observa --- cuando se añade a la leche tibia una cantidad suficiente de cuajo.- Es el sistema de coagulación más ampliamente empleado en quesería.- El mecanismo de acción de la enzima provoca una proteolisis limitada de la Caseína Kappa, con lo cual pierde sus propiedades estabilizantes en presencia del calcio respecto a la Caseína Alfa y Beta. - Las micelas de caseína, cuya estructura se ha modificado, se agregan en flóculos y después en fibras que finalmente constituyen una- red tridimensional cuya estructura se elabora progresivamente. La- red tiene en su interior el lactosuero y los glóbulos grasos, del - modo semejante a un líquido que impregna una esponja. La rigidez - del gel está asegurada principalmente por el fosfato de calcio co-- loidal que constituye una verdadera armadura.

Los factores de los que depende el desarrollo de la coagulación de- la leche por acción del cuajo son numerosos. Intervienen sobre la fase enzimática o bien sobre la coagulación propiamente dicha. Los principales factores son los siguientes:

a) Temperatura.- La coagulación es extremadamente lenta por debajo- de 20°C; cuando la temperatura se eleva el tiempo de coagulación -- disminuye; es mínimo hacia los 40-42°C, en cuanto aumenta la reac-- ción de inactivación de la enzima se vuelve cada vez más importante y contrarresta el aumento de la velocidad de la reacción de coagulación.

La leche pasteurizada coagula más lentamente que la leche cruda y - el coágulo obtenido es menos firme. Las causas de la reducción de- la aptitud para la coagulación son las siguientes:

1. Reducción de la forma ionizada del calcio y de la forma soluble- de los fosfatos y citratos.

2. Diaminución del diámetro de las micelas de fosfocaseinato, como-se ha demostrado por el estudio de la sedimentación mediante la-técnica de ultracentrifugación.

3. Modificación de las proteínas solubles. Es probable que el depósito de proteínas del suero desnaturalizadas sobre las micelas - de caseína tenga por consecuencia una acción protectora.

b) Acidez.- Mas allá de pH 7.5, la coagulación no se produce a causa de la inactivación de la enzima. El descenso del pH provoca un-acortamiento de la duración de la coagulación; por ejemplo, una leche que coagula en 200 segundos a pH normal 6.7, coagulará en 50 -- segundos a pH 6.1 y en 30 segundos a pH 5.7. La acidez hace pasar-cada vez más calcio a la forma iónica.

c) Concentración del cuajo.- La "regla de Storch y Segelke" dice -- que el tiempo de coagulación T es inversamente proporcional a la -- cantidad de enzima E:

$$T = K \frac{1}{E}$$

Esta regla es solamente válida dentro de unos estrechos límites de-temperatura, alrededor de 35°C, para la leche normal y para concentraciones de enzima capaces de provocar la coagulación entre unos - 3 y 30 minutos. Para las leches "lentas", no se encuentra ninguna-proporcionalidad.

d) Fosfato de calcio coloidal.- El contenido de la leche en fosfato coloidal puede variar notablemente, expresado en $(PO_4)_2Ca_3$ por 100 de caseína, puede variar de 4.4 en las leches "lentas", a 4.9 en -- las leches de coagulación normal y hasta 6 en las leches "rápidas".

e) Dimensiones de las micelas.- Existe una relación entre las dimensiones de las micelas y el tiempo de coagulación.

Cuanto más pequeño sea el diámetro medio, más largo será el tiempo-de coagulación. Esta observación apoya la posibilidad de una ---

acción de superficie del cuajo.

En algunas leches de coagulación difícil, el diámetro medio de las micelas es más pequeño que en las leches de coagulación normal.

f) Calcio.- Todas las causas de disminución del contenido de calcio iónico tiene como consecuencia el retardo o impedir la coagulación.

Algunas leches que proceden de animales sanos, son por naturaleza, pobres en calcio. El tiempo de coagulación es aproximadamente, inversamente proporcional a la relación Ca/N de la leche. En las leches "lentas", esta relación suele ser inferior a 0.20; en las leches normales, cercana a 0.23 y en las "rápidas", superior a 0.24.

La coagulación no se presenta en la leche pasteurizada o tratada con un reactivo que precipite el calcio o forme complejos. La adición de cloruro de calcio devuelve la aptitud para la coagulación.

El cloruro de calcio no actúa mas que por la elevación del contenido en iones de Ca++ y provoca un descenso del pH que puede llegar a 0.8 unidades, probablemente debido a un cambio de iones H+ y Ca++ sobre la proteína, que actúa como una resina cambiadora.

Cuando se añade cloruro de calcio a la leche, el tiempo de coagulación disminuye hasta cierto límite, más allá del cual una cantidad mayor provoca, por el contrario, un ligero aumento.

1.2.3. Rendimiento quesero.

Como puede observarse, no todos los elementos de la leche son retenidos en el queso, cierta cantidad es arrastrada por el suero. En la cuajada queda retenida toda la caseína y la mayor parte de la materia grasa, pero sólo una fracción de los demás elementos, cuya cuantía varía con los métodos de fabricación y que depende sobre todo, de la intensidad del desuerado.

El rendimiento quesero desde el punto de vista comercial, es un ---

factor de primera importancia para el fabricante. Comercialmente - siempre se busca obtener el mayor rendimiento posible, es decir, obtener el máximo número de kilos de queso posible de un volumen dado de leche.

En términos comerciales, este rendimiento se mide en porcentaje de- tal manera que, por ejemplo un rendimiento de 11% equivale a una -- producción de queso terminado, listo para su venta, por cada 100 litros de leche. Se puede expresar así:

$$RQ = \frac{\text{Kg de queso finalmente obtenido}}{\text{Kg de leche utilizada}} \times 100$$

donde RQ = Rendimiento Quesero.

Existen factores que afectan el rendimiento quesero ya sea aumentándolo o disminuyéndolo. A continuación se mencionan algunos de ---- ellos.

a) Contidad de sólidos totales.- Si se aumenta la cantidad de sólidos totales de la leche, lógicamente se aumentará la cantidad de -- queso obtenido y por lo tanto se aumentará el rendimiento quesero.

Los sólidos totales de la leche se pueden aumentar añadiendo leche- en polvo ya sea entera o descremada, caseinatos, grasa vegetal, --- etc.

Por el contrario, si el contenido de sólidos totales es menor al -- normal, bien sea por la adición fraudulenta de agua, descremado excesivo de la leche, mala calidad de la leche, etc. se obtendrá lógicamente un menor rendimiento quesero.

b) Acidez.- Para obtener un mayor rendimiento quesero es esencial - que la acidez de la leche sea la adecuada, ya que si se tiene poca- acidez se tendrá una mala coagulación y la cuajada será demasiado - blanda y por lo tanto, se tendrán pérdidas considerables en el rendimiento. Por el contrario, si la acidez es excesiva se tendrán -- copos muy finos en la cuajada y el queso retendrá mucho suero, lo -

que afecta la calidad del queso y el sabor, por lo tanto también el rendimiento se verá afectado y disminuirá.

c) Técnicas de elaboración.- Es muy importante que las técnicas de-elaboración de un queso sean las adecuadas para que se obtenga un - máximo rendimiento quesero.

Debe controlarse cuidadosamente que la temperatura de la leche sea-la correcta al añadir el cuajo; si la leche se pasteurizó, tanto la temperatura como el tiempo de pasteurización deben ser adecuados pa ra evitar problemas posteriores; el tiempo de prensado debe ser el-correcto ya que un exceso de prensa afecta el rendimiento quesero - así como la falta de ésta.

2.1. FORMAS GENERALES DE REPRODUCIR UN CULTIVO LACTICO PARA OBTENER UN - CULTIVO MADRE.

Reglas generales.

En la preparación del cultivo madre y de los cultivos posteriores,- siempre debe usarse leche fresca, dulce, entera o descremada. También - se puede usar leche descremada en polvo de alta calidad preparada con -- agua limpia y dulce hasta una proporción sólida de 10 a 12%.

Se esterilizan totalmente todos los utensilios y se enjuagan cuando menos con agua hirviendo, antes de ser usados.

Se deben conservar siempre perfectamente bien cerrados todos los re cipientes de cultivos y "Starter" o cultivo iniciador, para que los resi duos no mueran a causa de contaminación por el aire.

Preparación del cultivo madre.

a) Se pasteurizan de 500 a 750 ml. de leche natural de vaca, que reúna - las condiciones necesarias bajo reglas generales; si se usa un matraz Erlenmeyer, se debe tapar con una cubierta de hoja de metal o con algodón no absorbente, penetrando 5 cm en el cuello del matraz. Se calienta el matraz de leche en un autoclave durante 15 minutos a la pre

sión de 15 lb equivalente a 121°C, o bien se mantiene el matraz en -- agua hirviendo durante 40 minutos. Si el calentamiento aquí mencionado causa que el color de la leche se vuelva parduzco por la caramelización de la lactosa, reducir el tiempo de exposición térmico.

b) Se enfría la leche hasta 21°C, a fin de evitar rotura; no exponga los recipientes a cambios bruscos de temperatura. En el autoclave se --- suelta muy lentamente la presión. Después de la esterilización, a menos que se disponga de vidrio Pyrex, exponga el recipiente al aire -- fresco en unos pocos minutos. Luego se pone a enfriar en agua tibia,- el uso de agua fría es contraproducente.

c) Se le agrega a la leche el cultivo y se tapa el matraz que contiene - la leche inoculada.

d) Se agita el recipiente o matraz con unos movimientos rotatorios (4 o- 5), para disolver el polvo.

e) Mantener el matraz inoculado a una temperatura constante de 25-27°C o dependiendo de las características del cultivo; hasta haberse formado una cuajada uniforme y compacta, es decir, unas 18 horas. Para las - inoculaciones segunda y siguientes, conviene emplear de 0.5 a 1.0% de cultivo madre, por ejemplo, de 2.5 a 5.0 ml por cada 500 ml de leche esterilizada.

f) Cuando se haya formado una cuajada, el cultivo está listo para uso. - Si el cultivo recién coagulado no se usa enseguida, debe ser enfriado y mantenido en frío (a menos de 10°C) hasta usarse.

g) Se sigue el procedimiento arriba mencionado, diariamente, para cultivos madre.

<u>Preparación de "Starter" o cultivo iniciador</u>.

a) Se pasteuriza la cantidad de leche necesaria (para queso, de 2 a 3 litros por cada 100 litros de leche), manteniendo la temperatura de 80- a 90°C por espacio de 30 a 40 minutos. Siempre debe hacerse el calen

tamiento en un recipiente cerrado, excepto cuando se haga la inoculación.

b) Se enfría hasta 21°C.

c) A la leche fresca que se va a madurar, se agrega cultivo madre o "Starter" intermedio preparado el día anterior, en la proporción de - 0.5 a 2.0%.

d) Se conserva el recipiente con la leche recién inoculada a la temperatura constante de 25 a 27°C hasta que se haya formado una cuajada suave y gelatinosa. Se sugiere que el volumen a inocular se regule en- tal forma que pueda obtenerse una buena cuajada dentro de 16 a 18 horas.

e) Ahora el "Starter" está listo para usarse. Sin embargo si no se usa- enseguida, debe ser enfriado y mantenido frío (a menos de 10°C) hasta usarse.

2.2. ASPECTOS BASICOS DE MICROBIOLOGIA LECHERA.

La industria lechera nos brinda un excelente ejemplo de un campo en el que las bacterias, levaduras, virus y mohos tienen gran importancia - para determinar la calidad de los productos finales. Las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácticos los convierten en alimen-- tos que permiten el crecimiento de muchos microorganismos, algunos de -- los cuales pueden ocasionar cambios indeseables.

a) Mohos.- Dentro de los mohos tenemos los hongos de las clases Ficomicetos, Ascomicetos y Fungi imperfecti (hongos imperfectos).

Entre los Ficomicetos, hongos de micelio no tabicado, únicamente los- géneros Mucor y Rhizopus se observan con bastante frecuencia en la leche y en los productos lácteos. Las especies Mucor mucedo y Rhizopus nigricans, son responsables de ciertos accidentes de fabricación de - los quesos de pasta blanda. Estos hongos presentan filamentos aéreos que se levantan a partir del micelio y que son portadores de los espo

rangios que contienen esporas de color oscuro.

Ascomicetos.- Hongos de micelio tabicado, se caracterizan por la presencia de receptáculos llamados ascas que contienen las ascosporas. - Entre ellos citamos los géneros Aspergillus y Penicillium. Del primero, la especie glucus y del segundo, album con esporas blancas que se hacen azules cuando maduran y Penicillium candidum, cuyas esporas permanecen blancas. Estas esporas, generalmente dispuestas en cadenas, - son conidios. Al lado de estas formas habituales de multiplicación - aparecen, mucho más raramente, las ascosporas, que constituyen formas de resistencia.

Finalmente, los hongos imperfectos, de micelio tabicado y de los que- no se conoce más que esporas exógenas formadas a expensas de filamentos más o menos diferenciados, están representados principalmente por el género Geotrichum.

Todos los mohos son aerobios y por ello se desarrollan en la superficie de los medios de cultivo. Tienen preferencia por los medios ácidos y especialmente por la leche en curso de acidificación láctica. - En este último caso, los mohos alcalinizan el medio por atacar el ácido láctico.

La mayoría de los mohos segregan lipasas enérgicas que hidrolizan las grasas y proteasas que degradan las proteínas.

b) Levaduras.- Las levaduras son microorganismos unicelulares, de forma- esférica, elíptica o cilíndrica. La mayoría transforman los azúcares en alcohol y se multiplican por gemación. Estos son los hongos que - no forman micelio, clasificados no obstante entre los Ascomicetos.

Lodder (2) ha distinguido dos familias principales entre las levadu-- ras:

---

(2) Veyssayre, Roger, Dr.; Lactología Técnica; Zaragoza, España; Acribia, 1980.

Endomycetaceae, agrupan las levaduras típicas, se reproducen por gemación, por tabicamiento o por esporas internas. En la leche, las especies más importantes son Saccharomyces fragilis y Saccharomyces lactis, que transforman la lactosa en alcohol. Se las encuentra, en particular, en las leches fermentadas. Se desarrollan bien en el suero-lácteo.

Cryptococcaceae, agrupan las levaduras que se multiplican por gemación pero que no presentan esporas y fermentan difícilmente los azúcares. Son frecuentes en los productos lácteos los géneros Candida y Rhodotorula. Las Candida típica, llamadas aún Torulopsis y antes Torula, se presentan en forma de células esféricas. Algunas especies, como Torulopsis lactis condensi, soportan presiones osmóticas elevadas y pueden desarrollarse en la leche condensada. Candida utilis ha sido seleccionada por su riqueza en vitaminas y en grasas para la producción industrial de levaduras como complemento alimenticio. Se le puede cultivar en ciertos líquidos residuales. Candida mycoderma se presenta en forma de células alargadas, formando un velo en la superficie de los medios líquidos desde el comienzo de su desarrollo. El género Rhodotorula agrupa las levaduras asporógenas, que presentan caracteres próximos a los de las Candida típicas, pero que forman colonias pigmentadas de rojo o de rosa en la superficie de los medios sólidos. Se las encuentra frecuentemente en las salmueras y sobre la corteza de los quesos de pasta blanda, asociadas a bacterias proteolíticas tales como los micrococos y el Bacterium lenens.

c) Bacterias.- Las bacterias saprofitas que se encuentran corrientemente en la leche, pertenecen al grupo de las bacterias lácticas. Se trata de microorganismos de la familia Lactobacillaceae.

Estas bacterias forman un grupo muy heterogéneo y presentan los siguientes caracteres generales:

- Grampositivas, no esporuladas.
- Microaerófilas o anaerobias facultativas.
- No producen catalasa y por ello no descomponen el agua oxigenada.

- No reducen los nitratos.
- Poco o nada proteolíticas en la leche. A veces, en los quesos, las bacterias lácticas pueden intervenir en la degradación de la caseína.
- Fermentan los azúcares en condiciones diversas.

Ciertas especies producen, a expensas de la glucosa, 85 a 95% de ácido láctico, se denominan homofermentativas. Otras producen 50% de -- ácido láctico, 20 a 25% de anhídrido carbónico y 20 a 25% de alcohol- y de ácido láctico: son las heterofermentativas.

Dentro de la familia Lactobacilláceae tenemos dos tribus: Estreptococáceas (formas esféricas) y Lactobacilláceas (formas en bastoncillos).

Estreptococáceas, tenemos dos géneros importantes en lácteos: Streptococcus y Leuconostos, mientras que la tribu Lactobacilláceas solo incluye uno, el género Lactobacillus.

a) Género Streptococcus.- Bacterias lácticas homofermentntivas, anaerobias facultativas. Este género comprende cuatro grupos importantes en lácteos:

1. Grupo Piógeno.- Bacterias patógenas, pertenecen a este grupo Streptococcus agalactiae, que produce mastitis contagiosa.
2. Grupo Viridans.- Bacterias alfa hemolíticas. Entre ellas citamos- Streptococcus thermophilus, que intervienen en la acidificación y- maduración de los quesos de pasta cocida y es uno de los componentes de la flora del yoghurt.
3. Grupo Láctico.- Las bacterias de la leche más comunes. Streptococcus lactis y Streptococcus cremoris, son los agentes de la congulación espontánea. Algunas cepas de estos microorganismos producen sustancias con efectos antibióticos, principalmente la nisina. Este producto, que es termoestable, inhibe o frena el desarrollo de numerosas bacterias Grampositivas: Lactobacillus, Staphilococcus, Clostridium (agente causante del hinchamiento de los quesos), etc. Se puede incluir en el grupo Láctico el Streptococcus -

diacetilactis, productor de acetoína a partir de los citratos de- la leche, este microorganismo se utiliza en la fabricación de la- mantequilla como fermento del aroma.

4.- Grupo de los Enterococos.- Streptococcus de origen intestinal, -- termorresistentes y halófilos (toleran la presencia de 6.5% de -- NaCl), capaces de desarrollarse en un amplio márgen de temperatu- ra (de 10 a 45°C). Pertenecen a este grupo Streptococcus faeca-- lis, S. durans y S. liquefasiens. Son microorganismos proteolíti- cos.

b) Género Leuconostoc.- Bacterias lácticas heterofermentativas. Se -- presentan normalmente en forma de células esféricas. A veces, en me- dio de ácido se alargan y crecen apuntadas. Su crecimiento se activa por adición de extracto de levadura o de extractos vegetales.

Fermentan los azúcares, produciendo una cantidad limitada de ácido -- láctico. Raramente coagulan la leche. Por el contrario, forman, a -- partir de los azúcares acetoína, precursor del diacetilo.

c) Género Lactobacillus.- Bacterias que acidifican la leche menos -- rápidamente que los estreptococos lácticos, pero que son capaces de - producir finalmente una acidificación mayor en razón de su resisten-- cia a concentraciones elevadas de ácido. Su actividad proteolítica - es igualmente más importante que la de los estreptococos. Los lacto- bacilos se cultivan con dificultad, pues exigen medios perfectamente- adaptados a sus necesidades.

CAPITULO III.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

1.- COMPONENTES DEL QUESO ELABORADO CON LECHE MODIFICADA Y SUS FUNCIONES

2.- PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO.

3.- PRUEBAS A ESCALA PILOTO.

4.- PRUEBA COMPARATIVA DE FUSION DEL QUESO OBTENIDO CON LA LECHE MODIFICADA.

5.- COMPARACION DE RENDIMIENTO.

6.-ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS DE LA ELABORACION DEL QUESO HECHO CON -- LECHE MODIFICADA.

7.- CONSIDERACIONES SOBRE EL VALOR BROMATOLOGICO DEL QUESO HECHO CON --- . LECHE MODIFICADA.

1. COMPONENTES DEL QUESO ELABORADO CON LECHE MODIFICADA Y SUS FUNCIONES.

Los componentes que se adicionaron a la leche para hacer el queso fueron:

a) Sólidos de leche no grasos
b) Fécula de maíz en polvo
c) Grasa vegetal hidrogenada
d) Cloruro de calcio

a) Sólidos de leche no grasos.- Se utilizaron los sólidos de leche no -- grasos con el fin de aumentar la cantidad de caseína en la leche natural de vaca, al adicionar la leche en polvo descremada también se aumentan - otros componentes como la lactosa, algunos minerales, calcio y fósforo.

Todos estos componentes hacen que se obtenga una mayor cantidad de -- cuajada y por lo tanto, se obtiene mayor cantidad de queso.

Se pensó utilizar en lugar de leche en polvo descremada, caseinato de sodio pero éste presentó problemas para su disolución y se observó que - el costo de los dos es similar y además la leche en polvo descremada --- presenta algunas ventajas, como por ejemplo proporciona un sabor más natural al queso y conserva el valor nutritivo de éste.

b) Fécula de maíz en polvo.- La fécula de maíz se utilizó para retener - mayor cantidad de humedad en los quesos, también como estabilizador.

Se utilizó un almidón modificado pregelatinizado (nombre comercial -- Papelina, fabricado por ALMEX, S.A.) y su principal característica es -- que no disuelve en frío.

Al retener humedad el queso, permite que el cultivo láctico que se -- utilizó siga trabajando durante el tiempo de maduración y su sabor y --- aroma perduren y además, que el queso no sea quebradizo o demasiado se-- co.

c) Grasa vegetal hidrogenada.- Se adicionó grasa vegetal hidrogenada debido a que la leche natural está descremada y la leche en polvo también.

Se calculó la cantidad de grasa necesaria para que el queso finalmente - obtenido sea equivalente al elaborado con una leche entera.

Las principales funciones de la grasa vegetal adicionada son: darle - suavidad al queso, evitar que se reseque durante su maduración, contri-- buir a una mejor textura.

d) Cloruro de calcio.- La leche natural de vaca que se utilizó fue pas-- teurizada, lo que ocasiona que el coágulo obtenido no sea muy firme. Al adicionar cloruro de calcio a la leche, la cuajada vuelve a ser normal y el coágulo es firme.

2. PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO.

La formulación básica del queso con leche modificada es la siguiente:

INGREDIENTES:	%
a) Leche natural descremada de vaca con 0.5% de grasa residual:	87.82
b) Grasa vegetal hidrogenada:	3.41
c) Leche en polvo descremada:	8.52
d) Fécula de maíz (almidón pregelatinizado):	0.25
	100.00 %

Tomando en cuenta ésta formulación, se elaboraron quesos a nivel labo ratorio con un peso promedio de 200 g cada uno y se adicionaron los cultivos lácticos que se mencionan en el Cuadro No. 1; la elaboración de -- los quesos fue de la siguiente manera:

Se tomaron 8.78 litros de leche pasteurizada descremada con 0.5% de - grasa a una temperatura de 35°C, a ésta se le adicionó 852 g de leche en polvo descremada, 25 g de fécula de maíz en polvo pregelatinizado y ---- 2.360 litros de base cremosa preparada previamente con un contenido del- 25% de grasa vegetal (lo cual equivale a una aportación de grasa neta de 341 g de grasa y 1.770 litros de leche).

Esta base cremosa se homogenizó previamente a 1500 lb de presión en - leche descremada a una concentración de 2.5% empleando emulsificante al- 0.2%.

Se adicionó un 3.0% de cultivo láctico y se dejó en reposo durante 2- horas aproximadamente, con el fin de que el cultivo se desarrollara para que la acidez de la leche aumentara de un pH de 6.6 a un pH de 5.4 aproximadamente.

Pasado este tiempo se adicionaron 2.09 g de cloruro de calcio y una - pequeña cantidad de colorante para queso. Después se agregó el cuajo. - La cantidad de cuajo que se adicionó se calculó de la siguiente manera:

1. Se introduce en una probeta graduada de 10 ml, 5 ml de cuajo líquido- o 0.5 g de cuajo en polvo y se completa con agua a 10 ml, agitando -- bien para obtener una solución perfecta y homogénea.

2. En una probeta graduada o en un vaso de precipitado, se miden 100 ml- de leche a una temperatura de 35°C, se añaden 2 ml de la solución --- preparada anteriormente y se agita por un instante hasta que la solución sea homogénea.

3. A partir del momento en que se añadió el cuajo se empiezan a contar - los segundos transcurridos, en tanto que con el bulbo del termómetro- se hace deslizar suavemente la leche por las paredes del vaso.

4. Se forma así un velo lácteo en las paredes del vaso y se cesa de contar el tiempo cuando en las paredes aparecen pequeñísimos copos que - indican la terminación del ensayo. Se anotan los segundos transcurridos y se calcula la cantidad de cuajo que hay que incorporar a la leche por las siguientes fórmulas:

$$\text{Cuajo líquido: } c = \frac{L \times s}{m \times 6} \text{ (ml)}$$

$$\text{Cuajo en polvo: } c = \frac{L \times s}{m \times 6} \text{ (g)}$$

donde L = litros de leche que se van a utilizar

s = segundos que transcurrieron hasta la aparición de los copos

m = minutos en los que se quiere que coagule la leche

c = cantidad de cuajo que hay que añadir

6 = es una constante.

El cuajo utilizado en esta parte experimental fue cuajo en pastillas marca comercial Hansen's. La prueba mencionada tardó aproximadamente 7 segundos por lo que aplicando la fórmula citada tenemos:

$$c = \frac{10 \times 7}{30 \times 6} = 0,38 \text{ g}$$

es decir, la cantidad de cuajo para estas muestras fue de 0,38 g para 10 litros de leche modificada.

No se observó en ningún caso diferencias significativas en el tiempo de coagulación, empleando leche normal y leche modificada.

Una vez que la leche coaguló se dividió la cuajada en pequeños cubos de aproximadamente 5 mm para facilitar la expulsión del suero que está dentro de la cuajada. Se dejó en reposo durante 10 minutos para que el suero siguiera saliendo, mediante la sineresis natural.

Pasado este tiempo, se tomó una cantidad de suero y se calentó lo suficiente para que la temperatura de la cuajada subiera de 35°C a 38°C. Se adicionó a la cuajada el suero caliente y se agitó lentamente para que la temperatura fuera uniforme en toda la cuajada. Se escurrió el suero y la cuajada se colocó en una mesa de trabajo para seguir un procedimiento de cheddarización, colocando la cuajada en hileras paralelas y se esperaron 10 minutos para que la cuajada se endureciera un poco y saliera más suero. Después se cortó en trozos, los cuales se colocaron unos sobre otros y se esperó 10 minutos para que el suero se siguiera expulsando. Después la cuajada se desmoronó hasta que se obtuvieron pequeños gránulos y se le añadió sal común.

La cuajada se colocó en moldes, los cuales estaban forrados con lien-

zos de manta para quesos. Los moldes ya con la cuajada dentro, se -- prensaron en una pequeña prensa casera de madera, durante aproximadamente 6 horas.

Pasado ese tiempo, los quesos se colocaron en una cámara de refrigera ción durante 24 horas. Después se marcaron y se envolvieron con plás tico Ega Pack y se dejaron madurar durante 30 días en una cámara para maduración, la cual tenía una temperatura promedio de 12°C y una humedad relativa de 90%.

Debe mencionarse que las condiciones de elaboración de cada uno de -- los quesos en cada una de las pruebas fueron las mismas.

Los valores fisicoquímicos de la leche natural descremada fueron los- siguientes:

Acidez:	16 ° Dornic
Densidad:	1.0313
pH:	6.6
Sólidos no grasos:	9.3
Sólidos totales:	9.8

Los cultivos utilizados en esta primera prueba experimental, se ilustran en el Cuadro No. 1

CUADRO No. 1

MUESTRA No.	NOMBRE DEL CULTIVO UTILIZADO:
01	Probat M_4
02	G_2 Mix 2
03	Diacetylactis
04	Lactobacillus bulgaricus 50% y St. thermophilus 50%
05	Cheddar
06	Probat M_4 50% y Cheddar 50%
07	Lactobacillus bulgaricus 50% y Diacetylactis 50%
08	Probat M_4 50% y G_2 Mix 2 50%
09	Testigo (no tiene ningún cultivo)

Todos los cultivos que se utilizaron son comerciales y sus nombres -- también, proviene del Laboratorio Wesby GmbH & Co. (Alemania), por lo -- que no se sabe exactamente los microorganismos que contienen algunos de-ellos. Por ejemplo el cultivo Probat M_4 contiene como principal microorganismo St. Lactis; Diacetylactis, contiene como principal microorganismo St. diacetylactis; los cultivos Cheddar y G_2 Mix 2 no se pudieron-identificar sus microorganismos debido a que el Laboratorio mencionado - no indica ese dato en sus manuales.

Uno de los objetivos fundamentales del desarrollo en esta fase, fué - observar la adaptación de diferentes cultivos lácticos en el sustrato de leche modificada.

Como podrá observarse, se emplean un total de 6 cultivos comerciales-y combinación de los mismos. Cada uno de estos cultivos empleados no es específico para la producción de un tipo de queso a excepción del cultivo Cheddar, sino que los laboratorios lactológicos lo recomiendan para - áreas generales de uso, como puede observarse en el Cuadro No. 2, ya que en varios casos un mismo cultivo puede emplearse para la formación de -- aroma, formación de ojos en el queso, para leches fermentadas, etc.

El objetivo de ensayar varios cultivos comparativamente fue encontrar cuál o cuáles se adaptaban mejor a la fórmula básica de la leche modificada en cuanto a la producción principalmente de aroma y sabor, factores que implícitamente siempre van juntos.

CUADRO No. 2

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE DESARROLLO DE LOS CULTIVOS LACTICOS (3)

NOMBRE DEL CULTIVO	TEMPERATURAS			SUSTRATO LECHE DESCREMADA O ENTERA	% DE INOCULO	TEMPERATURA DE INCUBACION	TIEMPO DE INCUBACION	pH FINAL	AREAS DE USO MAS IMPORTANTE DE LOS CULTIVOS:
	MINIMA °C	OPTIMA °C	MAXIMA °C						
PROBAT M_4	8-10	22-20	37-40	+	1-2	18-22	16-18	4.6-4.5	Leches fermentadas, quesos con ojos, quesos frescos, crema para mantequilla, crema ácida.
G_2 MIX 2	8-10	22-32	39-40	+	1-2	18-22	16-18	4.6-4.5	Leches fermentadas, quesos frescos curtidos, quesos con textura cerrada, variedad que no produce gas.
CHEDDAR	10-20	30	37-40	+	1-2	30	16-18	4.4-4.3	Queso cheddar.
DIACETYLACTIS	8-10	28	40	+	2	22	16-18	4.6	Leches fermentadas, quesos sin ojos, quesos frescos, utilizado para producir aroma.
L. BULGARICUS	20-22	40-50	52	+	1-2	42	6	4.2	Para quesos de varios tipos, leches fermentadas, yoghurt.
ST. THERMOPHILUS	20	40	52	+	1-2	37-42	6-8	4.5	Para quesos de varios tipos.

(3) Standard Product Range Single-Stain and Multi-Stain Cultures; Laboratorium Wiesby; GmbH & Co.; West-Germany.

Después de 30 días de maduración en las condiciones señaladas, se hizo una evaluación sensorial la cual se muestra en el Cuadro No. 3.

Se tomó una muestra representativa de 45 personas, las cuales probaron todos los quesos hechos con los diferentes cultivos lácticos y los calificaron de la siguiente manera:

Sabor: MB (Muy Bueno)
B (Bueno)
R (Regular)

Aroma: MB (Muy bueno)
B (Bueno)
R (Regular)

Textura: B (Buena)
R (Regular)
M (Mala)

Cabe mencionar que a las personas que participaron en la prueba sensorial se les orientó de la siguiente manera:

a) La evaluación en cuanto a aroma y sabor se les dejó totalmente a su criterio individual, ya que no es posible describir el sabor y aroma, es decir, se les dejó a su libre preferencia.

b) En lo referente a textura se les orientó a que la textura mala correspondía a un queso que se desmoronaba al partir una rebanada y la textura buena correspondía a una rebanada que fuese más firme y compacta al cortarse.

CUADRO No. 3

EVALUACION SENSORIAL DE LOS DIFERENTES CULTIVOS LACTICOS UTILIZADOS EN - LA PRUEBA A NIVEL LABORATORIO.

MUESTRA No.	PUNTUACION OBTENIDA									SUMA	EVALUACION %					
	SABOR			AROMA			TEXTURA				SABOR		AROMA		TEXTURA	
	MB	B	R	MB	B	R	B	R	M		MB + B	R	MB+B	R	B+R	M
01	19	15	11	21	10	14	16	15	14	45	75.5	24.5	68.8	31.2	68.8	31.2
02	15	18	12	18	14	13	10	17	18	45	73.3	26.7	71.1	28.9	37.7	62.3
03	4	16	25	10	11	24	13	14	18	45	44.4	55.6	46.6	53.4	60.0	40.0
04	18	17	10	17	9	19	17	8	20	45	77.7	22.3	57.7	42.3	55.5	44.5
05	29	10	6	27	14	4	20	17	8	45	86.6	13.4	91.1	8.9	82.2	17.8
06	32	9	4	33	9	3	24	16	5	45	91.1	8.9	93.3	6.7	88.8	11.2
07	10	18	17	9	16	20	12	15	18	45	62.0	38.0	55.5	44.4	60.0	40.0
08	30	8	7	29	10	6	19	16	10	45	84.4	15.6	86.6	13.4	77.7	22.3
09	18	15	12	21	13	11	20	16	9	45	71.1	28.9	75.5	24.5	80.0	40.0

NOTA: La muestra 09 es la muestra testigo (la leche no tiene ninguna modificación y no tiene ningún cultivo).

Como podrá observarse, los cultivos que tuvieron mayor aceptación fueron los de las muestras 05, 06 y 08. La muestra denominada testigo no -- tiene ningún tipo de cultivo láctico y la leche no tiene ninguna modificación. Esta muestra se hizo con leche entera de vaca y las condiciones de elaboración fueron las mismas que en las demás muestras.

3. PRUEBAS A ESCALA PILOTO.

Una vez terminadas las pruebas a nivel laboratorio, se procedió a ha-- cer pruebas a escala piloto con volúmenes de 50 litros de leche para cada una de las pruebas, para obtener quesos de aproximadamente 1.500 kg cada- pieza.

Se utilizaron los cultivos lácticos que obtuvieron mayor puntuación en la evaluación sensorial que se hizo con las pruebas a nivel laboratorio,- es decir las muestras 05, 06 y 08.

La formulación con la que se hicieron cada uno de los quesos fue la siguiente:

INGREDIENTES	%	CANTIDAD:
a) Leche natural descremada de vaca con 0.5% de grasa residual:	87.82	43.92 k
b) Grasa vegetal hidrogenada:	3.41	1.70 k
c) Leche en polvo descremada:	8.52	4.26 k
d) Fécula de maíz (almidón pregelatinizado):	0.25	0.125 k

Cada uno de los quesos se hizo de la siguiente forma:

Se tomaron 39.2 litros de leche descremada con 0.5% de grasa butírica, la leche se pasteurizó a 75°C por 30 minutos. Se enfrió a una temperatura de 35°C, a ésta se le adicionó 4.26 k de leche en polvo descremada, -- 125 g de fécula de maíz y 5.1 litros de grasa emulsionada (homogenizada)- en leche, la cual tiene 1.705 k de grasa vegetal.

Se agitó la leche para obtener una mezcla homogénea y se adicionó un-

3% de cultivo láctico y se dejó en reposo durante 2 horas. Pasado este -- tiempo se adicionaron 10 g de cloruro de calcio y una pequeña cantidad de colorante especial para queso a base de Anatos, después se agregó 2.0 g - de cuajo en pastilla.

Ya que la leche coaguló se procedió a cortar la cuajada en pequeños -- cubos de aproximadamente 5 mm con liras, después la cuajada se escurrió,- se cheddarizó y se saló con sal común moldeando los quesos en unidades de 1.5 kg.

Una vez que los quesos estuvieron moldeados se prensaron durante aproximadamente 6 horas, después se colocaron en una cámara de refrigeración- durante 24 horas, pasado este tiempo se marcaron y se empacaron.

Ya que los quesos estuvieron empacados se dejaron madurar por 30 días- en una cámara de maduración, la cual tenía una temperatura de 12°C y una- humedad relativa del 90%.

Después de los 30 días señalados se procedió a hacer una evaluación -- sensorial, la cual se hizo con 60 personas quienes calificaron los quesos de la siguiente forma:

Sabor: MB (Muy Bueno)
B (Bueno)
R (Regular)

Aroma: MB (Muy Bueno)
B (Bueno)
R (Regular)

Textura: B (Buena)
R (Regular)
M (Mala)

Los resultados de la evaluación sensorial se describen en el Cuadro -- No. 4.

CUADRO No. 4

EVALUACION SENSORIAL DE LA PRUEBA A ESCALA PILOTO

MUESTRA No.	PUNTUACION OBTENIDA									SUMA	EVALUACION (%)					
	SABOR			AROMA			TEXTURA				SABOR		AROMA		TEXTURA	
	MB	B	R	MB	B	R	B	R	M		MB+B	R	MB+B	R	B+R	R
05	41	10	9	39	13	9	26	21	13	60	85.0	15.0	86.6	13.4	78.3	21.7
06	49	6	5	47	9	9	34	18	8	60	91.6	8.4	93.3	6.7	86.6	13.4
08	38	10	12	37	13	10	23	22	15	60	80.0	20.0	83.3	16.7	75.0	25.0
09	30	17	13	32	16	12	20	26	14	60	78.3	21.7	80.0	20.0	76.6	23.4

4. PRUEBA COMPARATIVA DE FUSION DEL QUESO OBTENIDO CON LA LECHE MODIFICADA.

Se hizo una prueba comparativa de fusión del queso obtenido con la leche modificada para observar como se comportaba éste en relación a quesos de marcas comerciales utilizados principalmente para consumirse fundidos.

Los quesos comerciales que se utilizaron fueron de tres tipos: manchego, asadero y oaxaca.

La prueba consistió en colocar 18.5 g de cada uno de los quesos en recipientes de vidrio Pyrex. Los recipientes se colocaron a fuego lento -- hasta que los quesos fundieron, después se retiraron del fuego y se en--- friaron a temperatura ambiente, ésto se hizo con el fin de observar la -- textura de los quesos una vez fundidos y fríos.

La temperatura a la que fundieron los quesos se midió con un termóme-- tro y se tomó el tiempo desde que se colocaron los recipientes al fuego - hasta que los quesos fundieron.

Los resultados obtenidos en esta prueba se ilustran en el Cuadro No. 5.

CUADRO No. 5

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA COMPARATIVA DE LA TEMPERATURA DE FUSION DEL QUESO OBTENIDO CON LA LECHE MODIFICADA

MUESTRA	PESO	TEMPERATURA	TIEMPO
Ranchero	18.5 g	71°C	130 seg.
Asadero	18.5 g	64°C	122 seg.
Oaxaca	18.5 g	65°C	120 seg.
06	18.5 g	68°C	133 seg.

5. COMPARACION DE RENDIMIENTO.

Como se expresó en el Capítulo de Generalidades, el rendimiento quesero se midió en su forma más simple en virtud de que se trata de efectuar un análisis comparativo de rendimientos de quesos hechos bajo las mismas condiciones de proceso, prensado, maduración, etc. y empleando únicamente la variante de formulación de la leche modificada. El rendimiento quesero se midió con la siguiente fórmula:

$$RQ = \frac{Kg \text{ de queso finalmente obtenido}}{Kg \text{ de leche utilizados}} \times 100$$

La gráfica No. 1 muestra comparativamente el rendimiento obtenido entre la leche normal sin ninguna modificación en su fórmula (muestra testigo) y el rendimiento de la muestra 06 elaborada con la leche modificada y con los cultivos lácticos Probat M_4 al 50% y Cheddar al 50%.

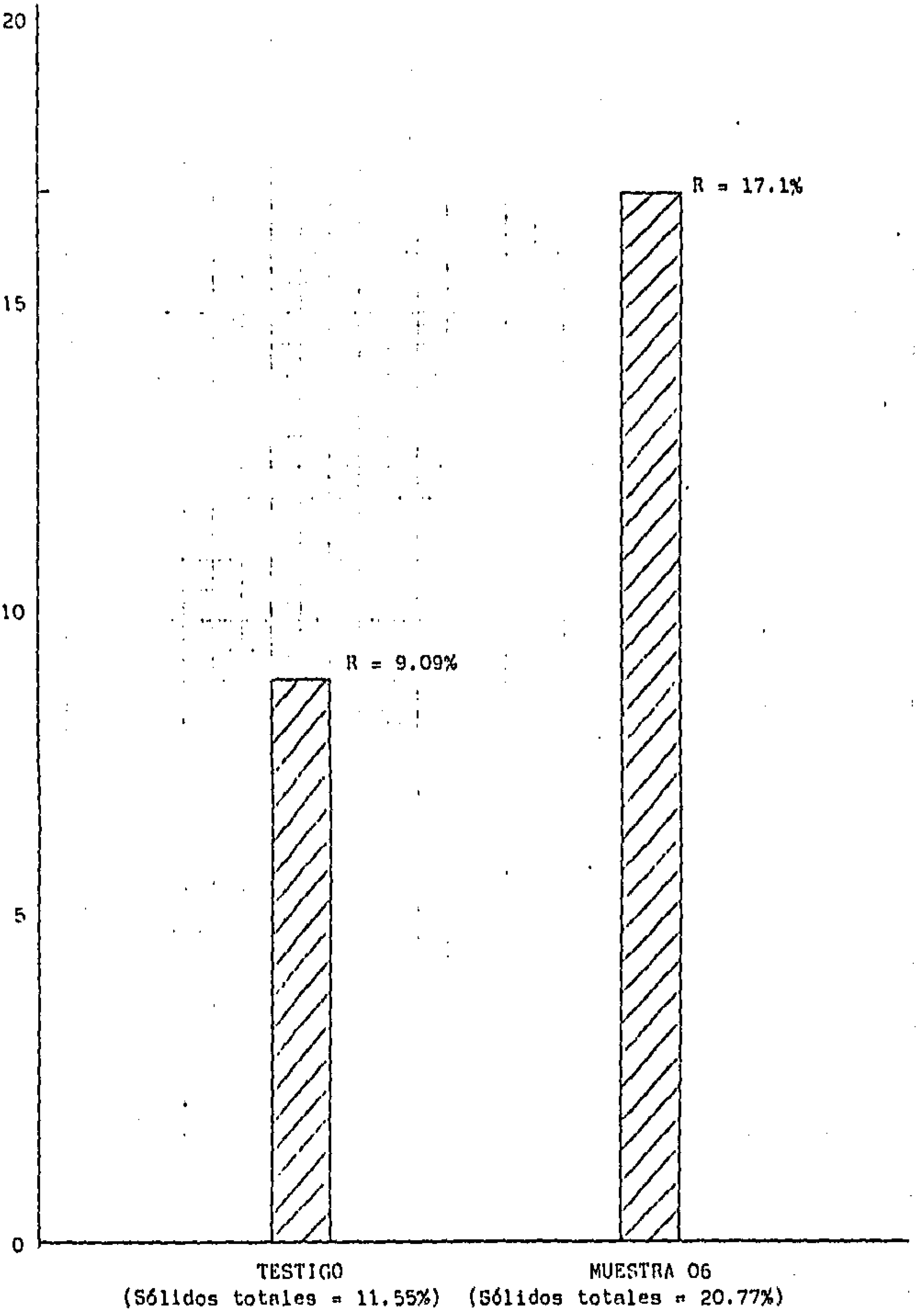
El rendimiento del testigo fue de 9.09% mientras que el de la leche modificada fue de 17.10%. Los sólidos totales de la muestra testigo fueron de 11,55 y los de la muestra 06 fueron de 20.77%.

Para un contenido de sólidos totales de 11.55% resulta un rendimiento de 9.09%, lo cual significa que para un contenido de sólidos totales de 20.77% el rendimiento tendría que ser de 16.34%. Esto es tomando en cuenta que el rendimiento es una función lineal del contenido de sólidos totales de la leche.

Sin embargo no se obtuvo 16.34% sino 17.10%. Este sobre rendimiento - tiene diferentes interpretaciones como se analizará en el Capítulo de Resultados y fue debido a la adición de almidón en la formulación de la leche modificada.

GRAFICA No. 1

COMPARACION DEL RENDIMIENTO QUESERO DE LAS MUESTRAS SEÑALADAS



6. ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS QUE INTERVIENEN EN LA ELABORACION DEL QUESO HECHO CON LECHE MODIFICADA.

Se hizo un análisis de costos en el que se compara el rendimiento y los costos de los componentes de la muestra testigo que fue hecha con leche entera de vaca sin ninguna modificación y la muestra 06 que se hizo con leche modificada.

Este análisis se ilustra en el Cuadro No. 06, en el cual se puede observar que el costo por kilo de queso obtenido con leche modificada es menor que con leche sin ninguna modificación.

No se consideran en este análisis comparativo de costos, los costos de pasteurización, cuajo, cloruro de calcio, colorante, ni sal, porque se trata de comparar los materiales que forman parte de los componentes modificados en el queso. Es decir, se comparan bis a bis únicamente los componentes del costo total que varían de un queso a otro, ya que el resto de los costos afectan por igual al resto de la suma contable.

CUADRO No. 06

COMPARACION DE ANALISIS DE COSTOS (BASE: 100 LITROS)

MUESTRA	INGREDIENTES Y COMPOSICION				COSTO TOTAL	RENDIMIENTO	COSTO/ KG. DE QUESO OBTENIDO
	LECHE NATURAL	LECHE EN POLVO	GRASA VEGETAL	FECULA DE MAIZ			
Testigo	100 l	-	-	-	$13,500	9.09 k	$1,485
06	87.82	8.52 k	3.41 k	0.25 k	$21,999	17.10 k	$1,286

DATOS BASICOS:

a) Costo por kg de grasa butírica = $ 900.00

b) Costo por lt de leche descremada = $ 107.00

c) Costo por kg de leche en polvo descremada: = $1,300.00

d) Costo por lt de leche entera = $ 135.00

e) Costo por kg de grasa vegetal = $ 430.00

f) Costo por kg de fécula de maíz prege latinizada: = $ 240.00

NOTA: Estos costos son al 31 de julio de 1986.

7. CONSIDERACIONES SOBRE EL VALOR BROMATOLOGICO DEL QUESO HECHO CON LECHE MODIFICADA.

Se efectuaron análisis bromatológicos principalmente de grasa, proteína y humedad del queso No. 06 madurado.

Dicho análisis se reportó de la siguiente manera:

INGREDIENTE:	%
Grasa	20.0
Proteína	37.9
Agua	36.8

El resto para 100% lo constituyen principalmente azúcares, minerales y vitaminas.

Tomando en cuenta la composición de la leche modificada y la composición del queso terminado, podemos establecer un cuadro comparativo en donde se deducen las pérdidas en el suero de algunos valores bromatológicos. Esta comparación se muestra en el Cuadro No. 7

CUADRO No. 7

CUADRO COMPARATIVO DE PERDIDAS EN EL SUERO DE ALGUNOS VALORES BROMATOLOGICOS

INGREDIENTES:		INGREDIENTES DEL QUESO	PERDIDAS EN EL SUERO
Leche modificada:			
Grasa	1.91 k	1.81 k	0.1 k
Proteína	3.89 k	3.42 k	0.47 k (prot. suero)
Azúcares	3.56 k	0.35 k	3.21 k
Agua	40.52 k	3.32 k	37.20 k
Almidón	0.12 k	0.12 k	-
	50.00 k	9.02 k	40.98 k

C A P I T U L O I V

R E S U L T A D O S

1. De acuerdo a la evaluación sensorial de los cultivos lácticos utilizados en la prueba a nivel laboratorio (Cuadro No. 3), se puede observar que los niveles de preferencia que ocuparon cada uno de los cultivos, en cuanto a sabor, aroma y textura, se ilustran en el Cuadro No. 8.

   El nivel preferencial No. 1 corresponde al primer lugar de preferencia el No. 2 corresponde al segundo lugar y así suscesivamente.

CUADRO No. 8

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS MUESTRAS ELABORADAS A NIVEL LABORATORIO

MUESTRA	NIVEL PREFERENCIAL RESULTANTE		
	SABOR	AROMA	TEXTURA
05	2	2	2
06	1	1	1
08	3	3	4
09*	7	4	3
* Testigo			

2. De los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de las pruebas a escala piloto, en donde se utilizaron los 3 mejores cultivos obtenidos en las pruebas a nivel laboratorio, se puede deducir que el nivel preferencial de las personas se encuentran señaladas en el Cuadro No.- 9.

CUADRO No. 9

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LAS MUESTRAS ELABORADAS A ESCALA PILOTO

MUESTRA	NIVEL PREFERENCIAL RESULTANTE		
	SABOR	AROMA	TEXTURA
05	2	2	2
06	1	1	1
08	3	3	4
09*	4	4	3
*Testigo			

3. Tomando en cuenta que el contenido de sólidos totales de la leche natu
ral sin ninguna modificación (testigo) fue de:

a) Sólidos no grasos: 85.9 g/l = 8.59 %

b) Sólidos grasos: 29.6 g/l = 2.96 %

El rendimiento quesero del testigo fué de: 9.09%

La leche modificada tuvo la siguiente composición:

a) Sólidos no grasos de la leche natural descremada: 89.9 g/l

b) Sólidos grasos adicionados: 34.1 g/l

c) Sólidos no grasos adicionados (leche en polvo descremada): 85.2 g/l

d) Fécula de maíz adicionada: 2.5 g/l

El rendimiento con esta formulación fue de: 17.10%

Los sólidos no grasos adicionales de acuerdo con la composición arriba señalada es de 87.7 (82.5 + 2.5 = 87.7), representa un incremento del- 75.9% (87.7 / 115.5 = 0.75 0.75 x 100 = 75%). No se toma en cuenta- la sustitución de la grasa vegetal por la grasa butírica porque la gra sa únicamente restituyó la composición original de la leche y a partir de esta composición únicamente se toman los componentes adicionales.

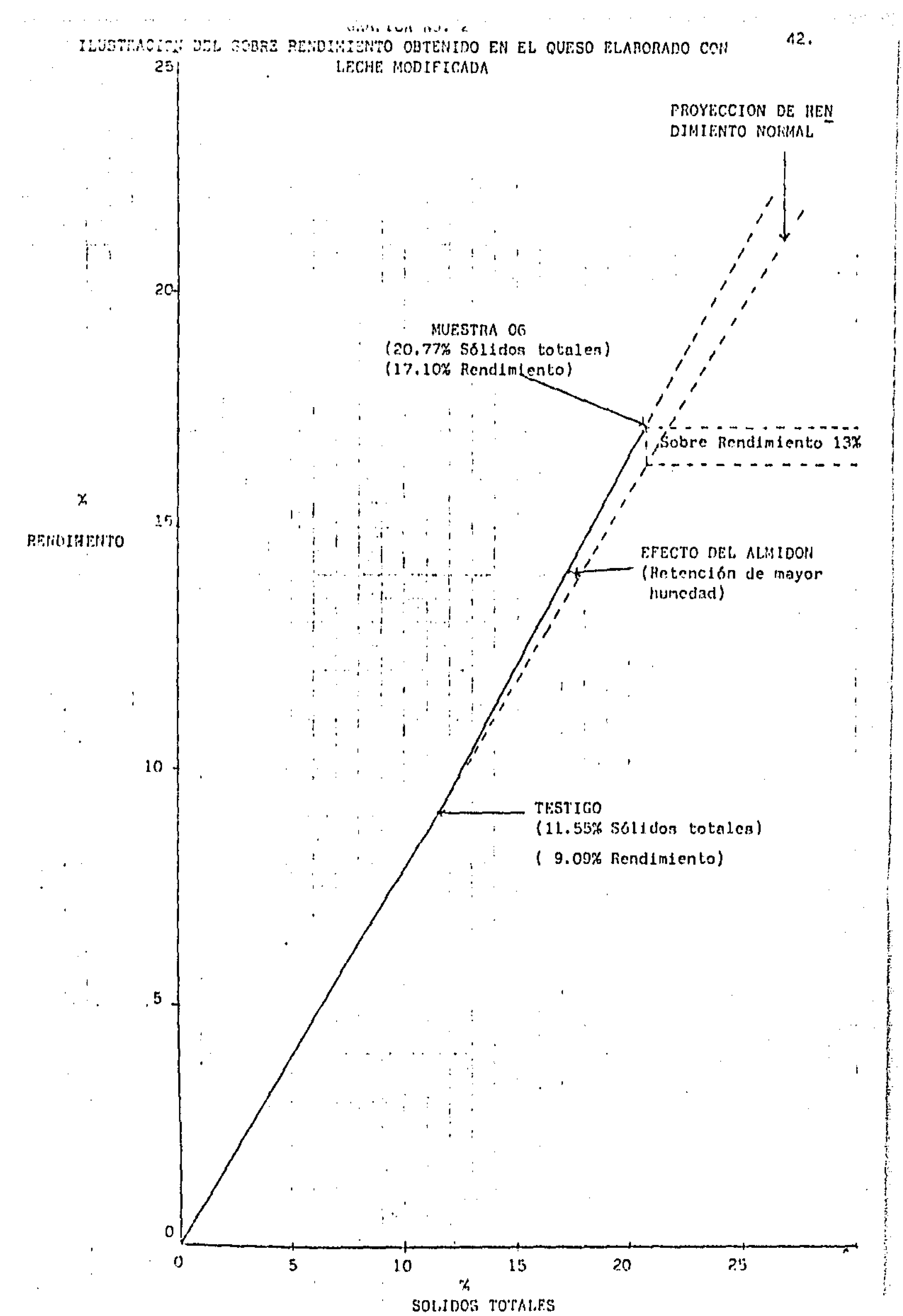
El incremento del 75% de sólidos no grasos adicionados no equivale a - un 75% del rendimiento quesero sino a más.

Esto se explica de la manera siguiente:
La diferencia entre 17.10 menos 9.09 nos da 8.01 en porcentaje resi--- dual adicional, a su vez esta cantidad representa el 88% de incremento del rendimiento (8.01/9.09 = 0.88 0.88 x 100 = 88%).

Es decir, con un 75% del incremento en los sólidos totales obtenemos - un rendimiento mayor del 75%, es decir 88%, por lo que existe un sobre rendimiento de 13%.

Este resultado se ilustra en la Gráfica No. 2.

ILUSTRACION DEL SOBRE RENDIMIENTO OBTENIDO EN EL QUESO ELABORADO CON LECHE MODIFICADA



4. Como podrá observarse en el Cuadro No. 6 existe un ahorro en el costo por kilo de queso obtenido de $199.00 ($1,485.00 - $1,286.00). Este ahorro no solo representa un 13.4% de ahorro en el costo, sino que considerando el nivel de utilidades que puede obtener un fabricante de queso, este porcentaje puede representar de un 38 a un 53% en sus utilidades unitarias, dependiendo del porcentaje de utilidad que se asigne.

Esto se explica porque el nivel de utilidades promedio oscila por regla general entre un 25 y un 35% de la inversión. En nuestro caso la utilidad normal estimada sería entre el 25 y el 35% de $1,485.00. Esto significa un nivel de utilidades entre $371.25 y $519.00 por kilo de queso, de tal manera que los $199.00 adicionales puede representar un incremento del 53 al 38% de las utilidades sobre costos directos de fabricación. Estos porcentajes tienden a disminuir si se toma en cuenta los costos indirectos que aunque elevan el costo unitario puede mencionarse que de cualquier forma el sobre rendimiento señalado puede representar un incremento de las utilidades del 13 al 22% estimativamente.

5. Como puede observarse en el Cuadro No. 5, no existen diferencias significativas en la temperatura de fusión entre los quesos comerciales y la muestra 06 (hecha con leche modificada), pero sí existe diferencia en la textura al enfriarse los quesos.

En la muestra 06, la textura de la caseína no es elástica y no expulsa grasa hacia afuera del queso, en cambio la textura de los quesos comerciales utilizados al enfriarse es elástica y sobre la superficie de éstos aparece una capa de grasa fundida (aceite).

C A P I T U L O V

C O N C L U S I O N E S

1. La muestra 06 que tiene los cultivos lácticos Probat M_4 50% y Cheddar-50% fué la que predominó en la evaluación hecha en las pruebas a nivel laboratorio, como se observa en el Cuadro No. 8 y en la evaluación con las pruebas a escala piloto, como se observa en el Cuadro No. 9, se -- confirmó que fue el mejor cultivo puesto que tuvo un nivel preferen--- cial de 1 (uno) y ésta fue la máxima calificación que se dió.

2. Como puede observarse en la gráfica No. 2, existe un sobre rendimiento de 13%, este sobre rendimiento significa un rendimiento adicional por-el uso de almidón en la fórmula modificada.

3. Con respecto a costos, al haber un sobre rendimiento en el queso del - 13%, hay un ahorro de $199.00 por kilo de queso obtenido.
   Este ahorro equivale a un 13.4% en el costo directo de elaboración, -- lo cual puede representar un incremento de las utilidades sobre costos de fabricación del 38 al 53% sobre costos directos, sin tomar en cuenta algunos costos indirectos que aunque elevan el costo unitario y --- tienden a bajar estos porcentajes relativamente, de cualquier manera - representan un incremento de las utilidades, posiblemente entre 13 y - 22% del costo total.

   Este ahorro por kilo de queso obtenido podría enfocarse de tal manera-que, al vender el queso a los consumidores, éste fuese de un precio -- más económico y por lo tanto, podría llegar a un mayor número de consumidores, beneficiando así a la población.

4. La textura de los quesos elaborados con la formulación modificada, presentó algunas diferencias con respecto a quesos hechos con leche sin - ninguna modificación. Esto probablemente pueda ser ocasionado por una mayor retención de humedad, aproximadamente de un 12 a un 14% en la masa del queso por la hidratación del almidón adicionado, aunque en ---- igualdad de condiciones de escurrido y prensado que los quesos elaborados con leche natural sin ninguna modificación.

La diferencia en la textura consistió principalmente en que la textura de los quesos elaborados con leche modificada con respecto a la normal

resultaron más blandos, con una apariencia de mayor cremosidad, con - menor resistencia al corte sin presentar desmoronamientos y ligera-- mente untuoso.

5.- En cuanto a la fusión del queso elaborado con la leche modificada, - se puede concluir que no existen diferencias significativas en la tem peratura y el tiempo de fusión de éste y las muestras comerciales tal como se puede observar en el Cuadro No. 5.

Después de fundirse los quesos, al enfriarse, en las muestras comer-- ciales la textura es más elástica y la grasa se separa, mientras que- el queso obtenido con la leche modificada su textura no es elástica y la grasa no se separa debido a que fue homogenizada previamente.

En esta prueba hecha en un recipiente de vidrio Pyrex, el queso se -- fundió al máximo, pero si el queso se utiliza en quesadillas o en pla tillos cocinados, no se aprecia sensorialmente la diferencia en la -- textura.

6. El queso que se obtuvo con la fórmula modificada no corresponde es--- trictamente a algún tipo en especial de queso. Si hubiera que identi ficarlo se puede mencionar que se encuentra entre los tipos Chihuahua Cheddar y Manchego.

Con respecto a las normas fisicoquímicas establecidas por la S.S.A. - se aproxima a un queso tipo Cheddar, ya que las normas oficiales para queso Cheddar son para:

Grasa mínimo	-	15%
Proteína mínimo	-	32%
Humedad máximo	-	43%

Mientras que los valores fisicoquímicos que se obtuvieron del queso - elaborado con leche modificada son:

Grasa	-	20%
Proteína	-	37.9%
Humedad	-	36.8%

Como puede observarse, los valores obtenidos del queso modificado so-- brepasan las normas oficiales límite establecidas, lo que implica que- el queso obtenido no disminuyó su valor nutritivo, sino que lo aumentó por los sólidos no grasos adicionados.

7. De las pruebas realizadas se concluye así mismo, que es conveniente experimentar en una forma subsecuente a este trabajo el uso de caseinatos (los cuales no tienen lactosa), e investigar si se obtiene un sobre rendimiento mayor. Así mismo, gran parte de la lactosa de la leche en polvo descremada utilizada se pierde en el suero y sería conveniente experimentar si no existen cambios en el sabor. Puede ser conveniente con esta misma formulación de leche modificada y cultivos lácticos, ensayar otros tipos de queso por ejemplo de tipo fresco, ya que en este tipo de quesos su porcentaje de humedad es mayor que en el queso ensayado aquí.

C A P I T U L O V I

B I B L I O G R A F I A

ALAIS, CHARLES; Ciencia de la Leche; Barcelona, España; CECSA; 1970.

BADUI DERGAL, SALVADOR; Química de los Alimentos; México, D. F.; Alhambra; 1982.

BOLETIN FROMASE TL ENZIMA COAGULANTE; Fro TL-01/81.07 Sp.03; Gist-Brocades nv; Industrial Products Division; Holland.

CANTU VILLARREAL, MARIA CRISTINA; Como hacer quesos en casa; Apaseo el Grande, Gto.; Publicaciones Armel; 1975.

FOSTER, EDWIN; NELSON, EUGENE, et. al.; Microbiología de la Leche; México, D. F.; Herrera; 1965.

SANTOS MORENO, ARMANDO; Bioquímica de la leche y sus productos; Chapingo México; Imprenta Universitaria de la U. A. CH.; 1983.

STANDARD PRODUC RANGE SINGLE-STAIN AND MULTI-STAIN CULTURES; Laborato--- rium Wiesby; GmbH & Co.; West Germany.

VEISSEYRE, ROGER, DR.; Lactología Técnica; Zaragoza, España; Acribia; -- 1980.