

20/11/19



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"**

**FACTORES QUE DETERMINAN LAS PROPIEDADES
INSTANTANEAS DE LAS LECHES EN POLVO"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A :

CARLOS GUILLERMO GUILLEN VALLE



MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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. INTRODUCCION

A. Significado de la Leche en México

II. GENERALIDADES

A. Composición de la Leche

1. Agua
2. Grasa
 - a. Nutrición
 - b. Economía
 - c. Sabor
 - d. Propiedades Físicas
3. Glúcidos
4. Proteínas
5. Minerales

B. Leches en Polvo

1. Propiedades de las Leches en Polvo
 - a. Humedad
 - b. Densidad
 - c. Solubilidad
 - d. Grasa Total
 - e. Grasa Superficial Libre
 - f. Humectabilidad
 - g. Dispersabilidad
 - h. Velocidad de Hidratación
2. Manufactura de Leche en Polvo
 - a. Fabricación en una sola Fase
 - b. Fabricación en dos Fases

C. Leche en Polvo Instantánea.

1. Aptitudes Para la Reconstitución

2. Leche Descremada

3. Leche Entera

D. Aglomeración

III. JUSTIFICACION

IV. OBJETIVOS

V. HIPOTESIS.

VI. METODOS Y MATERIALES

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

VIII. CONCLUSIONES

IX. BIBLIOGRAFIA.

- CUADRO
- 1 PANORAMA INDUSTRIAL
 - 2 COMPOSICION GENERAL DE LA LECHE DE VACA
 - 3 EQUIVALENCIA DE CALIFICACIONES PARA LAS PRUEBAS DE HUMECTABILIDAD Y PENETRABILIDAD
 - 4 INSTANTANEIDAD DE LECHE DESCREMADA
 - 5 EFECTO DE ADITIVOS
 - 6 EFECTO DE LAS SALES DE ACIDOS GRASOS
 - 7 INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DE GRASA BUTIRICA SOBRE LA INSTANTANEIDAD DE LA LECHE EN POLVO
 - 8 EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN LA INSTANTANEIDAD DE LECHE DESCREMADA
 - 9 VARIACION ACEITE-LECITINA-AGLOMERADOS
(LECHE DESCREMADA)
 - 10 SUSTITUCION DE LECHE ENTERA POR LECHE DESCREMADA
 - 11 EFECTO DEL EMPLEO DE LECHE ENTERA CONCENTRADA AL 55% DE GRASA BUTIRICA SOBRE LA INSTANTANEIDAD DE LA LECHE EN POLVO.

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

Las leches en polvo producidas por empresas mexicanas no presentan las propiedades de instantaneidad demandada por el mercado mexicano, por lo tanto, se ven en desventaja frente a empresas transnacionales.

El desarrollo de tecnología nacional para encontrar los factores que determinan el comportamiento de estos productos es importante para las empresas nacionales tanto del sector privado como para-estatal, para hacer más competitivos sus productos.

La leche en polvo presenta un interés considerable porque permite el almacenamiento y el transporte económico de grandes cantidades de extracto seco de leche.

La leche en polvo constituye un excelente alimento de múltiples indicaciones. No solo puede considerarse como leche líquida después de su reconstitución, sino que, bajo la forma de desnatado, es empleada por los fabricante de helados y de pastas alimenticias (1).

A. Significado de la Leche en México.

La producción de la industria lechera presentó una fuerte caída en 1983, con respecto al año anterior, y fue hasta 1985 cuando se presentó una ligera recuperación y se lograron niveles similares a los de 1982, cuadro 1. Sin embargo, la disponibilidad per-cápita anual aún no logra siquiera alcanzar los niveles de 1982.

Con base en los datos oficiales, se puede observar que la recuperación de la industria lechera ha sido lenta y en opinión del Instituto Nacional del Consumidor (INCO), la leche está cada vez más lejana de la dieta familiar.

El instituto sostiene que la producción lechera es insuficiente y el precio del producto es elevado. Mientras no se ataquen estos problemas estructurales, el consumidor seguirá pagando las ineficiencias en la producción y comercialización.

No obstante los constantes incrementos en el precio de la leche, algunos ganaderos, pasteurizadores y fabricantes de envases consideran que la industria se ha visto afectada económicamente por el rígido control de precios.

Particularmente la Confederación Nacional Ganadera (CNG) ha insistido en que la industria lechera Nacional está descapitalizada por que no se fijan oportunamente los precios del producto.

Por otra parte, los ganaderos lecheros dicen que en muchas ocasiones no se les invita a participar en la formulación de estrategias.

Los ganaderos también critican la política del gobierno de incrementar las importaciones de leche en polvo, ya que si bien beneficiarían a la población de escasos recursos, frenan el crecimiento de la

CUADRO 1

PANORAMA INDUSTRIAL

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	1982	1983	1984*	1985**
Producción Total de Leche	Mill. de litros	7,224	7,057	6,860	8,929
Valor Total de la Producción de Leche	Mill. de Pesos	33,021	32,248	31,038	33,994
Disponibilidad Total de la Leche	Mill. de Pesos	8,081	---	8,180	8,565
Disponibilidad per-capita Anual	Litros	110.7	107.2	107.1	109.0
Producción de Leche de Vaca	Mill. de litros	6,929	6,768	7,140	7,209
Valor de la Producción de Leche de Vaca	Mill. de pesos	31,373	30,666	32,791	32,214
Producción de Leche de Cabra	Mill. de litros	301	289	280	316
Valor de la Producción de Leche de Cabra	Mill. de pesos	1,648	1,582	1,708	1,730
Valor de la disponibilidad	Mill. de Pesos	33,933	33,283	33,921	35,128
Importaciones de Leche en Polvo	Mill. de litros	857	968	1,040	1,040
Valor de las Importaciones	Mill. de pesos	917	1,035	1,134	1,134

* Cifras Preliminares

** Cifras Estimadas

FUENTE : Panorama Industrial, 1986 (2)

actividad lechera, se subsidia a productos extranjeros y se descapitaliza a los nacionales.

Leche Industrializada Conasupo (LICONSA) insiste que la leche en polvo que importa se destina a la población de escasos recursos, por lo cual se considera infundada la crítica de los productores.

El presidente de la Cámara Nacional de Productos Elaborados con Leche, argumenta que las importaciones de leche en polvo se emplean como complemento y nunca como sustituto. Además dichas importaciones ya tienden a disminuir, en 1986 se importaron 120,000 toneladas de leche en polvo en comparación con las 150,000 toneladas que se importaron el año pasado.

El cuadro 1 muestra que las importaciones de leche en polvo representan una mínima parte de la producción total, es igual que las erogaciones que se efectúan..A partir de 1986 se irán reduciendo paulatinamente, a la vez que será incrementada la producción en el campo y se promoverá la creación de nuevos empleos.

El hecho es que, al margen de esta polémica, el encarecimiento de la leche ha provocado que cerca de 30 millones de mexicanos jamás la consuman según estimaciones del INCO. (2).

GENERALIDADES

La leche y los productos lácteos han formado una parte de la dieta del hombre desde los lejanos alcances de la historia.

No se sabe con exactitud cuando se domesticaron por primera vez los animales, pero poco después de que el hombre empezó a ser sedentario, éste comienza a cuidar y criar animales.

Todos los mamarios producen leche después del parto de la cría y el hombre ha usado la leche de muchos animales para su alimentación.

La vaca es por supuesto el más importante del tipo de animales que suministran este alimento para el hombre, pero la leche de búfalo, reno y cabra es también muy importante en algunas partes del mundo.

Por muchas generaciones, numerosas familias han mantenido sus propias vacas de las cuales obtienen diariamente la leche, sin embargo, con el incremento de ciudades y el crecimiento de especialidades, se desarrolla la Industria Láctea.

Tanto los gobiernos como las lecherías intentaron desarrollar controles sobre la pureza de la leche desde el punto de vista físico, químico y microbiológico (3).

Se ha generalizado el uso del término leche para aquella de vaca, mientras que las otras se coloca el término de leche precedida de la especie, por ejemplo: leche humana, leche de cabra, etc..

De acuerdo a la F.D.A. del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en Agosto de 1926. La leche es aquella secreción láctea fresca y limpia obtenida de la completa ordeña de una o más vacas sanas, adecuadamente alimentadas y cuidadas, excluyendo la obtenida

15 días antes y 5 después del parto o un período mayor (el que sea necesario para que ésta este prácticamente libre de Calostro) (3).

A. Composición de la Leche.

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal, es conveniente conocer la clase y la cantidad de nutrientes que posee, cuadro 2. La elaboración de productos lácteos demanda también del conocimiento de nuevos productos y así aumentar el consumo (4,5).

1. AGUA DE LA LECHE

El contenido de agua de la leche puede variar de 84 a 89 por ciento; en algunos casos. Una leche normal puede exceder estos límites. El porcentaje de agua es también afectado por la variación en contenido de cualquiera de los otros constituyentes de la leche (4).

2. GRASA

La grasa de la leche es uno de los componentes más importantes de ésta debido a las características que imparte a la leche y derivados.

En la leche se encuentran tres clases de sustancias asociadas:

- a) La materia grasa propiamente dicha, constituida por triglicéridos, que supone alrededor del 98 por ciento del conjunto.
- b) Los fosfolípidos (grasas fosforadas); 0.5 a 1 por ciento.
- c) Otras sustancias "insaponificables" diferentes de las prece-

CUADRO 2

COMPOSICION GENERAL DE LA LECHE DE VACA

Macrocomponentes	% Aproximado	Microcomponentes
Grasa	3.75	Algunos diglicéridos pero principalmente triglicéridos (C ₄ - C ₁₈ , C ₁₈₋₁ , C ₁₈₋₂ , C ₂₀₋₂ y C ₂₀₋₃).
Lípidos	0.05	Lecitina, cefalina, esfingomielina.
Proteínas	3.38	Caseínas 2.78% α- caseína 1.67% β- caseína 0.62% γ- caseína 0.12% κ- caseína 0.37% Proteínas Suero 0.60% α- lactoalbúmina 0.13% β- lactoglobulina 0.35% albúmina sérica 0.04% trazas de otras sustancias nitrogenadas.
Lactosa	5.00	Azúcar de la leche.
Sales	0.90	Calcio, magnesio, sodio, potasio, fosfatos, cloruros, sulfatos (fierro, manganeso, cobre, cobalto, minerales, etc)
Agua	87.00	

FUENTE : Pérez-Gavilán, (5)

dentes desde el punto de vista químico, pero insolubles en el agua y solubles en las grasas: alrededor del 1 por ciento.

Las sustancias de estos dos últimos grupos se encuentra en pequeñas cantidades; a pesar de ello tienen gran importancia en lo que concierne a las propiedades físicas (fosfolípidos) o biológicas (insaponificables) de la grasa de la leche.

Los lípidos se encuentran dispersos en la leche en forma globular. Esta dispersión es inestable, y las sustancias que la componen son las más fáciles de extraer de la leche sin modificar los otros componentes.

La grasa interviene directamente en :

- a. Nutrición
- b. Economía
- c. Sabor
- d. Propiedades Físicas (en leche y subproductos)

a. Nutrición. El valor nutritivo de la grasa de la leche es sustancial :

- En comparación con las otras grasas, es una fuente rica de energía y rinde aproximadamente 9 kilocalorías por gramo de grasa.
- Sirve como medio de transporte de las vitaminas liposolubles (A, D, E, K).
- La grasa de la leche contiene cantidades significantes de los pseudo-llamados ácidos grasos esenciales (Linoleico y araquidónico).

b. Economía. Anteriormente el precio de la leche generalmente fue basado en su contenido de grasa y la leche descremada fue usada principalmente como alimento de animales. Este cuadro ya ha cambiado pero, sin embargo, la grasa todavía juega un papel muy importante en el precio de la leche, comparada con los otros constituyentes de la misma.

c. Sabor. Es uno de los papeles más importantes que tiene la grasa en los productos lácteos. El rico y agradable sabor de la grasa que tienen la leche no puede ser imitado o duplicado por ninguna otra clase de grasa. También la grasa es importante por los malos sabores que puede dar origen.

d. Propiedades Físicas. La textura de los productos lácteos, para muchos consumidores, está íntimamente relacionado con el sabor.

La grasa imparte suavidad, finura y agradable sensación. A falta de ella el producto sería desabrido, duro, arenoso o aguado (4)

3. GLUCIDOS.

La lactosa es el único glúcido libre que existe en cantidad importante en todas las leches; es también el componente más abundante, el más simple y el más constante en proporción. Predomina ampliamente en la leche humana (65 g/l o sea más de la mitad del extracto seco). Es también el componente más abundante de la leche de vaca y de cabra.

En la leche de vaca, el contenido de lactosa varía poco, entre 48 y 50 g/l. El factor más importante que reduce la secreción de lactosa es la infección de la mama.

4. PROTEINAS.

Las sustancias nitrogenadas encontradas en la leche son muy numerosas y variadas. Anteriormente se les clasificaba según su comportamiento frente a diferentes agentes precipitantes: caseína, globulina, albúmina, proteasa-peptona y sustancias nitrogenadas no proteicas.

La caseína es un complejo de proteínas fosforadas y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche.

La caseína precipita solo cuando se acidifica la leche hasta $\text{pH} = 4.6$ o cuando se encuentra bajo la acción de una enzima específica; el cuajo. Por ello se le ha llamado "Proteína insoluble" de la leche. Es la fracción nitrogenada más abundante en la leche.

5. MINERALES.

Los minerales se encuentran en todas las leches en una proporción que varía de 3 a 10 g/l. En mayor proporción se encuentran: Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Cloro, Fosfatos, Citratos, Sulfatos, Bicarbonatos. En pequeñas cantidades se encuentra Hierro, Cobre, Aluminio, Zinc, Manganeso, Cobalto e Iodo (4,6).

B. Léches en Polvo.

Cuando se produce leche en polvo para uso comercial, ésta tendrá que llenar ciertos estándares tanto físicos, químicos y microbiológicos. Por lo tanto es vital, para una producción adecuada, el disponer del análisis de polvos para conocer si éstos cubren los requerimientos, frecuentemente decididos por las autoridades oficiales de exportación y de gobierno y si no como se pueden alterar los parámetros

de secado para cambiar las propiedades, para que entren dentro de los estándares conocidos (1).

1. PROPIEDADES DE LAS LECHE EN POLVO.

a. Humedad. Los requerimientos de humedad residual para la leche descremada en polvo es usualmente de 4 por ciento y para la leche entera es usualmente de 2 a 5 por ciento, aunque existen variaciones de país a país.

El contenido de humedad tendrá una influencia en la conservación de la calidad del polvo. Un alto contenido de humedad disminuirá la conservación de la calidad, ya que las proteínas se desnaturalizan y la lactosa (la cual se encuentra en estado amorfo) cristalizará, causando que se incrementen los ácidos grasos libres en la leche entera en polvo. La reacción de Millard, que es una reacción entre aminoácidos y lactosa, se vuelve más pronunciada y el polvo puede igualmente volverse granuloso (8). La humedad se puede controlar por la temperatura de salida del secador o aplicando más calor al vibrofluidizador. La absorción del agua debe eliminarse y se recomienda una rehumidificación del aire de enfriamiento, en las áreas húmedas.

El material de empaque debe de ser de tal calidad que solo muy poco vapor pueda penetrar a la bolsa o contenedor, como siempre hay alguna difusión de vapor (y la dirección de la difusión está determinada por la presión de vapor del agua.), Se recomienda almacenar el polvo en lugar frío y seco donde la presión de vapor de agua será baja.

La humedad residual se determina por el método simple de secado en estufa. El polvo se seca a 102 - 105 °C por 3 horas. La diferencia

en peso se determina y se calcula el porcentaje de humedad del polvo pesado.

Se han desarrollado varios métodos rápidos para la determinación de humedad, éstos generalmente trabajan con lámparas de voltaje como fuente de calor, que puede ser ajustada. Este tipo de equipo nunca será tan exacto como el método de secado en estufa, pero es de gran ayuda durante la operación en la planta, ya que el operador puede tener una respuesta rápida de laboratorio que le permite encontrar los parámetros de secado adecuados (8).

b. Densidad. La densidad es una propiedad importante desde el punto de vista económico, comercial y funcional. Cuando los polvos son enviados a grandes distancias, los productores naturalmente se interesan en una alta densidad para reducir los volúmenes de embarque. Una alta densidad también reduce los requerimientos de material de empaque y capacidad de almacenamiento.

Para algunos polvos, el objetivo es reducir la densidad (obtenida por aglomeración) por razones ópticas. La densidad es también una importante característica de los polvos influyendo en las propiedades de instantaneidad.

La densidad se define como el peso de un volumen dado del polvo y es expresado en g/ml, g/100 ml, g/lt. El valor recíproco es el volumen de masa, el cual se expresa en ml/100 g o ml/g.. El volumen de masa se usa generalmente cuando se utiliza la determinación en un vaso cilíndrico graduado. Así se mide el volumen que ocupa 100 g de polvo en el cilindro. En el otro método de densidad, se mide el peso

de 100 mililitros de polvo dentro del cilindro (8).

La densidad de la leche en polvo es una propiedad muy compleja, ya que es el resultado de muchas otras propiedades, sin embargo, los factores que determinan principalmente la densidad son:

1) Densidad de las partículas dada por :

a) densidad de los sólidos

b) Contenido de aire ocluido dentro de las partículas

2) Cantidad de aire intersticial

3) Fluibilidad.

1) Densidad de las partículas.

La densidad de las partículas es dada por la densidad de los sólidos del polvo y del aire ocluido de las partículas. La densidad de los sólidos del polvo expresa la densidad de los sólidos sin ningún aire y es dado por la composición del polvo, cuando se conoce la composición y la densidad individual de cada componente, se puede calcular la densidad de los sólidos (D_s) usando la siguiente formula:

$$D_s = \frac{100}{(\%A/DA)(\%B/DB)(\%C/DC) \dots + \%W}$$

de donde :

$\%A$, $\%B$, $\%C$ = por ciento de la composición de sólidos

DA , DB , DC = a la densidad de los sólidos

$\%W$ = por ciento de humedad del polvo

La densidad de varios componentes típicos de la leche es la siguiente:

Sólidos libres de aire y humedad	Densidad a 20 °C (g/ml)
Grasa de la leche	0.94
Sólidos no grasos de la leche	1.52
Complejo fosfato-caseinato de calcio	1.39
Lactosa amorfa	1.52
β - lactosa	1.59
α - lactosa monohidratada	1.545
α - lactosa anhidra	1.545

La densidad de los sólidos del polvo no se puede cambiar sin alterar su composición y es por lo tanto constante para un producto dado (8).

El contenido de aire ocluido está influido por varios factores:

- a) Temperatura de pasteurización de la leche antes de la evaporación
- b) Cantidad de aire concentrado
- c) Capacidad de formación de espuma del concentrado
- d) Contenido de aire en el concentrado
- e) Condiciones de secado.

2) Cantidad de aire intersticial:

Esta es una propiedad muy compleja, cuanto menor es el aire intersticial, mayor es la densidad.

La cantidad de aire intersticial esta determinada por la distribución de tamaño de partícula y el grado de aglomeración.

Un polvo con partículas del mismo tamaño sería ideal desde el

punto de vista de secado , pero indeseable desde el punto de vista de densidad, ya que el espacio de aire entre las partículas será muy grande, resultando así una baja densidad. Lo ideal es una amplia distribución de tamaño de partícula con suficientes partículas pequeñas para llenar los espacios externos entre las partículas medianas y grandes, resultando así un polvo con una alta densidad (8).

3) Fluibilidad.

La fluibilidad de un polvo aún no se comprende completamente. Dos polvos sin fluidez que se mezclan entre sí, no necesariamente darán uno sin fluidez.

Una buena fluibilidad se obtiene de las partículas grandes y de los aglomerados sin partículas pequeñas. Esto sin embargo, tenderá a decrementar la densidad de masa.

También las partículas superficiales juegan un papel muy importante, especialmente el contenido de grasa libre.

c. Solubilidad.

La leche en polvo obviamente tiene que ser soluble en agua, sin embargo, no todos los componentes del polvo son redisueltos cuando se reconstituye en agua. En los polvos producidos en los modernos secadores, esta cantidad es muy pequeña y son cerca del 100 por ciento solubles. Sin embargo aún son producidos polvos con una mala solubilidad.

El método para medir la solubilidad es muy simple, bien definido y fácil de llevar a cabo. 10 gramos de leche en polvo descremada ó 13 gramos de leche entera ó 6 gramos de suero de leche en polvo, se mezclan con 100 mililitros de agua a 24 °C, aproximadamente, con agi-

tación alta por 90 segundos. Entonces se deja 15 minutos , después de lo cual se agita con una espátula. Se ponen 50 mililitros en un tubo de centrifuga graduada, la cual es centrifugada durante 15 minutos y el líquido libre de sedimento se saca y se llena de nuevo el tubo con agua, el contenido se mezcla y se vuelve a centrifugar por 5 minutos después de lo cual se lee el sedimento.

El sedimento se expresa en mililitros y se denomina índice de solubilidad. Este es usualmente de menos de 0.1 mililitros para leche en polvo de buena calidad (8).

d. GRASA TOTAL.

El contenido de grasa total de la leche entera en polvo es cuestión de estandarización de la leche cruda antes de su procesamiento. La estandarización se lleva a cabo ya sea por la adición de leche descremada o quitándole crema a la leche, dependiendo del contenido de grasa en la leche cruda y el contenido de grasa deseada en el polvo. Para la adecuada determinación de la grasa en la leche entera en polvo se usa el método de Rose-Gattlier y para una determinación rápida se usa el método de Gerber (8).

e. GRASAS SUPERFICIALES LIBRES.

En la leche entera en polvo, la grasa se encuentra en forma de glóbulos finos cubiertos con una sustancia membranosa y está distribuida frecuentemente en las partículas. Sin embargo, no toda la grasa se denomina grasa libre y tiene una influencia directa sobre la vida de anaquel del polvo y es directamente responsable de una humecta-

ción superficial cuando el polvo se mezcla en agua fría.

Para la determinación de grasa libre en el polvo, se mezclan 10 gramos de polvo y 50 mililitros de cloroformo lentamente por 15 minutos. La mezcla se filtra y 25 mililitros del filtrado se evaporan, se pesa el residuo y se calcula el porcentaje de grasa total o más comúnmente en base al polvo (8).

f. HUMECTABILIDAD

La humectabilidad es una medida de la habilidad del polvo para ser humedecido con agua a una temperatura dada. Este método analítico solo se usa cuando se producen polvos instantáneos. Es obvio que la humectabilidad depende de la superficie de los aglomerados o partículas sencillas.

En general, la humectación es un proceso en el cual la fase gaseosa de la superficie de la fase sólida es remplazada por una fase líquida. Estas tres fases coexisten durante algún tiempo, tal que no solo es posible sino usualmente inevitable cierta cantidad de intermezclas y soluciones (principalmente de la fase sólida y líquida).

La leche en polvo se debe considerar como una superficie compuesta, con superficies encerradas conectadas por puentes (uniones), más o menos estables para formar una red capilar compleja. Para simplificación, se discutirá primero el mecanismo de humectación de una superficie simple (17).

El factor determinante para la completa humectación es la tensión interfacial entre las partículas de superficie y el agua. Las partículas de la leche en polvo descremada usualmente serán fácilmente

te humectadas (a condición de que tengan menos de 0.03 por ciento de grasa sobre la superficie), ya que el material principal del polvo es la lactosa (forma amorfa) y proteínas, ambos absorben agua rápidamente.

Sin embargo las partículas de la leche entera en polvo están siempre cubiertas por una capa de grasa, haciéndolas repelentes al agua. La cantidad de esta grasa superficial libre varía entre 0.3 y 0.5 por ciento de polvo. Esta repelencia al agua de las partículas a causa de su cubierta de grasa se puede vencer y conseguir una tensión interfacial, facilitando la humectación, por adición de agentes activos de superficie (tensoactivos) para la grasa superficial libre. Durante años se sabe que los fosfolípidos tales como la lecitina son adecuados para este propósito. La lecitina tiene la ventaja de ser un producto natural y también un componente natural de la leche y siendo tanto lipofílica como hidrofílica ésta puede absorber agua.

Cuando las partículas han sido humectadas, los componentes individuales del polvo de leche empieza a disolverse y dispersarse forman do así una solución concentrada de leche alrededor de las partículas. Al mismo tiempo las partículas empiezan a hundirse al fondo, pero se debe mencionar que, para que las partículas se hundan su densidad debe ser mayor que la del agua.

La densidad de las partículas depende de su composición y la cantidad de aire ocluido. Durante las primeras etapas de reconstitución, la densidad de las partículas se decremento principalmente debido a que la lactosa y los minerales, que son los componentes de la leche más pesados, empiezan a disolverse más rápidamente que otros componentes.

Al mismo tiempo se incrementa la densidad de la solución debido a la disolución de la lactosa tal que se reducen las diferencias en las densidades entre las partículas y el líquido circundante. La densidad de la partícula puede aún volverse la misma o menor densidad que la del líquido, tal que después del hundimiento inicial las partículas empiezan a subir de nuevo. Así, para prevenir ésto, la densidad de las partículas debe ser alta y el contenido de aire ocluido debe ser bajo.

La reconstitución de una masa de polvo es más complicada. Como se mencionó, el polvo es una superficie compuesta, con un gran sistema ramificado de capilares de varias dimensiones y un patrón geométrico, teniendo diferentes efectos de atracción capilar.

Bajo estas condiciones, debe haber humectación no solo sobre la superficie del agua sino también de las partículas situadas encima de la superficie mediante la extracción del agua hacia ellas por atracción capilar. Muy frecuentemente, este reemplazamiento del aire intersticial por agua, através de la penetración capilar, es incompleto así, es insuficiente la cantidad de penetración de agua tal que quedan burbujas de aire entre las partículas humectadas. De esta manera, se tienen las 3 fases simultáneamente coexistiendo en varias concentraciones.

Esta coexistencia es muy dañina debido a que después de un poco tiempo, el espacio entre las partículas se va llenando con leche de diferentes concentraciones (incluso altas) produciendose una jalea pegajosa con islas de polvo sin humectar y aire residual, además que se crean grumos que son húmedos e inflados afuera y secos adentro. Como estos son impenetrables al agua, es extremadamente difícil su comple-

ta reconstitución aún con fuerte agitación.

Para obtener una completa reconstitución en un tiempo razonablemente corto y con un mínimo esfuerzo, es necesario eliminar la penetración capilar del agua dentro del polvo. El efecto capilar, depende de la estructura del polvo tal como, el tamaño de los aglomerados, el tamaño y la cantidad de las partículas no aglomeradas, la cantidad de aire intersticial y del área superficial del polvo.

La penetración del agua dentro del polvo, se elimina fácilmente cuando el polvo de leche contiene grandes aglomerados. La aglomeración se controla por el punto de introducción de finos a la cámara y la cantidad de polvos reciclados. Los sólidos mayores y largos, básicamente partículas también promueven la aglomeración, la cual para algunos polvos debe ser compacta y para otros floja.

El procedimiento analítico es sencillo y fácil de llevar a cabo. Se vierten 10 gramos de leche descremada en polvo o 13 gramos de leche entera en polvo dentro de 100 mililitros de agua a una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se mide el tiempo que se requiere para que todo el polvo se humecte.

La leche descremada en polvo, para poder denominarse instantánea, debe humectarse dentro de 15 segundos. Para la leche entera, no existe ningún requerimiento, pero muchos productores de leche entera instantánea, consideran el mismo estándar que el de leche descremada. Sin embargo para el proceso subsecuente de dispersión, especialmente en el caso de la leche entera en polvo, es ventajoso que la humectabilidad sea de unos 30-60 segundos (8,9).

g. DISPERSABILIDAD.

Otra propiedad importante de los polvos instantáneos es su habilidad para dispersarse en agua mediante una agitación suave. Esto significa, que el polvo debe de desintegrarse en aglomerados, los cuales deben nuevamente desintegrarse en partículas básicamente sencillas.

Para obtener una buena dispersabilidad del polvo es necesario que éste se humecte y que la aglomeración sea óptima, tal que no deben estar presentes partículas finas.

Los métodos analíticos son muy difíciles de definir y de llevar se a cabo y su reproductibilidad es muy pobre. Existen numerosos métodos y no se pueden comparar los resultados.

Un método simple es vertir 10 gramos de leche descremada en polvo o 13 gramos de leche entera en polvo dentro de 100 mililitros de agua a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y entonces, se agita manualmente con una cuchara de té hasta que el polvo se disperse sin dejar ningún grumo en el fondo del vaso, determinandose el tiempo requerido para que ésto suceda.

Después de alguna instrucción, la reproductividad de este método no es tan mala y resulta rápido, además, tiene la ventaja de que ésto es lo que una ama de casa realiza cuando requiere preparar un vaso de leche(8).

h. VELOCIDAD DE REHIDRACION.

Cuando las partículas de polvo se dispersan uniformemente en el agua, se empiezan a disolver. Usualmente la disolución comienza ya desde el primer contacto con el agua y así la humectación, dispersión y la disolución o hidratación ocurren simultáneamente. La habilidad del polvo para disolverse completamente, se expresa como índice de so

lubilidad. Sin embargo el método para determinar éste requiere de una fuerte agitación mecánica seguida de un reposo de 15 minutos, mientras que la idea de polvo instantáneo presenta a los consumidores la posibilidad de preparar leche reconstituida en un corto tiempo y mediante una agitación manual. Así el procesamiento de reconstitución es aquel utilizado en la prueba de dispersabilidad. Sin embargo, en esta etapa, el polvo se puede disolver solo parcialmente.

Para llenar la brecha entre los dos métodos, se puede aplicar una modificación a la prueba de solubilidad para la determinación de la velocidad de hidratación, especialmente para las leches enteras en polvo. En este método, se agregan 0.05 gramos de polvo en un vaso ordinario de índice de solubilidad conteniendo 50 mililitros de agua. El vaso es invertido un determinado número de veces, después de lo cual se centrifuga. El sedimento resultante se utiliza en el cálculo de la velocidad de hidratación. (8).

2. Manufacturas de Leches en Polvo.

Las leches en polvo que se encuentran en el comercio son de muy diversas calidades. Los polvos que se producían antes no eran utilizables para el consumo humano; pero durante estos últimos años se han realizado grandes progresos en el método de fabricación. La idea que priva es que la leche en polvo reconstituida debe tener las cualidades de la leche pasteurizada, cualquiera que sean las condiciones de conservación del polvo (tiempo, clima, etc.).

Sea lo que sea, las cualidades que se exigen a una buena leche en polvo son las siguientes:

- 1) Solubilidad. Una buena solubilidad permite obtener fácilmente una solución homogénea, exenta de partículas macroscópicas
- 2) Sabor. Un sabor agradable, lo que implica la ausencia de defectos muy comunes (sabor a cocido, oxidado, rancio, sosa, etc.).
- 3) Valor Nutritivo. Inalterado y de calidad higiénica garantizada (6).

El método de desecación tiene una influencia determinante sobre las propiedades de la leche en polvo (9,10,11).

Existen dos métodos de fabricación que se aplican generalmente a la leche previamente concentrada.

La fabricación puede realizarse en dos métodos :

- a. Fabricación de una sola fase
- b. Fabricación en dos fases.

a. FABRICACION EN UNA SOLA FASE. .

En una sola operación se obtiene un polvo cuyas partículas, en su mayor parte, son de gran tamaño y constituyen conglomerados rápidamente solubles. Las Partículas demasiado finas se eliminan mecánicamente. Actuando sobre el grado de concentración de la leche desnatada, se puede regular las dimensiones y la homogeneidad de los gránulos de polvo:

Se ha visto que aumentando el grado de concentración, es posible obtener un polvo más pesado, que se moja fácilmente y se dispersa mejor (1,10).

Pero la técnica de pulverización sigue dominando la regulación del tamaño de partícula o gránulos de polvo. Por ejemplo: si se disminuye la presión de pulverización se rebaja la velocidad de rotación de la cabeza atomizadora o, si se utiliza toberas de inyección de gran diámetro, se favorece la formación de partículas grandes (8,11).

Sin embargo, estas técnicas presentan el inconveniente de disminuir la capacidad de la instalación porque estas grandes partículas exigen para su desecación un tiempo más largo o una temperatura más elevada. En efecto, si se pulveriza un litro de leche en gotitas de 10μ de diámetro, la superficie obtenida es de 600 m^2 . Ahora bien, los tiempos de secado de 2 muestras varían de 1 a 100 (0.06 y 6 segundos, respectivamente) de gotitas de 10μ . De ello resulta que, para una capacidad de tratamiento dado el secado de las partículas de gran diámetro exige una instalación de mayores dimensiones.

En algunos procedimientos Niro (1982) la técnica de extracción del polvo de la base de la torre juega un papel muy importante. Si se conduce la desecación de manera que el contenido en agua de las partículas no sea inferior al 8 - 12 por ciento a la salida de la cámara de desecación, se obtiene una proporción importante de partículas que presentan una excelente aptitud para la reconstitución. Pero en las instalaciones convencionales, el transporte neumático de estas partículas a través de largas tuberías provistas de codos ocasiona una disgregación de los aglomerados y la formación de pequeñas partículas que no presentan las características de solubilidad deseables. Por lo tanto, es necesario evitar la disgregación de los aglomerados. Para ello, se recoge el polvo de la salida de la torre en un fluidificador de tamiz vibratorio que se compone de varias secciones. La primera, está alimen

tada con aire a la temperatura de salida de polvo (80 - 85 °C) con el fin de estabilizar los aglomerados que salen de la torre, la segunda está atravesada por un aire más caliente (100 - 110 °C) para completar la desecación de las partículas (3.5 - 4 por ciento de humedad), la tercera recibe aire frío para enfriar el polvo (30 - 35 °C).

La velocidad de las diversas corrientes de aire que atraviesan el tamiz del fluidificador está regulada para que las partículas demasiado finas sean arrastradas al exterior. Estas partículas son recogidas en un pequeño colector ciclónico desde donde se inyectan en la torre principal para que se agreguen a las partículas en vías de formación. En estos procedimientos se trata de obtener cerca del 50 por ciento de partículas finas a la entrada del fluidificador con el fin de disponer de un número suficiente para efectuar la reaglomeración (8,18,19).

2. FABRICACION DE DOS FASES

Los procesamientos propios de este método consisten en hacer pasar el polvo ordinario por un tratamiento suplementario adecuado denominado instantaneización.

Este tratamiento comprende :

- a) Una humidificación tendente a aglomerar las partículas de polvo y hacer cristalizar la α -lactosa ;
- b) Un nuevo secado, seguido de una refrigeración;
- c) un calibrador de partículas.

Los procedimientos de fabricación en dos fases se distinguen según la humidificación y el secado se realice en un mismo aparato o

en distintos.

En el primer caso (ejemplo, procedimiento Blawknox) el polvo llega en capa fina impulsado por un movimiento vibratorio a la parte superior de una cámara cónica. Las partículas son primeramente humidificadas por vapor a baja presión y luego, en la parte interior son desecadas hasta 38 por ciento de humedad por una turbulenta corriente de aire a 115- 138 °C. A la salida de la cámara, el polvo es calibrado en un tamiz rotatorio.

en el segundo caso (ejemplo procedimiento de Cherry Burrel) el polvo se trata primero por una corriente de aire humedo que circula a gran velocidad en un tubo llamado aglomerador. Gracias a la turbulencia y a la humedad, las partículas finas se aglutinan en glomérulos de 7 a 15 mm de diámetro, Estos glomérulos son seguidamente separados en un ciclón colector donde se depositan por acción de gravedad. Su tasa es del 10 al 20 por ciento.

El polvo así humidificado y aglomerado pasa a un tubo de diámetro creciente llamado redesecador empujado por un torbellino de aire caliente (132 - 148 °C), que circula a gran velocidad, hasta un segundo ciclón colector. El polvo tiene entonces un 2.5 a un 3.6 por ciento de humedad. Esta fase es la más importante y la más delicada de la fabricación. A la salida del ciclón colector, el polvo es enviado por medio de una válvula rotatoria a un refrigerador vibrador, consistente en un tamiz vibratorio atravesado por una corriente de aire frío. El producto acabado es dirigido finalmente a una temperatura de 43 °C a los cilindros calibradores.

El procedimiento Laguiharre hace intervenir un aparato llamado

reactor, en el cual el polvo es humidificado por el vapor antes de ser recogido en un colector ciclónico y después enfriado en un refrigerador vibrador que separa las partículas finas.

Por último, en el procedimiento de atomización Niro, el polvo convencional se aglomera mediante humidificación en una pequeña cámara cilindro cónica y después es secado y enfriado en un lecho fluidificado vibratorio.

Independientemente del modo de instantaneización utilizado, el polvo tiene que responder a ciertas características. Debe de preceder de una leche de excelente calidad y no debe haber sufrido un almacenamiento prolongado (60 días como máximo en Estados Unidos). Su contenido de agua debe ser inferior al 3 por ciento y su índice de solubilidad de agua lo más bajo posible. No tiene que contener grumos, ni partículas quemadas. Sus cualidades organolépticas deben ser satisfactorias y su contenido de microorganismos poco elevado (menos de 5,000 microorganismos por mililitro de leche descremada reconstituida en Estados Unidos). Finalmente debe ser del tipo de baja temperatura, es decir, obtenida a partir de leche descremada concentrada a una temperatura que no exceda de los 65 °C con objeto de respetar el estado físico-químico de las proteínas solubles en el suero (1,6,10,11).

C. Leches Instantáneas.

Durante las últimas décadas ha ido creciendo el mercado para polvos que son instantáneamente solubles en agua fría.

Ordinariamente los polvos no aglomerados tienden a formar grumos cuando se mezclan con agua, y si no se aplica una agitación mecánica.

nica fuerte, puede dar una mezcla no homogénea que no es atractiva al consumidor.

Se sabe desde hace tiempo que un polvo aglomerado, donde las partículas sencillas han formado granulos mayores, cuando se mezclan en agua poseen propiedades completamente diferentes a los polvos ordinarios.

1. APTITUDES PARA SU RECONSTITUCION

Entre las principales propiedades de la leche en polvo que regulan su aptitud para la reconstitución mediante la adición de agua, se encuentra la humectabilidad, es decir, la capacidad de penetrar rápidamente en el agua; su dispersabilidad y solubilidad, todas estas propiedades están ligadas entre sí, así las partículas no humectables penetran difícilmente en el agua, no pueden dispersarse y por lo tanto, no se disuelven. La composición de las partículas es una de las más importantes, un alto contenido de grasa, la presencia de glicéridos de alto punto de fusión y la existencia de grasa libre son factores desfavorables para una humectabilidad y dispersabilidad adecuadas.

Los caracteres físicos del polvo también intervienen en la aptitud para la reconstitución. La humectabilidad y dispersabilidad aumentan con el tamaño de las partículas. La humectabilidad y penetrabilidad también se ven mejoradas con el aumento del peso específico ya que se pueden vencer más fácilmente la tensión superficial del agua, también se ha observado que las partículas que tienen una superficie irregular presentan una mejor humectabilidad que las esféricas. Las

condiciones en que se efectúa la reconstitución también juegan un papel. La temperatura del agua es el factor más importante. La humectabilidad, dispersabilidad aumentan cuando la temperatura del agua es de 20 a 50 °C y disminuye a temperaturas superiores.

En la leche entera hay un aumento sensible de la dispersabilidad entre 32 y 38 °C, es decir, en la zona de temperatura que corresponde al punto de fusión de la grasa (1,13).

2. LECHE DESCREMADA INSTANTANEA

Para obtener una leche descremada en polvo con buenas propiedades de instantaneidad, la aglomeración juega la parte más importante (9).

La humectación y dispersión en agua de las partículas de un simple polvo de leche descremada no es problema, ya que las partículas se disuelven rápidamente. Si se pone una masa de polvo de leche descremada sin aglomerar en agua, el primer polvo que se pone en contacto con el agua se disolverá formando una película concentrada impermeable al agua así que se detiene la humectación. La mezcla resultante será difícil de dispersarse quedando sobre la superficie del agua grumos húmedos con polvo seco adentro.

Para eliminar esta rápida humectación de las partículas, estas se aglomeran reduciéndose así la superficie de contacto. Esta superficie también se puede reducir por las partículas básicamente mayores, sin embargo, a riesgo de un mal índice de solubilidad. Además las propiedades de instantaneidad, especialmente la humectabilidad, se mejora si los aglomerados son compactos tal que se prolongue el proceso

de absorción de humedad y disolución permitiendo una dispersión en el agua de los aglomerados después de la cual se lleva a cabo la disolución final.

Es necesario decir que el polvo debe además tener un buen índice de solubilidad.

La aglomeración se mejora por :

- 1) Un alto contenido de sólidos en el concentrado
- 2) Partículas básicamente mayores
- 3) Incrementar la cantidad reciclada de finos.

3. LECHE ENTERA

En el caso de leche entera en polvo, se requiere que el agua este a más de 40 °C, ya que las partículas de leche entera están cubiertas por una delgada capa de grasa que hace que el polvo sea repelente al agua fría. Sin embargo, en la última década, ha habido un incremento en la demanda de leche entera en polvo instantáneo en agua fría de manera que además de la aglomeración es necesario aplicar un agente de superficie (tensoactivo) (14). Para este propósito, se disuelve lecitina en grasa butírica para hacer un líquido. La razón es que la lecitina es componente natural de la leche, además que es funcionalmente superior consiguiendo las propiedades de instantaneidad. La grasa butírica se elige también por ser un componente natural de la leche.

Uno debe estar consciente que una alta cantidad de grasa total libre junto con una alta cantidad de lecitina mejora la humectabilidad, pero por otro lado afecta seriamente la dispersabilidad. La

estructura del polvo y el grado de aglomeración también son importantes. Polvos pobremente aglomerados requieren una mayor cantidad de agente humectante que los productos bien aglomerados (1,8,9,13).

d. Aglomeración.

Ya que muchos polvos se pueden volver instantáneos por la sola aglomeración, en los últimos años se han desarrollado muchos procesos para aglomerar polvos ordinarios consistentes de partículas simples usualmente producidas en plantas con un sistema de transportación pneumática

Las principales características del proceso de aglomeración son :

- 1) Humectación
- 2) Aglomeración
- 3) Re-secado
- 4) Enfriamiento
- 5) Tamización

1) Humectación

La humectación de la superficie de las partículas se puede hacer con aire húmedo, vapor o atomización de agua tanto pura o con sólidos de leche, azúcar u otros componentes solubles. El agua además puede contener aditivos tales como vitaminas (hidrosolubles), minerales o colorantes o agentes activos de superficie (tensoactivos). La atomización del agente humectante se puede llevar a cabo por medio de boquilla o un atomizador rotatorio, si se utiliza un atomizador rotatorio con dos tubos de alimentación, se puede usar una combinación de agua y vapor o usar dos agentes humectantes que no pueden ser mezcla-

dos por varias razones.

Si el producto por si solo es insoluble, se puede usar un adhesivo con el agente humectante.

2) Aglomeración.

La aglomeración es por medio de la cual las partículas húmedas y pegajosas colisionan debido a la turbulencia y se adhieren unas a otras formando aglomerados.

Como los polvos con diferentes composiciones no se comportan en la misma forma durante el proceso de rehumectación y aglomeración, se necesita diferente equipo para obtener una aglomeración óptima.

En principio, hay dos maneras de llevar a cabo la aglomeración por :

a) Aglomeración de Gota

b) Aglomeración de Superficie

a) Aglomeración de Gota.

En el proceso de aglomeración de gota, las partículas de polvo se humedecen con gotas de líquido atomizadas, por medio de una boquilla o atomizador rotatorio, mientras se encuentran suspendidas en el aire. El polvo puede ser introducido alrededor del atomizador rotatorio o boquilla, por medio de gravedad o aire a presión.

En la actualidad la aglomeración se lleva a cabo por colisión de las partículas sencillas humedecidas y pegajosas es su superficie

Algunos polvos, que contienen un alto contenido de grasa y azúcar, se hacen tan pegajosos cuando se humedecen que se desarrollan pesados depositos (aglomerados).

El proceso de aglomeración por goteo se usa especialmente para

polvos que contienen grasa como la leche entera en polvo y los que tienen un alto contenido de azúcar tal como las mezclas de leche-ca--cao- azúcar.

b) Aglomeración de Superficie.

La aglomeración de superficie como agente humedecedor, se usa tanto vapor como aire caliente con alta humedad relativa. La superfi--cie individual de las partículas secas se humedecen debido a la con--densación creandose la aglutinación requerida para la aglomeración. La aglomeración subsecuente se llevara a cabo si las partículas son expuestas al suficiente impacto mecánico.

Es muy importante que el vapor/aire humedo utilizado para la hu--mectación, no contenga ninguna gota de agua, que en combinación con el impacto mecánico intenso se originaría aglomerados demasiado com--pactos, (para una rápida velocidad de hidratación.).

La aglomeración superficial se usa principalmente para leches descremadas en polvo cuando se propone tener grandes aglomerados. Es ta también se puede usar para leche entera en polvo, pero los aglo--merados son demasiado compactos para obtener un polvo con buenas pro--piedades de rehidratación.

3) Re-secado.

Como el polvo base usado para la aglomeración es rehumedecido, para obtener las características deseadas de superficie para una ópti--ma aglutinación (pegajosidad) la humedad adicional se debe evaporar de nuevo para alcanzar el contenido de humedad específico.

Los aglomerados se pueden romper de nuevo si son expuestos a un manejo excesivo, por lo tanto es necesario llevar a cabo el secado de

una forma suave, esto se hace preferentemente en una cámara fluidizadora similar al vibro-fluidizador, sin embargo, como el polvo rehumedecido es comparable con una capa de nieve cuando entra en el vibro-fluidizador se requiere relativamente una alta velocidad de aire para fluidizar el polvo.

4) Enfriado.

Como el secado, el enfriamiento se lleva a cabo mejor en un vibro-fluidizador.

5) Tamización.

Usualmente está bien definido los requerimientos de distribución, el tamaño de aglomerado en el polvo final y por lo tanto es necesario tamizar el polvo.

Esto se hace en un tamiz con dos diferentes tamaños de malla uno sobre otro. Así es posible eliminar cualquier grumo/aglomerado que se considere demasiado grande en el producto final. La fracción de tamaño superior se puede moler y volver al proceso los polvos que pasan a través de la malla superior se pueden además fraccionar sobre los de malla menor, es una reacción principal y una fracción de finos consistentes en partículas sencillas y aglomeradas demasiado pequeñas. La fracción de finos se recicla de nuevo en el proceso (8,9).

J U S T I F I C A C I O N

El proceso de secado de la leche en polvo tanto descremada como entera se realiza en la actualidad por medio de los llamados secadores por aspersión, los polvos obtenidos bajo este proceso presentan propiedades indeseables para el consumidor a saber :

- a) Tamaño de partícula muy pequeño y con aire ocluido
- b) Mala humectabilidad, penetrabilidad y dispersabilidad
- c) Los polvos flotan y producen grumos al intentar dispersarse en agua fría con agitación ocasional.

Estos problemas han sido resueltos para la leche en polvo descremada, con la aglomeración de las partículas. Este proceso consiste en la humectación de las partículas con vapor, generalmente para propiciar que las partículas se peguen unas a otras para producir aglomerados de tamaño mucho mayor y que tienen propiedades mejores de humectabilidad , penetrabilidad y solubilidad.

Lo que resuelve el problema de las leches descremadas en polvo no lo es para las leches enteras, ya que éstas contienen una cantidad importante de grasas, que dan a las partículas propiedades hidrofóbicas, la elección de un agente emulsificante, como la lecitina de soya en niveles de 0.5 a 2 por ciento se menciona en la literatura(9) como la manera de aminorar el problema, sin embargo, no parece ser suficiente para darle a la leche propiedades de instantaneidad deseadas. Experimentos preliminares nos indican que la lecitina de soya produce propiedades de instantaneidad mucho más marcadas cuando las partículas de leche se encuentran calientes, arriba de 32 °C y las pierde

cuando la temperatura es inferior.

La anterior evidencia, muestra que el estado físico de la grasa butírica contenida en la partícula es determinante para que el emulsificante cumpla su función de hacer a la partícula menos hidrofóbica. ya que, a 32°C la grasa de la leche es líquida y a una temperatura menor es sólida

Para la solución de este problema se pretende explorar en este trabajo dos caminos :

- 1) Evitar que la grasa se localice en el exterior de la partícula y de esta manera evitar que la partícula sea hidrofóbica
- 2) Recubrir la partícula con una sustancia hidrofílica o un agente tensioactivo con un HBL sumamente grande para evitar que las partículas sea hidrofóbica.

O B J E T I V O S

OBJETIVO GENERAL:

Encontrar los factores principales que determinan el comportamiento instantáneo de leches enteras en polvo.

OBJETIVO PARTICULAR :

Estudiar el efecto de los diferentes aditivos hidrofílicos en las propiedades hidrofóbicas de las partículas de leche, evaluada através de sus propiedades de humectabilidad y dispersabilidad.

H I P O T E S I S

Los factores que determinan la instantaneidad de leches en polvo están relacionados con las propiedades de humectabilidad, penetrabilidad y dispersabilidad; estas propiedades están determinadas por dos factores principales, la hidrofobicidad de las partículas y su densidad tanto real como aparente.

Por lo tanto la hipótesis planteada es la siguiente :

En el momento de quitar a las partículas sus propiedades hidrofóbicas, el polvo al ser aglomerado será instantáneo.

METODO Y MATERIALES

Para cubrir el objetivo planteado, se diseñaron los siguientes experimentos:

Experimento 1

- Efecto del Número de Aglomerados, en la Instantaneidad de Leche Descremada en Polvo.

Se preparó una formulación que consistió en un 95 por ciento de leche descremada, 3 por ciento de grenetina grado farmacéutico, como agente aglutinante y 2 por ciento de lecitina de soya (comercial al 62 por ciento). Esta muestra fue procesada y evaluada hasta tres veces como a continuación se explica, para ver el efecto que tiene el variar el número de aglomeraciones.

A. MEZCLADO.

Los componentes antes mencionados, fueron mezclados en un vaso de precipitados de 500 ml de capacidad, empleando una varilla de vidrio, hasta lograr la total homogeneidad de los componentes.

B. AGLOMERACION.

La mezcla homogénea, fué aglomerada por medio de vapor, generado por el calentamiento del agua, para lo cual, se colocó el agua dentro de un matraz kitasato de 500 ml de capacidad, cuya salida se encontraba conectada mediante una manguera de hule latex, a una pipeta pasteur.

El polvo se esparció sobre una charola de base plana y lisa con el objeto de formar una capa de aproximadamente 1 mm sobre su superficie, después de lo cual se tomaba la manguera del kitasato que se man

tenía produciendo vapor y se pasaba sobre la capa de polvo esparcido sobre la charola. De esta forma, se obtuvieron aglomerados representativos de los que se obtienen industrialmente.

C. SECADO DE LOS AGLOMERADOS.

Los aglomerados obtenidos en el inciso anterior, se secaron con aire caliente a 60 °C durante un período de 10 minutos. Para ésto, se instaló un dispositivo que simuló un lecho fluidizado. El dispositivo consistió en un embudo buchner colocado sobre un matraz kitasato, por cuyo brazo se introdujo aire caliente a una velocidad suficiente para mantener las partículas en suspensión.

D. TAMIZADO.

Los polvos aglomerados y secos, se colocaron sobre un tamiz de malla 30 desechando tanto las partículas que no pasan esta malla como las que pasan la malla 50.

E. EVALUACION.

a. Prueba de Humectabilidad.

La humectabilidad se define como el tiempo que tarda una cantidad de polvo en humedecerse, cuando ésta se pone en contacto con el agua.

Por ello, la prueba consistió en agregar 10 gramos del polvo, obtenido del tamizado, a un vaso de precipitados conteniendo 100 ml de agua a 20 °C. Se tomó el tiempo que tardaron los polvos en humedecerse totalmente, expresando los resultados en segundos, cuadro 3.

b. Prueba de Penetrabilidad

Esta prueba consistió en determinar el tiempo que tardaron los polvos de la prueba anterior, en introducirse totalmente en el agua

y descender la fondo del vaso de precipitado , expresandose el resu
lado en segundos, cuadro 3.

Experimento II

— Efecto de la Grenetina en la Instantaneidad de la Leche Descrema
da

Esta prueba se llevó a cabo empleando cinco formulaciones con las cantidades de leche en polvo descremada, grenetina y lecitina que muestra el cuadro 4, aglomerandose dos veces y siguiendo el proceso y evaluación especificados en el experimento I.

Experimento III

— Efecto de la Lecitina de Soya en la Instantaneidad de la Leche Descremada.

Para la realización de esta prueba, se compararon dos diferentes formulaciones, una con el 2 por ciento de lecitina y otra sin lecitina, conteniendo las dos formulaciones 3 por ciento de grenetina, y dos aglomerados. Las muestras se procesaron y evaluaron de la misma manera que el experimento I.

Experimento IV

— Efecto de la sustitución de Leche Descremada por Leche Entera.

Para la realización de este experimento se emplearon dos formu
laciones, una con leche entera y otra con leche descremada utilizando en ambos casos 2 por ciento de lecitina y dos aglomerados. Estas formulaciones fueron procesadas y evaluadas como en el experimento I.

CUADRO 3

EQUIVALENCIA DE CALIFICACIONES PARA LAS PUEBAS DE
HUMECTABILIDAD Y PENETRABILIDAD

Calificación	10	Hasta 10 segundos
"	9	" 15 "
"	8	" 20 "
"	7	" 25 "
"	6	" 30 "
"	5	" 35 "
"	4	" 40 "
"	3	" 45 "
"	2	" 50 "
"	1	" 55 "
"	0	Más de 60 segundos.

Experimento V

— Efecto del Dispersante sobre la Instantaneidad de la Leche Entera

Dado que la leche entera presenta problemas para dispersarse en la fase de aglomeración. Se prueba en este experimento, la adición de un agente dispersante como es el óxido de silicio (Zeodent), preparándose 2 formulaciones, una sin agente dispersante y otra con 0.5 por ciento de zeodent, utilizando en ambos casos 2 por ciento de lecitina. Se procesaron y evaluaron de la misma forma que en el experimento I.

Experimento VI

— Efecto del Uso de Agentes Hidratantes en la Instantaneidad de la Leche Entera.

Con el objeto de bajar la hidrofobicidad de las partículas y favorecer la penetración del agua en el aglomerado, se utilizó como agente humectante 2, 4 y 6 por ciento de glicerina sobre las formulaciones que contenían leche entera, zeodent y lecitina. Estas muestras se procesaron y evaluaron como el experimento I.

Experimento VII

— Efecto de la gnetina de la Instantaneidad de Leche Entera.

Con el objeto de conjuntar los factores emulsificantes, hidratante y el agente aglutinante que favorecen la aglomeración, se prepararon tres formulaciones que contenían 1, 2 y 4% de gnetina, así como el 2 por ciento de lecitina y 2 por ciento de glicerina y dos aglomeraciones. Estas muestras fueron tratadas y evaluadas como el ex

perimento I.

Experimento VIII

— Efecto de las Sales de Acidos Grasos Libres.

Con el objeto de eliminar el efecto hidrofóbico de las partículas de leche entera, se diseñó este experimento en el que se utilizó sales de ácidos grasos libres. Para ello, se prepararon seis diferentes formulaciones en las que se varió la concentración de las sales de ácidos grasos de 0, 2, 4, 6,8 y 10 por ciento empleando todas ellas, 2 por ciento de zeodent y 2 por ciento de lecitina. La muestras se procesaron y evaluaron de manera similar la experimento I.

Experimento IX

— Influencia de la Concentración de Grasa Butírica sobre la Instantaneidad del la Leche Entera en Polvo.

Con el objeto de determinar a que concentración de grasa butírica se pierde la instantaneidad de las leches en polvo se diseño este experimento en el cual se hicieron cinco formulaciones en las que se varió la concentración de grasa butírica en 4,8, 12, 16 y 20 por ciento empleando 2 por ciento de lecitina en todas ellas. Estas muestras fueron procesadas y evaluadas de manera similar que en los experimentos anteriores.

Experimento X.

— Efecto del aceite de Soya en la Instantaneidad de Leche Descremada

Con la finalidad de determinar a que concentración de aceite de

soya (que tiene un punto de fusión bajo) se pierde la instantaneidad de la leche descremada, se diseñó este experimento en el que se empleó cinco diferentes formulaciones variando la concentración de este aceite en 4, 8, 12, 16 y 20 por ciento, procesando y evaluando estas muestras de manera similar al experimento I.

Experimento XI

- Efecto del Aceite de Soya sobre la Instantaneidad de leches en Polvo, Aglomerada, y no Aglomerada, con y sin Lecitina.

Este experimento tuvo la finalidad de determinar el efecto de aglomerar y no aglomerar con y sin lecitina, variando las concentraciones de grasa líquida, para ello se efectuaron 20 formulaciones diferentes con los aditivos y porcentajes indicados en el cuadro 9.

Experimento XII

- Efecto de la Sustitución de leche Entera por Leche Descremada en la Instantaneidad de la Leche en Polvo:

En experimentos anteriores, se observó el efecto de la grasa de punto de fusión bajo sobre la instantaneidad de las leches en polvo, por ésto, se buscó compensar el exceso de grasa que presenta la leche entera, empleando leche descremada en las distintas formulaciones como se muestra en el cuadro 10. Las muestras se evaluaron de manera similar a experimentos anteriores.

Experimento XIII

- Efecto del empleo de Leche Entera Concentrada al 55 por ciento de Grasa butírica, sobre la Instantaneidad de la Leche en Polvo.

Después de observar en experimentos anteriores, el efecto del empleo de leche descremada así como el de utilizar una grasa de punto de fusión bajo, con la finalidad de utilizar una mayor cantidad de leche descremada y un porcentaje menor de grasa de punto de fusión bajo, se diseñó este experimento empleando leche entera al 55 por ciento de grasa butírica en los diferentes porcentajes que se describen en el cuadro 12. Estas formulaciones se procesaron y evaluaron de manera similar a experimentos anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los experimentos I, II y III se presentan en el cuadro 4, observándose en conjunto que con dos aglomeraciones y el empleo de lecitina, es posible obtener una leche descremada instantánea con una humectabilidad y penetrabilidad excelentes. También se observó que el uso de gretina en la formulación en cantidades mayores al 0.5 por ciento, no produce efecto alguno sobre las propiedades de humectabilidad y penetrabilidad.

Los experimentos aquí expuestos, corroboran lo mencionado en la literatura (9), respecto a que la aglomeración y adición de lecitina a leches descremadas, es un proceso suficiente para obtener una leche descremada totalmente instantánea, sin ningún otro aditivo.

Sin embargo, cuando la leche descremada se sustituye por leche entera tal como se menciona en el experimento IV, se observó una diferencia significativa en los resultados, tal como se muestra en el cuadro 5, ya que con el empleo de las mismas condiciones que hacen instantánea la leche descremada, no se tiene ningún efecto de instantaneidad cuando se utiliza leche entera.

Efecto del Dispersante (Zeodent)

Debido a que la leche entera no presenta las mismas propiedades que la leche descremada, se esperaba que la adición de un agente dispersante favorecería la aglomeración de las partículas de leche entera y de esta manera mejoraría las propiedades de humectabilidad y penetrabilidad. Según los resultados como muestra el cuadro 5, se ob-

CUADRO 4

INSTANTANEIDAD DE LECHE DESCREMADA

	Experimento I			Experimento II					Experimento III		
	Efecto del Número aglomerados			Efecto de Gnetina de 0, 0.5, 1.0, 1.5 % con 2 aglomerados					Efecto de Lecitina		
Leche Descremada	95	95	95	98.0	97.5	97.0	96.5	95.0	95	97	98
Gnetina	3	3	3	0	0.5	1.0	1.5	3.0	3	3	0
Lecitina	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
Número de aglomerados	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Hmectabilidad	6	10	10	9	10	10	10	10	10	0	9
Penetrabilidad	6	10	10	9	10	10	10	10	10	0	9
48 hrs											
Hmectabilidad	6	10	10	9	10	10	10	10	10	0	9
Penetrabilidad	6	10	10	9	10	10	10	10	10	0	9

serva en efecto una mejoría con la adición del dispersante, no obstante, para fines prácticos, ésta es insignificante.

Efecto del Humectante y la Grenetina.

En el cuadro 5, se muestra los resultados de la adición de diferentes concentraciones de glicerina sobre la humectabilidad y penetrabilidad de polvos de leche entera. Estos resultados muestran que, efectivamente los aditivos humectantes favorecen la humectabilidad, sin embargo no tienen ningún efecto sobre la penetrabilidad del polvo.

En el mismo cuadro se observa que la adición conjunta del emulsificante, humectante y aglutinante, disminuye la hidrofobicidad de las partículas ya que se produjo un aumento en la humectabilidad y penetrabilidad; no obstante, se observa un nuevo problema ya que la presencia de glicerina y grenetina en la misma formulación, recubren las partículas de tal forma que se humectan y penetran pero no se solubilizan.

Las pruebas realizadas hasta aquí, tenían por objeto el disminuir la hidrofobicidad de la partícula secada por aspersion, la cual presenta un centro hueco y una película de grasa alrededor. Bajo estas condiciones, los experimentos trataban de hacer posible el desalojo del aire ocluido en la partícula por medio de la penetración del agua de manera que este desplazamiento del aire, le confiere a las partículas una densidad mayor incrementando simultáneamente sus propiedades de penetrabilidad. Los resultados obtenidos muestran que, con los aditivos hasta aquí utilizados, no es posible cumplir con los objetivos planteados, por lo tanto se hacía importante el poder aumentar en can

CUADRO 5

	Experimento IV		Experimento V		Experimento VI			Experimento VII		
	Leche Entera		Efecto de Zeodent		Efecto de Glicerina			Efecto de Grentitina		
Leche	98.0*	98								
Zeodent			0	0.5	0.5	0.5	0.5			
Lecitina	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Número de Aglomerados	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Glicerina					2	4	6	2	2	2
Grentitina								1	2	4
Humectabilidad	10	1	1	2	6	6	6	10	10	10
Penetrabilidad	10	0	0	0	0	0	0	10	10	10
48 hrs										
Humectabilidad	10	1	1	2	6	6	6	10	10	10
Penetrabilidad	10	0	0	0	0	0	0	10	10	10

* Leche descremada

tidades significativas el emulsificante para tratar de lograr el efecto descrito.

Efecto de las Sales de Ácidos Grasos.

Los resultados de la introducción en la formulación de ácidos grasos libres que pudieran disolverse en la grasa exterior de las partículas y eliminar su efecto hidrofóbico, se muestran en el cuadro 6. como se puede observar, a pesar del uso de grandes cantidades de estos ácidos grasos que actúan como emulsificantes y que tienen además la capacidad de disolverse en la grasa, no se pudo mejorar la humectabilidad y penetrabilidad de las partículas además que no tienen ningún efecto su concentración.

Influencia de la Concentración de Grasa Butírica sobre la Instantaneidad de las Leches en Polvo.

Los cuadros 7 y 8 muestran dos hechos importantes, el primero es que, al contrario de lo que se pensaba, cuando se adiciona a los polvos de leche descremada, cantidades crecientes de grasa, no se afectaba sus propiedades de humectabilidad y penetrabilidad en la magnitud esperada, por el contrario, la grasa adicionada externamente, parece favorecer estas propiedades. El segundo hecho importante es que el efecto benéfico causado por la adición de leche entera a la leche descremada, es mucho más marcado cuando se emplea un aceite que es líquido a temperatura ambiente tal como el aceite de soya.

Si comparamos los resultados de humectabilidad y penetrabilidad de las muestras del cuadro 7, en donde se adicionó externamente la

CUADRO 6

EFECTO DE LAS SALES DE ACTIDOS GRASOS

	Experimento VIII					
Leche entera	96%	94%	92%	90%	88%	86%
Zeodent	2	2	2	2	2	2
Sales	0	2	4	6	8	10
Aglomerar	2	2	2	2	2	2
Lecitina	2	2	2	2	2	2
Humectabilidad	3	2	2	2	2	2
Penetrabilidad	3	2	3	3	3	3
48 hrs						
Humectabilidad	3	2	2	2	2	2
Penetrabilidad	3	2	2	2	2	2

CUADRO 7

INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DE GRASA BUTIRICA SOBRE LA
INSTANTANEIDAD DE LA LECHE EN POLVO

	Experimento IX				
Leche descremada	92	88	84	80	76
Grasa butírica	4	8	12	16	20
Lecitina	4	4	4	4	4
Humectabilidad	10	9	6	3	2
Penetrabilidad	10	8	6	3	2
Después de 48 hrs					
Humectabilidad	10	8	6	5	5
Penetrabilidad	4	3	3	2	2

CUADRO 8

EFECTO DEL ACEITE DE SOYA EN LA INSTANTANEIDAD DE LECHE
DESCREMADA

	Experimento X				
Leche descremada	96	92	88	84	80
Aceite de Soya	4	8	12	16	20
Humectabilidad	10	10	10	10	10
Penetrabilidad	10	9	8	7	6
Después de 48 hrs					
Humectabilidad	10	10	10	10	10
Penetrabilidad	10	9	8	7	6

grasa butírica a la leche descremada para alcanzar las concentra-----
ciones de ésta en la leche entera, se puede observar que su humectabi
lidad y penetrabilidad son mejores que en las muestras anteriores en
las cuales la grasa butírica se encontraba en forma "interna". Esto
puede significar que este confundido el concepto de hidrofobicidad
de las partículas de leche entera ya que como se observó en los cua--
dros anteriores, ni el tipo de emulsificante, ni la cantidad empleada
del miso, tienen efecto importante en las propiedades de la partícula

Por otro lado las diferentes propiedades que imparte a las par--
tículas una grasa que se mantiene líquida a temperatura ambiente en
comparación con otra grasa que se mantiene sólida a la misma tempera--
tura, nos sugiere que el efecto del emulsificante es nulo sobre las
partículas que tienen grasas sólidas a temperatura ambiente. Esto se
puede explicar en función de que la parte polar del emulsificante no
se puede orientar hacia el agua en una grasa sólida y sí es posible
orientarse en una líquida.

Otro punto que hay que hacer notar es que, las muestras cuyos
resultados se muestran en el cuadro 8 y 9, no fueron aglomeradas a
pesar de lo cual, tuvieron resultados de humectabilidad y penetrabili
dad bastante más aceptable que las obtenidas hasta ese momento con
los otros tratamientos, lo que de alguna manera minimiza la importancia
de la aglomeración.

El cuadro 9 muestra los resultados de aglomerar y no aglomerar
con y sin lecitina, las muestras con una concentración de grasa líqui
da a 32 °C del 1 al 5 por ciento. Estos resultados "magnifican" el
efecto de lecitina y de la aglomeración, mostrando que estos dos bene

CUADRO 9

VARIACION ACEITE-LECITINA-AGLOMERADOS
(LECHE DESCREMADA)

Experimento XI																				
Leche descremada	99	97	99	97	98	96	98	96	97	95	97	95	96	94	96	94	95	93	95	93
Aglomerar	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2
Aceite	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
Lecitina	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2
Humectabilidad	9	9	9	10	9	9	8	10	8	9	8	10	8	9	8	10	8	9	9	10
Penetrabilidad	8	8	9	10	9	7	8	10	7	9	8	10	7	8	9	10	8	8	10	10
Después de 48 hrs																				
Humectabilidad	9	9	9	10	9	8	8	10	8	9	8	10	8	9	8	10	8	9	9	10
Penetrabilidad	8	6	9	10	9	6	8	10	7	9	8	10	7	8	9	10	8	8	10	10

fician, pero en magnitudes muy pequeñas en comparación al efecto que produce el agregar aceite líquido a 32 °C ya que como se muestra en el cuadro 9, todos los tratamientos producen propiedades de humectabilidad y penetrabilidad de los polvos muy aceptables, no obstante presentan apariencia desagradable.

De todos los resultados anteriores son claras dos cosas:

- 1) La grasa externa de las partículas al contrario de lo que se menciona en la literatura, no perjudica ni la humectabilidad ni la penetrabilidad.
- 2) Es sencillo hacer una leche instantánea agregando la grasa butírica a las partículas de leche descremada, sin la necesidad de rehidratarla al agregarle la grasa y después secarla.

A pesar de todo esto, el producto obtenido en base a los resultados de los cuadros 7, 8 y 9, no es comercial, por tener un aspecto aceitoso y desagradable. Debido a esto, se penso que la mezcla de partículas de leche sin esta grasa pudiera resolver el problema de aspecto y aprovechar los resultados antes mencionados.

En el cuadro 10, se muestra que a medida que se aumento la cantidad de partículas de leche descremada, la humectabilidad y penetrabilidad de la misma aumenta. Sin embargo, la cantidad de grasa externa adicionada para mantener las proporciones de grasa de la leche en --- tera es muy elevada. Por tal motivo en el experimento XIII, cuyos resultados se muestran en el cuadro 11, a las partículas con grasa interna se les aumento significativamente el porcentaje de 26 a 55 por ciento de grasa con el objeto de poder utilizar mayor porcentaje de partículas de leche descremada y menor porcentaje de grasa externa.

SUSTITUCION DE LECHE ENTERA POR LECHE DESCREMADA

	Experimento XII															
Leche Entera	93.25	91.75	93.25	91.75	86.5	86.5	86.5	86.5	73	73	73	73	46	46	46	46
Leche Descremada	5	5	5	5	10	10	10	10	20	20	20	20	40	40	40	40
Aglomerar	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2
Aceite de Soya	1.75	0.25	1.75	0.25	3.5	1.5	3.5	1.5	7	5	7	5	14	12	14	12
Lecitina	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2	--	2
Humectabilidad	1	2	1	2	1	2	2	4	2	5	1	5	3	7	3	8
Penetrabilidad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	3	5	3	6
Después de 48 hrs																
Humectabilidad	1	2	1	2	1	1	1	4	2	5	1	5	3	7	3	8
Penetrabilidad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	3	5	3	6

CUADRO 11

EFFECTO DEL EMPLEO DE LECHE ENTERA CONCENTRADA AL 55 % DE
GRASA BUTIRICA SOBRE LA INSTANTANEIDAD DE LA LECHE EN POLVO

Experimento XIII					
Leche entera*	30	33.6	37.3	41	44.5
Leche descremada	60	58.4	56.7	55	53.5
Grasa	10	8	6	4	2
Humectabilidad	7	7	7	7	7
Penetrabilidad	6	7	7	7	7
Después de 48 hrs:					
Humectabilidad	7	7	7	7	7
Penetrabilidad	7	7	7	7	7

* Leche entera con 55 porciento de grasa butirica interna.

La grasa compuesta de lecitina-aceite de soya 1:3

Los resultados muestran que de esta manera es posible obtener un leche con propiedades de instantaneidad bastantes aceptables y reducir a proporciones mínimas la cantidad de grasa externa adicionada. De hecho bajo estos últimos resultados lo unico que se tiene que realizar es una mezcla de polvos con diferentes porcentajes de grasa, aglomerar la y lecitinarla con lecitina diluida en aceite de soya al 25 por cientto.

CONCLUSIONES

- El empleo de un agente emulsificante como es la lecitina de soya, así como de los aglomerados(dos) determinan la instantaneidad de una leche descremada pero no la de una leche entera.
- El empleo de un agente dispersante(zeodent) en la leche en polvo no mejora significativamente la instantaneidad de la leche entera.
- Los aditivos humectantes como es la glicerina mejora la humectabilidad, per no ejercen ningún efecto en la penetrabilidad de las partículas.
- Es sencillo producir una leche entera instantanea, adicionando la grasa butírica a partículas de leche descremada, sin necesidad de una rehidratación y posterior secado.
- Así mismo la adición de una grasa que es líquida a temperatura ambiente mejora las propiedades de instantaneidad.
- Finalmente se puede concluir que es posible hacer una leche entera instantanea de calidad aceptable, mezclando leches en polvo con diferentes porcentajes de grasa, lecitinando y aglomerando.

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

1. Veisseyre, R. "Lactología Técnica." 2ª edición Ed. Acribia
Zaragoza España 1980
2. Panorama Industrial "En la Polemica Lechera, el Consumidor sale
Perdiendo." Expansión 9:3 (1986)
3. Meyer, M.L. "Food Chemistry." The AVI publishing Company, INC
West Port, Connecticut 1975
4. Revilla, R.A. "Tecnología de la Leche, Procesamiento, Manufac--
tura y Análisis." 5ed. Ed. Herrero Hermanos, Sucesores S.A.
México 1976.
5. Pérez-Gavilán, E.J. Y J.P. "Bioquímica y Microbiología de la Le
che." Ed. Limusa México 1985.
6. Alais, C. "Ciencia de la Leche. Principios y Técnica Lachera."
2 ed. ed. Compañía Editorial Continental S.A. España 1971
7. Ensigner, B.S. "Dairy Cattle Science." 2ed. Ed. Therinterstate
Danville III 1980
8. Vagn, N. "Milk Powder Tecnology Evaporation and Spray Drying
A/S. " Niro Atomizer second edition Copenhagen Den Mark, 1982

9. Pintauro, N. "Agglomeration Processes in Food Manufacture."
Noyes Data Corporation New Jersey U.S.A. 1972
10. Junius, M.N.; Van, N.; Chaing, C.L. "Dairy Foods Incorporated,
Fat-Containing Dried Dairy Product and Method of Manufacture."
Los Angeles, California Patent USA 3120438 Feb 4: 1964
11. Spilman, H.A.; Beldere, J.; Nava, J.L. "Foremost Dairies," Dry
Milk Process of Manufacture" San Francisco California
Patent USA 3126289 March 24:1964
12. Mehlenbacher, V.C. "Analisis de Grasas y Aceites" Ed. Urmo
Bilbar 1977
13. Arnold, H.J.; Martin, S.P. "Encyclopedia of Food Technology
and Food Science Series." Vol 2 The AVI Publishing Company,
Inc. Westport, Connecticut 1974
14. Atlas Chemical Industry "General Characteristic of Atlas
Surfactants." Wilmington, Delaware 19899, 1963
15. Piseck, J.; Haugaard, I.S. "Some Aspects of why Dring."
Danish Dairy Industry Special Isuee Denmark 1976

16. Wallace, B.J.; Michael, J. Copley; Morgan, A.I. " Food Dehydration." Vol 2 "Practices and Applications." The AVI Publishing Company, INC Westport, Connecticut 1974
17. Areson, S.W. "Products: Their Formulation, Processing, Quality Control." Food Engineering : 77-79(1969)
18. Gutcho, M. "Dairy Products and Eggs, Recent Developments." Noyes Data Corporation New Jersey, U.S.A. 1978