

15
201.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LECHEES
EN POLVO PARA LACTANTES**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JOSE JESUS BAEZ OLIVA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES	6
2.1 Leche	6
2.1.1 Definición de Leche	6
2.1.2 Leche de Diversas Especies Animales	8
2.1.3 Características Principales de la Leche	10
2.1.4 Características Físicas y Fisicoquímicas ...	10
2.1.5 Composición Química	11
2.1.6 Factores que Influyen en la Composición Química de la Leche	14
2.1.7 Clasificación de las Leches y sus Derivados.	24
2.1.8 Producción y Consumo Nacional de Leche	25
2.2 Derivados Lácteos	30
2.2.1 Crema	31
2.2.2 Mantequilla	32
2.2.3 Quesos	33
2.2.4 Yoghurt	33
2.3 Leche en Polvo	36
2.3.1 Antecedentes	36
2.3.2 Producción Nacional de Leche en Polvo	37
2.3.3 Diferentes Tipos de Leches en Polvo	39
2.3.4 Obtención de Leche en Polvo	41
2.3.5 Tipos de Secadores para la Obtención de Leche en Polvo	44
2.4 Leches para Lactantes	52
2.4.1 Introducción	52

2.4.2	Comparación de la Leche de Mujer y la de Vaca	53
2.4.3	Requerimientos Nutricionales del Bebé	58
2.4.4	Leches Maternizadas	61
2.4.5	Obtención y Producción de Leches Maternizadas	63
3.	JUSTIFICACION	67
4.	OBJETIVOS	71
5.	METODOLOGIA	72
6.	RESULTADOS	81
7.	DISCUSION DE RESULTADOS	87
8.	ANALISIS ESTADISTICO	93
9.	CONCLUSIONES	103
10.	RECOMENDACIONES	106
11.	BIBLIOGRAFIA	108

1. INTRODUCCION.

De todos los artículos de primera necesidad, como son los alimentos, no hay ninguno de mayor valor para la universalidad humana como la leche.

No ha habido nunca, ni hay lugar en la Tierra, quién nazca sin haberse amamantado con leche, que es el alimento generalizado, en caso de no dársela la madre ha de reemplazarse por leche de diversas especies animales como base exclusiva de crecimiento, durante semanas o meses, bien sea cruda o higienizada, o en cualquiera de sus presentaciones: sustitutos de leche en polvo para bebés, leches maternizadas, leches preparadas o especiales, etc (1).

Es importante saber, que con el término de "leche", se distingue únicamente a la leche de vaca, por ser ésta la de mayor interés económico comparada con leche de otras especies, ya que es la leche más consumida y la más industrializada.

La leche de consumo, siempre completa se presenta bajo diversas formas:

- Leche cruda, distribuida a granel o envasada.
- Leche pasteurizada, distribuida en botellas de vidrio, en recipientes de cartón o plástico.
- Leche esterilizada, envasada en lata, tetrapack, etc.

La leche cruda tiende a desaparecer del mercado de leche

de consumo en los países con alto grado de evolución social e industrial; sin embargo, en muchos países y fuera de las grandes poblaciones, una gran parte de consumidores permanece fiel a la leche cruda, constituyendo aún mas de la mitad de la leche vendida en muchas ciudades de aproximadamente cien mil habitantes. Esta persistencia en la demanda de leche cruda plantea problemas técnicos especiales; también presenta problemas en cuanto al control de la calidad y a la educación del consumidor.

El consumo de leche esterilizada se ha incrementado sensiblemente en algunos países, no por ello ha desaparecido la leche pasteurizada, sino que coexisten las dos categorías de leche, con dos tipos de clientela (2).

Algunos de los problemas técnicos que implica el manejo de la leche cruda, es en lo referente a la utilización racional del frío y el uso de máquinas de poca capacidad para el envasado y operaciones anexas, las pequeñas industrias utilizan máquinas de tipo manual muy simplificadas que requieren mucha atención en lo que se refiere al aspecto higiénico de las operaciones, en general, estos obradores no poseen instalaciones de vapor o agua muy caliente. Este tipo de problemas técnicos y otros más como son la transportación de la leche cruda a lugares lejanos dan pauta al auge que ha tenido la Leche Industrializada, la cual comprende 3 tipos de leche: 1) Leche Condensada, 2) Leche Evaporada y 3) Leche en Polvo.

La tabla No. 1, nos muestra la distribución porcentual de la Leche Industrializada de 1970 hasta 1995, en ésta se observa el alto crecimiento y la gran aceptación de las leches evaporadas y en polvo, en los últimos años.

TABLA No.1
COMPOSICION PORCENTUAL DE LA LECHE INDUSTRIALIZADA

	AÑO	LECHE INDUSTRIALIZADA	LECHE EN POLVO	LECHE EVAPORADA	LECHE CONDENSADA
D A T O S	1970	100	46	36	18
	1971	100	48	34	18
	1972	100	49	34	17
	1973	100	50	34	16
	1974	100	52	35	13
	1975	100	51	39	10
	1976	100	49	39	12
	1977	100	46	44	10
	1978	100	48	42	10
	1979	100	49	42	9
R I C O S	1980	100	48	43	9
	1981	100	40	44	16
	1982	100	44	41	15
	1983	100	38	42	20
	1984	100	43	43	14
	1985	100	43	43	14
P R O Y E C C I O N	1986	100	42	44	14
	1987	100	42	44	14
	1988	100	43	44	13
	1989	100	42	45	13
	1990	100	42	45	13
	1991	100	42	45	13
	1992	100	41	45	14
	1993	100	41	45	14
	1994	100	41	45	14
	1995	100	41	45	14

FUENTE: Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche. (CPAEL).- 1989.

Las leches en polvo que se encuentran en el mercado son de muy diversas calidades. Los polvos que se producían antes no eran recomendables para consumo humano, pero los avances tecnológicos han conducido al desarrollo de nuevos métodos de fabricación, ésta es la mejor forma de conservar la leche, especialmente donde la producción no es uniforme todo el año; es también un método de elección para las regiones de difícil comunicación que cuentan con mercados débiles en productos locales y donde predomina la fabricación casera de productos lácteos. Además, la leche en polvo ocupa relativamente mucho menos espacio para su almacenamiento y transporte. 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.). Por otro lado, debe destacarse que algunas modificaciones que tienen lugar en el curso de los tratamientos, no son perjudiciales; por ejemplo, las que determinan una mejor digestibilidad para los niños y que se dan habitualmente en la leches en polvo de buena calidad (3,4).

Las leches maternizadas abarcan un mercado especializado, las normas de calidad son para este tipo de producto más estrictas que para cualquier otro tipo de producto lácteo. Tomando en cuenta que el consumidor es un niño, es importante conocer la calidad de las leches maternizadas comercializadas en México, tanto desde el punto de vista composicional, integral y nutricional; por lo cual

el presente trabajo tiene como finalidad, el realizar un análisis comparativo de 5 marcas comerciales de leches en polvo para lactantes, las cuáles se caracterizan por la modificación de su composición para acercarlas lo mas posible a la leche materna. Su fabricación incluye siempre la adición de lactosa y la reducción del contenido en caseína.

2. GENERALIDADES.

2.1 LECHE.

2.1.1 DEFINICION DE LECHE.

Desde principios de siglo se ha definido a la leche de varias y distintas maneras, siendo algunas de estas las siguientes:

1) Definición adaptada por el I Congreso Internacional para la Represión de los Fraudes en los Alimentos, que tuvo lugar en Ginebra en 1908: "La leche es el producto íntegro del ordeño completo e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada y no fatigada. Ha de ser recogida higiénicamente y no debe contener calostro" (3).

2) En Francia, en el decreto del 25 de marzo de 1924, define legalmente a la leche y a los productos lácteos en los siguientes artículos:

Artículo 1.- La denominación de "leche" sin indicación de la especie animal de procedencia, se reserva a la leche de vaca. Toda la leche que proceda de una hembra lechera que no sea la vaca, debe designarse por la denominación de leche, seguida de la indicación de la especie animal de la que procede: leche de cabra, leche de oveja, leche de asna, etc.

Artículo 2.- No puede considerarse como leche apta para el consumo humano:

- a) La leche que proceda de animales afectados por enfermedades.

- b) La leche coloreada, sucia o mal olienta.
- c) Leche que proceda de un ordeño efectuado, durante los primeros siete días después del parto y, en general la leche que contenga calostro.
- d) La leche que proceda de animales mal nutridos y muy fatigados.

Artículo 3.- Se prohíbe guardar sin motivos legítimos, exponer, poner a la venta o vender para el consumo humano, leche sucia o leche obtenida por mezcla de leche sucia y leche apta para el consumo. Leche obtenida por ordeño incompleto y leche que haya obtenido un desnatado, incluso si solo es parcial (3).

3) La leche se define en el Milk Ordinance and Code, recomendado por The United States Public Health Service, como: "La secreción láctea prácticamente libre de calostro, obtenida por el ordeño completo de una o más vacas sanas, la cual contiene no menos del 8 1/4 % de sólidos de leche no grasos y no menos del 3 1/4 % de grasa de leche" (5).

En general y a través de estas definiciones, se puede concluir que la leche es: el líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, libre de calostro y proveniente del ordeño completo de animales sanos y no fatigados.

2.1.2 LECHE DE DIVERSAS ESPECIES ANIMALES.

Sabemos que la composición de la leche varía considerablemente entre unas especies animales a otras. Y no solo son distintas las proporciones de los diferentes elementos sino, que en ciertos casos, varía también la estructura química de estos. Así, por ejemplo, la leche de mujer contiene además de la lactosa, otros dos azúcares, la alolactosa y la gynolactosa (3).

La importancia de conocer la composición de las principales leches, radica en el hecho, de que la leche de vaca no es la única que se utiliza industrialmente. En la fabricación de queso se emplean cantidades importantes de leche de cabra y de oveja. Por otra parte, se tiene gran interés en la comparación de la leche de mujer con las leches de especies animales, debido a que éstas son susceptibles de sustituirla en la alimentación de los niños lactantes (3,6).

En la tabla No. 2, se muestra la composición de leches de diferentes especies, de donde se puede observar que las leches de yegua y de asna son las mas próximas en cuanto a su composición a la leche de mujer.

TABLA No.2
COMPOSICION DE LAS PRINCIPALES LECHEs (en g/l)

ORIGEN	EXTRACTO SECO TOTAL	MATERIA GRASA	AZUCARES	MAT. NITROGENADAS		SALES
				CASEINA	ALBUMINA Y GLOBULINA	
Mujer	117-120	32-35	65-70	10-12	5-6	2-3
Vaca	125-130	35-40	47-52	27-30	4-5	9-9.5
Yegua	95-100	9-15	60-65	10-12	7-8	3-4
Asna	95-105	10-12	60-70	8-12	7-9	4-5
Cabra	125-145	35-50	40-50	30-32	5-7	7-9
Oveja	170-185	55-70	43-50	45-50	8-10	9-10

FUENTE: Dr. R. Veisseyre.- Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.- Acribia España.- 1980.- pág. 69.

De acuerdo al contenido de holoproteínas y caseína, las leches pueden clasificarse en dos categorías:

- 1) Leches Albuminosas (mujer, yegua, asna), cuyo contenido en albúmina y globulina está bastante próximo a su contenido en caseína.
- 2) Leches Caseinosas (vaca, cabra, oveja), cuyo contenido en albúmina y globulina es muy inferior a su contenido en caseína.

Este hecho es de gran importancia desde el punto de vista alimentario. Ya que, en el estómago de los lactantes las holoproteínas no se coagulan formando una masa compacta como lo hace la caseína, sino en forma de pequeños copos que facilitan su digestión. Por esta razón, el niño digiere mas facilmente la leche de mujer que la leche de vaca.

La leche de mujer, por otra parte, es pobre en materias nitrogenadas totales y en sales, en contraste, su contenido en azúcares es elevado. Estas características justifican la adición de agua y de azúcar a la leche de vaca, destinada a la alimentación de los recién nacidos (3).

2.1.3 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA LECHE.

La leche es un líquido blanco, opaco, dos veces más viscoso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Tiene una débil tensión superficial y forma espuma abundante cuando se agita.

La vaca produce leche durante aproximadamente 300 días posteriores al nacimiento de las crías. La leche producida durante los primeros 4 días es inadecuada para la elaboración de productos lácteos, debido a su diferente composición; esta clase de leche se denomina "calostro" (7).

2.1.4 CARACTERISTICAS FISICAS Y FISICOQUIMICAS.

Las principales características fisicoquímicas de determinación inmediata, se muestran en la tabla No.3 (3,7,8).

La leche constituye un sistema químico y fisicoquímico muy complejo, cuyo perfecto conocimiento es indispensable para comprender los principios del tratamiento y de la transformación del producto.

TABLA No.3

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA LECHE

Característica	Especificación
Densidad a 15°C	1.030 - 1.034
pH	6.5 - 6.6
* Acidéz	16 - 18
Índice de Refracción a 20°C	1.350
Punto de Congelación	-0,55°C
Calor Específico	0.93

* Expresada en grados Dornick, es decir, en decigramos de ácido láctico por litro.

Estas cifras se refieren a la leche fresca y normal.

2.1.5 COMPOSICION QUIMICA.

Una composición química promedio de la leche de vacas es la que se muestra en la tabla No.4; en la que además, se pueden observar los diferentes estados físicos en que se encuentran cada uno de los componentes que la integran, desde el agua como principal componente por ser ésta la de mayor composición y servir como vehículo de los otros, hasta los componentes diversos como son las vitaminas, enzimas y gases disueltos que se encuentran en concentraciones mínimas.

TABLA No. 4
COMPOSICION TIPICA DE LA LECHE DE VACA

Componentes	Composición (g/l)	Estado Físico de los Componentes
AGUA	905	Agua libre (disolv.) + agua ligada (3.7%)
GLUCIDOS: Lactosa	49	Solución verdadera
LIPIDOS:	35	
Materia grasa propiamente dicha.	34	Emulsión de los glób. grasos (3-5 micras)
Lecitina (fosfolípidos)	0.5	
Parte insaponif. (esteroles, carotenos, tocofer.)	0.5	
PROTIDOS:	34	Susp. micelar de fosfocaseinato de Ca (0.08-0.12 micras)
Caseína	27	
Prótidios "solubles" (globulina, albúmina)	5.5	Solución (coloidal)
Sust. nitrogenadas no protéicas	1.5	Solución (verdadera)
SALES:	9	Solución o estado coloidal (P y Ca)
del ác. cítrico (en ácido)	2	(Sales de K, Ca, Na, Mg, etc.)
del ác. fosfórico (P2O5)	2.6	
del ác. clorhídrico (NaCl)	1.7	
COMPONENTES DIVERSOS:		
(Vit., enzimas, gases disueltos)	Trazas	
EXTRACTO SECO (Total)	127	
EXTRACTO SECO (Desengr.)	92	

FUENTE: Charles Alais.- Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera.- CECSA.- México.- 1981.- pág. 36.

Fisicoquímicamente, la leche es un sistema que presenta 3 fases: solución, suspensión y emulsión. Del 85 al 87% de la leche es agua, en esta agua se encuentran los componentes en diferentes formas de solución, las sales y la lactosa se encuentran disueltas en el agua formando una solución verdadera. La mayoría de las sustancias proteínicas no son solubles y forman conjuntos de varias moléculas, sin embargo, estos conjuntos son tan pequeños, que la mezcla tiene aproximadamente las mismas características que una solución verdadera. Este tipo de solución se le conoce como solución coloidal.

La grasa es insoluble al agua y por esto se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión. Una emulsión es una mezcla de pequeñas gotas de un líquido en otro líquido sin que lleguen a disolverse. La leche cruda es una emulsión inestable de grasa en agua. Después de un cierto tiempo, la grasa se estratifica en forma de nata, a menos que se le estabilice artificialmente a través del homogenizado (7,8,9).

2.1.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE.

Los componentes de la leche se encuentran en diferentes concentraciones y varían considerablemente en base a diferentes factores, los cuales se describen a continuación:

1) Factores Genéticos:

Raza de la Vaca Lechera.- El término de vaca lechera se usa para distinguir al ganado que se cría principalmente para producir leche, del que se cría para la producción de carne. Entre estos dos grupos se encuentra el ganado de doble propósito, para producir tanto carne como leche. Una raza de ganado lechero se puede definir como un grupo especial de animales que se desarrollan en determinada área para un propósito definido y que poseen las mismas características generales; tales como color, conformación y calidad del producto. Una vaca lechera de pura raza es aquella cuyos ancestros se remontan a la misma raza. Un animal lechero de grado, es el que posee la mayor parte de las características físicas de una raza determinada pero cuyos ancestros, no todos se remontan al mismo origen (3,8,10).

La raza de la vaca es un factor muy importante en cuanto a la producción y composición de la leche. El rendimiento anual de una raza respecto de otra puede ser el doble o el triple. Las cinco razas principales y más conocidas de ganado lechero son: la Holstein, la Guernsey, la Jersey, la Ayrshire y la Suiza ; las razas Jersey y Guernsey son consideradas

como razas mantequeras por su alto contenido en grasa. Se ha encontrado que la composición en la grasa, proteína y agua difieren notablemente entre estas razas como puede observarse en la siguiente tabla (9,11).

TABLA No.5
COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE DE
DIFERENTES RAZAS DE VACAS

RAZA	AGUA (%)	GRASA (%)	PROTEINA (%)	LACTOSA (%)	CENIZAS (%)
Holstein	88.12	3.44	3.11	4.61	0.71
Ayrshire	87.39	3.93	3.47	4.48	0.73
Suiza	87.31	3.97	3.37	4.63	0.72
Guernsey	86.36	4.50	3.60	4.79	0.75
Jersey	85.66	5.15	3.70	4.75	0.74

FUENTE: Badui Dergal, S.- Química de los Alimentos.- Alhambra Mexicana.- México.- 1981.- pág. 376.

La característica principal que debe observarse, es que la grasa y el agua son los constituyentes más variables. La leche que es elevada en grasa es baja en agua y viceversa. De igual modo, debe tenerse en cuenta que los componentes más estables son la lactosa y los minerales, estos últimos se encuentran reportados como por ciento de cenizas (9,11).

ii) Factores Fisiológicos:

Periodo de Lactancia.- El periodo de lactancia es el comprendido entre los partos durante los cuáles la vaca produce la leche. El periodo normal es de aproximadamente 10 meses. Cuando la vaca pare, la primera leche que secreta se llama calostro. Físicamente difiere de la leche normal en que

es mas espesa y amarilla. Químicamente contiene mas caseína (4.83 %), albúmina y globulina (15.85 %), cloruros y otros minerales (1.78 %) y menos lactosa (2.48 %), que la leche. Biológicamente el calostro tiene una propiedad especial, que es la elevada proporción de inmunoglobulinas procedentes de la sangre, que son anticuerpos que protegen al organismo joven contra las infecciones microbianas (3,8).

Se ha demostrado que lo que anteriormente era considerado como un elevado contenido en albúmina es en realidad globulina en su mayor parte (hasta un 13 % en el primer periodo del calostro). El calostro también contiene varias veces la cantidad normal de algunas vitaminas, tiene un efecto laxante y es especialmente valioso para el becerro recién nacido. Los cambios del calostro a leche normal se efectuan en un periodo de 2 a 10 días, y la leche generalmente se considera apta para el consumo humano después de la sexta ordeña siguiente al parto. El efecto del progreso de la lactancia sobre el porcentaje de grasa esta íntimamente asociado con la estación del año y con la condición de la vaca al parir (10).

Edad de la Vaca.- Se considera que una vaca está en su plenitud, del tercero al sexto periodo de lactancia, inclusive todos los datos disponibles indican que el porcentaje de grasa cambia muy poco durante sus primeros 6 periodos de lactancia. Después de ese tiempo, existe una disminución gradual de grasa; y si una vaca continúa

produciendo leche de los 14 a los 16 años de edad las pruebas pueden ser de 0.5 al 1.0 % más bajas en grasa que la leche que produjo estando en su plenitud. Por lo tanto, es evidente que la disminución en la grasa es mas notoria y se va incrementando, cuando el ganado rebasa su etapa de plenitud (3,10).

Estado de Salud.- Cuando una vaca se enferma, su leche puede ser anormal. Los análisis sobre su composición química pueden dar resultados más bajos o más elevados que su promedio. De este modo, se ha encontrado que la mayor parte de los cambios en la composición de la leche, estan relacionados con ubres enfermas, tales afecciones de la mama son conocidas con el nombre de "mamitis" (erroneamente denominado como mastitis). Su origen es siempre una invasión microbiana del tejido mamario. El germen más frecuentemente responsable de esta invasión es *Streptococcus agalactiae*, si bien otros agentes pueden producir mamitis, tales como los colibacilos, los estafilococos, el bacilo tuberculoso, el piobacilo y los micrococos. Desde que los antibióticos se emplean en el tratamiento de estas afecciones se ha observado una mayor presentación de las mamitis producidas por estafilococos, por su mayor antibiorresistencia.

En general, una vaca bien alimentada y con los debidos cuidados, dificilmente tendra un estado de salud desfavorable que modifique la composición promedio de los componentes de la leche.

iii) Factores Alimenticios:

Alimentación.- La mayor parte de los cambios en la calidad de la leche se atribuyen a la alimentación de las vacas. Se han efectuado muchos experimentos al respecto, aunque los resultados difieren un tanto, coinciden en demostrar que aún cuando esos cambios súbitos o radicales en la alimentación pueden afectar el porcentaje de grasa en la leche, no es posible que los cambios de alimento proporcionen un aumento material o permanente en el contenido de la misma (3,10).

Así mismo, se ha observado que el ayuno y la reducción brusca y temporal del aporte alimenticio, provocan un descenso repentino de la cantidad de leche y un aumento de su extracto seco. Diferentes estudios han demostrado que la reducción del alimento de ganado a solo una ración de sostenimiento a vacas alimentadas anteriormente en base a sus necesidades, provoca en tan solo dos días una reducción en la cantidad de leche producida, hasta en 6.0 litros, mientras que el contenido de grasa aumenta un 7.0 %. La grasa se vuelve mucho más insaturada debido al aumento de la proporción de ácido oleico.

La SUBALIMENTACION general lleva consigo una disminución de la cantidad de leche y un adelgazamiento del animal, que utiliza las reservas corporales para la secreción de leche. El contenido en materia grasa solamente disminuye si hay una reducción simultanea de los aportes energéticos y nitrogenados.

La SOBREALIMENTACION provoca un aumento de la producción de leche, aunque la composición de la leche varía poco. El variar el aporte alimenticio de un nivel inferior a uno superior a las necesidades de la vaca, no modifica sistemáticamente el contenido de materia grasa y de lactosa; por el contrario, se determina un aumento continuo, pero limitado del contenido de proteínas y extracto seco.

La opinión extendida de que la leche se empobrece con la subalimentación o se enriquece con una alimentación excesiva, es falsa si se piensa que de ésta manera se puede hacer variar de forma importante la composición de la leche. Esta variación se comprueba en cierta medida para las materias nitrogenadas cuyo porcentaje es muy sensible al aporte alimenticio, pero con variaciones de poca amplitud (8).

Composición de la Ración.- La insuficiencia o ausencia de celulosa o paja en el régimen de vegetales verdes, tiernos y concentrados, provoca un descenso en el contenido graso, debido a que la fermentación en el rumen es defectuosa y disminuye la producción de acético y otros ácidos volátiles, principales formadores de ácidos grasos. Contrariamente a lo que se cree, la ración de grasa en el alimento no tiene gran influencia en la composición de la leche, un alto contenido del material nitrogenado no modifica la cantidad de proteínas en la leche, pero sí aumenta el nitrógeno no proteico, como es el contenido de urea (8,10,11).

iv) Factores Climáticos:

Epoca del Año.- La riqueza de la leche en materia grasa y extracto seco desengrasado, es mas elevada durante el otoño y el invierno que durante la primavera y el verano (máxima al final del otoño y mínima a la mitad de verano); la cantidad de la leche varía en forma inversa. Esta evolución se comprueba en todos los países, independientemente de la alimentación; nadie sabe exactamente el porque esto sea así. El efecto de la elevada temperatura y la excesiva humedad sobre el organismo de las vacas, parece ser la causa principal (10,11,12).

Las cifras de la tabla No. 6 muestran el porcentaje de grasa durante un periodo de diez meses en la leche de nueve vacas que parieron en enero:

**TABLA No.6 VARIACION DE LA GRASA Y DE LOS SOLIDOS
NO GRASOS PROVOCADA POR LA ESTACION DEL AÑO.**

Mes	% de Grasa	% de Sólidos no Grasos
Enero	3.95	8.70
Febrero	3.93	8.77
Marzo	3.70	8.50
Abril	3.68	8.50
Mayo	3.76	8.62
Junio	3.61	8.23
Julio	3.62	8.10
Agosto	3.77	8.20
Septiembre	3.83	8.53
Octubre	4.02	8.72

FUENTE: Judkins, H.F; Keener, H.A.- La Leche. Su Producción y Procesos Industriales.- CECSA.- México.- 1979.- pág. 41.

Se observa que la leche de los meses de junio y julio baja aproximadamente en un 0.3 % de grasa en relación a los meses de otoño e invierno, y que el porcentaje de sólidos no grasos desciende en un 0.6% .

Temperatura.- El efecto de la temperatura es probablemente una de las principales causas de las variaciones temporales. Los estudios en cámara acondicionada demuestran que la cantidad de leche producida disminuye y el contenido en grasas aumenta de la siguiente forma:

a) Rápidamente, cuando la temperatura se eleva por encima de los 27°C, pues causa una subalimentación por pérdida de apetito.

b) Progresivamente, cuando la temperatura disminuye por debajo de 5°C.

c) La iluminación tiene una influencia evidente sobre la producción de leche, pero los resultados publicados son algo discordantes. Según trabajos rusos, las vacas mantenidas en la obscuridad hasta el medio día tienen una producción invariable y un contenido de materia grasa mas bajo; el alumbrado eléctrico nocturno parece aumentar el contenido en materia grasa de la leche de la mañana.

d) Las condiciones meteorológicas, como la presión atmosférica y el origen de las masas de aire, parecen influir sobre el contenido en materia grasa, pero este hecho no se ha confirmado (8,10).

v) Factores Zootécnicos:

Metodo del Ordeño.- El contenido en materia grasa de la leche se eleva en el curso del ordeño, desde 15g/l al principio hasta 100g/l al final. La leche de un ordeño incompleto corresponde a una leche parcialmente descremada. Por el contrario, el extracto seco desengrasado disminuye, pero se trata de un efecto matemático; si se eleva la materia grasa el extracto seco desengrasado varía muy poco.

El ordeño completo es también necesario para el mantenimiento de una buena producción. Tras un ordeño incompleto, la leche que queda en la mama tiene un efecto inhibitor sobre la secreción. Es preciso hacer constar que la extracción de la leche nunca es total en la práctica. La leche residual puede explicar en parte las fluctuaciones diarias del contenido de materia grasa de la leche.

Sin ordeño, existe "retención de la leche", la cual se modifica rápidamente como consecuencia de la reabsorción de los componentes principales (camino inverso a la síntesis). A continuación puede tener lugar una reducción duradera de la capacidad de producción de la mama, así como la secreción de la leche modificada. Por otro lado, la retención favorece la infección de la glándula.

Hasta cierto punto, la producción de leche depende del número de ordeños efectuados, puesto que el ordeño tiene un efecto estimulante sobre la producción. Por razones

económicas, se realizan generalmente dos ordeños diarios (3,8,10,11).

En resumen, debe considerarse de vital importancia todos y cada uno de los factores que influyen en la composición química de la leche, porque estos juegan un papel relevante en el desarrollo de la producción y composición de la misma. Probablemente son de mayor influencia en la producción de leche y en la cantidad de grasa de ésta, aquellos factores que son mas bien externos, como es el caso de los climáticos (estación del año, temperatura, iluminación) y el metodo de ordeño; donde este último alcanza gran magnitud, por ser un factor que estimula la producción de leche y de grasa de un modo inverso, dependiendo del intervalo de tiempo en que se realice el ordeño.

Cuando los cambios en la composición de la leche son graves, debido a uno ó a varios de estos factores, difícilmente puede pensarse en tomar como punto de partida a la leche de vaca para obtener a través de ésta un sustituto de leche materna ideal, ya que las variaciones y mejoras que se le tengan que hacer, encarecerían más una fórmula láctea que se puede salir del costo promedio de un sustituto normal. Por otro lado si no se hicieran los ajustes necesarios, la leche carecería de ciertos elementos que empobrecerían la calidad de la misma sin alcanzarse los resultados esperados.

2.1.7 CLASIFICACION DE LAS LECHEES Y SUS DERIVADOS.

De acuerdo con la Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche (CPAEL), se clasifica a la leche y sus derivados en: Leche bronca, fluida, industrializada y derivados lácteos.

Se considera como leche bronca, a la que se obtiene inmediatamente después del ordeño de las vacas y que por lo tanto no ha sufrido ninguna modificación en sus componentes, denominada también como leche fresca.

La leche fluida, es aquella que ha sufrido una modificación mínima en su composición y en su estado físico a través de la acción de un cambio brusco de temperaturas, la cual es realizada como una medida de control ante la descomposición biológica y bacteriana, dejandola casi en la misma relación de todos sus componentes de la leche fresca, incluyendo el agua (Leche Pasteurizada y Leche Rehidratada).

La leche industrializada, es aquella que se ve modificada drásticamente en su composición química, a través de la acción del calor, regulada por factores como la temperatura, presión, vacío, densidad, etc.; para llegar a obtener la conservación del producto por grandes periodos de tiempo. (Leche en Polvo, Leche Evaporada y Leche Condensada).

Por último, se entiende por derivados lácteos, aquellos productos obtenidos a partir de la leche que es sujeta a diferentes transformaciones que provocan una modificación de

la misma para dar origen a nuevos y variados productos con características y propiedades sui generis. (Queso, Crema, Mantequilla y Yoghurt).

2.1.8 PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL DE LECHE:

La tabla No. 7 muestra el consumo nacional de la leche total y la producción nacional, aunada a la leche importada que cubren las demandas de este consumo desde 1970 con proyección hasta 1995. Así mismo, se distingue la canalización del consumo como leche bronca, fluida, industrializada y derivados lácteos.

TABLA No. 7 . PRODUCCION Y CONSUMO NACIONAL
DE LECHE (EN MILLONES DE LITROS)

AÑO	L E C H E			L E C H E F L U I D A			L E C H E I N D U S T R I A L I Z A D A			D E R I V A D O S L A C T E O S			
	CONSUMO MAL.	PRODUCCION MAL.	IMPORTACION	CONSUMO MAL.	LECHE PAS TEURIZADA	LECHE HIDRATADA	CONSUMO MAL.	INSUMOS MALES.	INSUMOS IMPORT.	CONSUMO MAL.	INSUMOS MALES.	INSUMOS IMPORT.	
1970	4 877	4 483	394	2 053	1 264	922	342	624	584	40	936	924	12
1971	5 208	4 694	516	2 112	-	1 008	-	-	450	-	-	1 124	-
1972	5 473	4 915	558	2 234	-	1 101	-	-	520	-	-	1 060	-
1973	5 714	5 225	493	2 372	-	1 203	-	-	523	-	-	1 127	-
1974	6 450	5 500	949	2 465	-	1 315	-	-	625	-	-	1 095	-
1975	6 068	5 508	260	2 645	1 462	1 350	112	703	621	82	1 236	1 170	66
1976	6 184	5 907	277	2 649	1 527	1 385	142	748	652	96	1 261	1 221	40
1977	6 953	6 184	770	2 795	1 794	1 454	340	862	772	90	1 402	1 162	340
1978	7 759	7 011	748	2 935	1 908	1 543	365	1 062	838	224	1 854	1 695	159
1979	7 793	6 641	1 151	2 829	2 019	1 535	484	1 098	857	241	1 847	1 421	426
1980	9 418	7 321	2 397	2 995	2 797	1 667	1 130	1 375	908	467	2 251	1 451	800
1981	9 116	7 476	1 640	3 116	2 599	1 914	685	1 235	906	335	2 102	1 546	556
1982	9 678	7 871	1 807	3 204	2 758	2 088	670	1 349	979	370	2 220	1 600	620
1983	10 234	8 126	2 108	3 291	3 242	2 222	1 020	1 363	959	404	2 338	1 654	684
1984	10 638	8 497	2 141	3 376	3 332	2 378	954	1 475	1 036	439	2 455	1 707	748
1985	11 151	8 843	2 308	3 461	3 567	2 544	1 023	1 550	1 077	473	2 573	1 761	817
1986	11 416	8 940	2 476	3 545	3 553	2 461	1 092	1 627	1 119	508	2 691	1 815	876
1987	11 861	9 218	2 643	3 627	3 722	2 562	1 160	1 703	1 160	543	2 809	1 869	940
1988	12 306	9 494	2 810	3 709	3 892	2 663	1 229	1 770	1 201	577	2 927	1 923	1 004
1989	12 750	9 773	2 977	3 790	4 061	2 764	1 297	1 854	1 242	612	3 045	1 977	1 068
1990	13 195	10 050	3 145	3 870	4 231	2 865	1 366	1 931	1 284	647	3 163	2 031	1 132
1991	13 636	10 324	3 312	3 949	4 401	2 966	1 435	2 006	1 325	681	3 280	2 084	1 196
1992	14 072	10 599	3 479	4 027	4 570	3 067	1 503	2 082	1 366	716	3 399	2 139	1 260
1993	14 517	10 871	3 646	4 104	4 740	3 168	1 572	2 157	1 407	750	3 516	2 192	1 324
1994	14 956	11 145	3 813	4 181	4 910	3 270	1 640	2 233	1 448	785	3 634	2 246	1 388
1995	15 399	11 418	3 981	4 259	5 080	3 371	1 709	2 310	1 490	820	3 752	2 300	1 452

FUENTE: CAMPA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS ELABORADOS CON LECHE (CPAEL),-1989.

Cabe señalar en esta tabla el aumento del consumo nacional de leche que se da desde la década de los 70's a la década de los 80's, mostrando una duplicación del consumo principalmente en la etapa inicial de los 80's y creciendo paulatinamente hasta la proyección de los 90's. Este aumento en el consumo nacional de la leche es debido en gran parte al crecimiento desproporcionado del país; lo que trae como consecuencia, un aumento acelerado en la importación de leche a finales de la década de los 70's y a principios de los 80's, porque el aumento en la producción nacional no alcanza a cubrir la demanda. Así mismo, puede verse que a principios de la década de los 70's, casi el 50% de la producción nacional de leche se canaliza como leche bronca, un 25% de la misma como leche fluida y el resto es canalizada como leche industrializada y derivados lácteos.

Por otra parte, si se suman los porcentajes de los consumos nacionales de la leche fluida y la leche industrializada, se observará que en ésta década de los 70's el total es menor que la producción de leche bronca. Es notorio ver que en el transcurso de los años estos porcentajes se van modificando drásticamente, tal como puede observarse a finales de la década de los 80's, en donde solamente el consumo nacional de leche fluida es mayor a la producción de leche bronca. De igual manera puede compararse el aumento del consumo nacional de la leche industrializada y de los derivados lácteos sobre la utilización de la leche bronca debido principalmente a la gran aceptación de estos

productos y a la difusión de las ventajas de conservación, manejo, al cambio de patrones socioculturales y en algunos casos a la ayuda en el valor nutritivo en una dieta balanceada.

A continuación se detalla en la tabla No. 8 la distribución porcentual de la leche total:

TABLA No.8
COMPOSICION PORCENTUAL DE LA LECHE TOTAL

AÑO	LECHE TOTAL	LECHE BRONCA	LECHE PASTEURIZADA	LECHE INDUSTRIALIZADA	DERIVADOS LACTEOS
1970	100	45	21	13	21
1971	100	45	21	10	24
1972	100	45	22	11	22
1973	100	45	23	10	22
1974	100	45	24	11	20
1975	100	45	23	10	20
1976	100	45	23	11	21
1977	100	45	24	12	19
1978	100	42	22	12	24
1979	100	42	23	13	22
1980	100	42	24	13	21
1981	100	42	26	12	21
1982	100	41	26	12	21
1983	100	40	27	12	21
1984	100	40	28	12	20
1985	100	39	29	12	20
1986	100	39	28	12	20
1987	100	39	28	13	20
1988	100	39	28	13	20
1989	100	39	28	13	20
1990	100	38	29	13	20
1991	100	38	29	13	20
1992	100	38	29	13	20
1993	100	38	29	13	20
1994	100	38	29	13	20
1995	100	37	30	13	20

FUENTE: Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche. (CPAEL).- 1989.

Como se observa en la tabla anterior, es notorio ver que en la década de los 70's, casi un 50% de la producción total de leche se canaliza al consumo como leche bronca y solo un 23% en promedio de la misma, es consumida como leche pasteurizada. Sin embargo, también se puede observar que las proyecciones para fines de esta década indican que la leche industrializada empieza a ganar mayor demanda en el mercado y que las cantidades de leche que son destinadas para la elaboración de los derivados lácteos es casi igual que la destinada para el consumo de la leche pasteurizada.

En la década de los 80's y más aún, a principio de los 90's, se observa claramente una disminución en el consumo de leche bronca y un aumento en el consumo de leche pasteurizada e industrializada principalmente; esto se debe a un crecimiento acelerado de las zonas urbanas y la casi total desaparición de los establos en la zona metropolitana. La producción de leche bronca es concentrada principalmente en estos años, en las cuencas que se localizan en los alrededores de la ciudad, trayendo como consecuencia la necesidad de distribuir la leche ya pasteurizada y aumentado así la demanda de la leche industrializada por efectos de conservación. Mientras tanto, el porcentaje que se venía manejando en la década de los 70's para los derivados lácteos se ve ligeramente afectado en la década de los 80's y principios de los 90's, por el efecto repercutidor que tiene el canalizar más leche de tipo pasteurizada e industrializada que bronca.

2.2 DERIVADOS LACTEOS.

La producción de leche por la domesticación del ganado productor, también trajo como consecuencia la elaboración de derivados de la misma, de los cuáles; destacan cuatro: Crema, Mantequilla, Quesos y Yoghurt (13).

La siguiente tabla nos muestra la composición porcentual que guardan estos productos desde 1979 hasta una proyección a 1995.

TABLA No.9
COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS DERIVADOS LACTEOS

AÑO	DERIVADOS LACTEOS	QUESOS	CREMA	YOGHURT	MANTEQUILLA
1979	100	80	8	7	5
1980	100	78	9	8	5
1981	100	76	9	8	7
1982	100	78	9	9	4
1983	100	78	8	10	4
1984	100	75	9	12	4
1985	100	76	9	13	2
1986	100	76	8	12	4
1987	100	76	8	12	4
1988	100	76	8	12	4
1989	100	76	8	13	3
1990	100	75	8	13	4
1991	100	74	8	14	4
1992	100	75	8	14	3
1993	100	74	8	14	4
1994	100	74	7	14	5
1995	100	74	7	14	5

FUENTE: Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche. (CPAEL).- 1979.

En ésta tabla se puede observar claramente que el derivado lácteo que tiene mayor demanda en el mercado, es el queso. Esto es debido principalmente, a la calidad de la proteína que tiene y que es un alimento muy nutritivo dentro de la dieta. Por otro lado, cabe señalar que el aumento en el consumo del yoghurt en los últimos años, ha sido gracias a que sean dado a conocer las propiedades que tiene en la ayuda del proceso digestivo de los alimentos y a su elevado valor nutricional.

2.2.1 CREMA:

Es leche enriquecida en materia grasa, mediante el desnatado espontaneo o centrífugo. El estado físico permanece sin cambio en el curso del desnatado, la proporción de los glóbulos grasos se eleva considerablemente, el plasma en el cual están dispersos los glóbulos grasos en la crema fresca es idéntico a la leche desnatada.

La riqueza de la crema en materia grasa puede variar mucho, según la forma del desnatado (del 30 al 60 %); en general se sitúa hacia el 35 %, lo que corresponde a un desnatado regulado al 10 % (10 litros de crema al 35% extraída de 100 litros de leche). En mantequería es importante trabajar con cremas de esta concentración (3,7.8).

En la leche desnatada (descremada), el extracto seco desengrasado representa alrededor de 1/11 del total en peso (9.1 g/100 g). La relación entre el extracto seco total de la

crema y el contenido en materia grasa es la siguiente:

MG = 1.1 E.S. - 10

De esta manera puede determinarse indirectamente la materia grasa de las cremas: se pesa el extracto seco de la muestra, en lugar de valorar la grasa. En la práctica, la determinación de la materia grasa suele hacerse por un método ácido-butirométrico, derivado del método Gerber (8,11).

2.2.2 MANTEQUILLA:

Se conoce como mantequilla, al producto obtenido por el batido de la nata de la leche o de sus subproductos, suficientemente desprovista de leche y agua, por amasado y lavado, hasta no contener más de 18 g de materias no grasas, de los que no más de 16 pueden ser agua en 100 g (3,7,11).

La composición media de mantequilla es:

materia grasa	84.5 a 82.0%
extracto seco (caseína, lactosa, etc.)	0.5 a 2.0%
agua	15.0 a 16.0%

La fabricación de mantequilla se remonta a tiempos antiguos. Hasta finales del siglo XIX, la fabricación solo se llevaba a cabo en las granjas. La aparición de las desnatadoras centrífugas hacia 1880 y los trabajos de microbiología de la escuela de Pasteur contribuyeron al nacimiento y desarrollo creciente de esta industria (3).

2.2.3 QUESOS:

Los quesos son una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche: la caseína y la materia grasa; los que se obtienen por la coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada. El lactosuero contiene la mayor parte del agua y de los componentes solubles de la leche, quedando una pequeña parte aprisionada en la cuajada. La definición legal del queso precisa que "la denominación queso se reserva al producto fermentado o no, obtenido por coagulación de la leche, de la nata, de la leche desnatada o de su mezcla, desuerado y que contiene como mínimo 23 g de extracto seco por cada 100 g de queso".

Desde el punto de vista de su composición, el queso puede definirse como: "Un producto fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa, si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales" (3,7,8,12).

2.2.4 YOGHURT:

Este producto, también conocido como "leche cuajada búlgara", puede prepararse con leche de vaca, cabra, oveja y burra. Cae dentro de los productos conocidos como "leches fermentadas", de menor importancia que la crema. mantequilla

y quesos desde el punto de vista técnico hasta el económico. Las leches fermentadas son los productos más antiguos, tienen la misma historia que el pan y el vino y fueron consumidos especialmente por los pueblos orientales. En los países occidentales el uso de leches fermentadas se extendió a principios del siglo, momento en que Metchnikov (bacteriólogo ruso que desarrolló su mayor actividad en el Instituto Pasteur) puso de manifiesto las propiedades higiénicas y terapéuticas de las leches fermentadas (3,7,8,12).

La fermentación del yoghurt es el resultado de la actuación de dos fermentos lácticos: "Lactobacillus bulgaricus" y "Streptococcus thermophilus".

El Lactobacillus bulgaricus es una bacteria láctica homofermentativa que se desarrolla óptimamente entre 45o y 50oC, acidificando fuertemente el medio. Puede formar hasta un 2.7 % de ácido láctico en la leche.

El Streptococcus thermophilus se multiplica bien entre 37o y 40oC, pero se desarrolla también a 50oC. Es una especie homofermentativa termoresistente, que sobrevive a un calentamiento a 65oC durante 30 min. Es mucho menos acidificante que la especie precedente.

Ambos gérmenes son microaerófilos y soportan muy bien los medios ácidos (pH de 4 a 4.5). En el yoghurt conviven en estrecha simbiosis. Cuando se cultivan conjuntamente, producen más ácido láctico que cuando viven aislados. El Lb.

bulgaricus favorece el desarrollo de St. thermophilus por un mecanismo descubierto por Pette y Lolkema. El lactobacilo proteolítico, obtiene ciertos aminoácidos de la caseína, los cuales activan el desarrollo de los estreptococos, la valina es uno de los mas importantes (3,7,8).

El consumo de los derivados lácteos ha ido en incremento en los últimos 20 años, tal como se puede observar en la tabla No.9 pág. 30; en la que además se nota un crecimiento acelerado en la producción de los mismos, para lograr satisfacer la demanda de dicho consumo.

2.3 LECHE EN POLVO.

2.3.1 ANTECEDENTES.

La fabricación de leche deshidratada, o leche en polvo, fué intentada por primera vez por Parmentier en 1805, pero fué Grunwald, en 1855, quién realizó los primeros ensayos industriales. Sin embargo, hubo que esperar a los primeros años del siglo XX para que se instalara en los diversos países, especialmente en Estados Unidos, una poderosa industria de la leche en polvo. La Segunda Guerra Mundial en 1939 favoreció considerablemente su desarrollo y las entregas de leche en polvo norteamericana ayudaron a la gran penuria de productos lácteos que afectó a Europa en los años siguientes al final de ésta.

La leche en polvo presenta un interés considerable, porque permite el almacenamiento y el transporte económico de grandes cantidades de extracto seco de la leche. Puede constituir un elemento esencial en la política comercial de este producto al descongestionar el mercado mediante la exportación a países que no cuentan con suficientes recursos lecheros (3,4).

2.3.2 PRODUCCION NACIONAL DE LECHE EN POLVO.

Como ya se ha visto, la leche en polvo esta considerada dentro de la clasificación de leches industrializadas, junto con las leches evaporada y condensada. A continuación, se puede observar en la tabla No.10 la gran aceptación que ha tenido en el mercado la leche en polvo, desde 1970 hasta una proyección a 1995. En esta, se puede ver el gran impacto que tuvo al inicio de la década de los 70's hasta 1980 en donde se canalizaba la mayor parte de la leche industrializada como leche en polvo. A partir de 1981, la distribución de la leche industrializada es casi a la par entre la leche en polvo y la leche evaporada, encontrandose siempre muy por debajo la producción nacional de leche condensada. Esto puede deberse principalmente al grado de calidad alcanzado por las leches en polvo durante estos últimos años y a su alto periodo de conservación de la misma. Cabe señalar que el emparejamiento de la producción de la leche evaporada con la producción de leche en polvo en la década de los 80's y su consecuente proyección para los 90's, es debido probablemente al gran impacto comercial que se le dió a la leche evaporada, por encontrarse ésta en forma descremada o parcialmente descremada, lo cual ofrece algunas ventajas en el cuidado diario de la dieta y sin olvidar, por supuesto, que este tipo de leche también es recomendada en algunos casos como sustituto de la leche materna, ya que ofrece una mejor digestibilidad de la caseína por el tratamiento térmico que

ha tenido, en comparación claro esta, con la leche de vaca entera, y a diferencia también de la leche condensada, la que generalmente es enriquecida con azúcares.

TABLA No.10
PRODUCCION NACIONAL DE LECHE INDUSTRIALIZADAS
(EN MILLONES DE LITROS)

AÑO	LECHE INDUSTRIALIZADA	LECHE EVAPORADA	LECHE CONDENSADA	LECHE EN POLVO
1970	584	150	73	194
1971	450	153	81	215
1972	520	178	90	250
1973	523	182	81	259
1974	625	216	82	326
1975	621	240	62	317
1976	652	253	80	318
1977	772	341	76	353
1978	838	348	79	408
1979	857	359	80	415
1980	908	386	81	440
1981	900	396	146	357
1982	979	401	147	429
1983	959	402	191	365
1984	1 036	459	142	456
1985	1 077	482	148	473
1986	1 119	506	154	490
1987	1 160	529	161	506
1988	1 201	552	167	522
1989	1 242	575	173	539
1990	1 284	598	179	556
1991	1 325	621	185	573
1992	1 366	644	192	589
1993	1 407	667	198	606
1994	1 448	691	204	622
1995	1 490	713	210	639

FUENTE: Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche. (CPAEL).- 1989.

2.3.3 DIFERENTES TIPOS DE LECHE EN POLVO.

Se reconocen en el mercado principalmente, 3 clases de leche en polvo:

- 1) Leche entera en polvo.
- 2) Leche parcialmente descremada en polvo.
- 3) Leche descremada en polvo.

Las principales diferencias entre estos tres tipos de leche, residen en su composición final, en la que influye la clase de leche que se deseca (2,3).

La presencia de grasa incrementa seriamente las dificultades de fabricación a causa del peligro de oxidación y enranciamiento durante su conservación.

El problema dominante de las leches en polvo es el de la solubilidad del producto acabado; de esta manera, es necesario que la leche no sufra modificaciones profundas que impidan su disolución total en agua cuando se reconstituye la leche. Su fabricación requiere de leches de buena calidad, no ácidas. Después de la depuración física, la mezcla es normalizada para que la composición del producto sea exactamente igual a las características indicadas al envasarla (3).

A continuación se muestra en la tabla No. 11 la composición porcentual de la leche en polvo:

TABLA No.11

COMPOSICION PORCENTUAL DE LA LECHE EN POLVO

Componentes	Desnatada y fabricada por aspersión	Fabricada por aspersión con el 26% de materia grasa.
Agua	3.5 - 4.0	2.0 - 4.0
Grasas	1.0 - 1.5	26
Lactosa	50.0 - 52.0	35
Mat. Nitrogenadas	34.0 - 37.0	27.0 - 29.0
Sales Minerales	11.0 - 6.0	7.5 - 8.0
Extracto seco magro	94.5 - 95.5	70.0 - 72.0

FUENTE: Dr. R. Veisseyre.- Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.- Acribia España.- 1980.- pág. 258.

En esta tabla se compara la composición porcentual de las leches en polvo entera y parcialmente descremada, tomando como punto de partida para la leche en polvo entera solo un 26% de grasa, cantidad que se acostumbra en la mayoría de las formulaciones comerciales, por ser este el porcentaje ideal para trabajarse por aspersión (3).

2.3.4 OBTENCION DE LECHE EN POLVO.

Para obtener el polvo a partir de leche entera o parcialmente descremada, primeramente debe de seleccionarse el tipo de leche de la cuál se va a partir, verificando la calidad total de la misma, descremarse si así se requiere, y en seguida, ajustar la relación de grasa y sólidos no grasos. Posteriormente se procede a la pasteurización de la leche y homogenización, según sea el caso.

La leche en polvo se obtiene por la eliminación de la mayor parte del agua de la leche, de tal manera que, los sólidos de la leche vayan acompañados por no más de un 5% y tal vez cuando mucho de un 2% de humedad. En la primera etapa la leche se concentra al vacío por evaporación, a más o menos una tercera parte de su volúmen original. En la segunda etapa se seca, por lo común en un secador de tambor (o rodillos), o en un secador por aspersión.

Si la leche que se va a secar no está descremada, es aconsejable el homogenizarla, particularmente si se desea más adelante la reconstitución directa del polvo. La homogenización debe efectuarse a una temperatura entre 50o y 75oC, y a una presión manométrica entre 150-210 kg/cm².

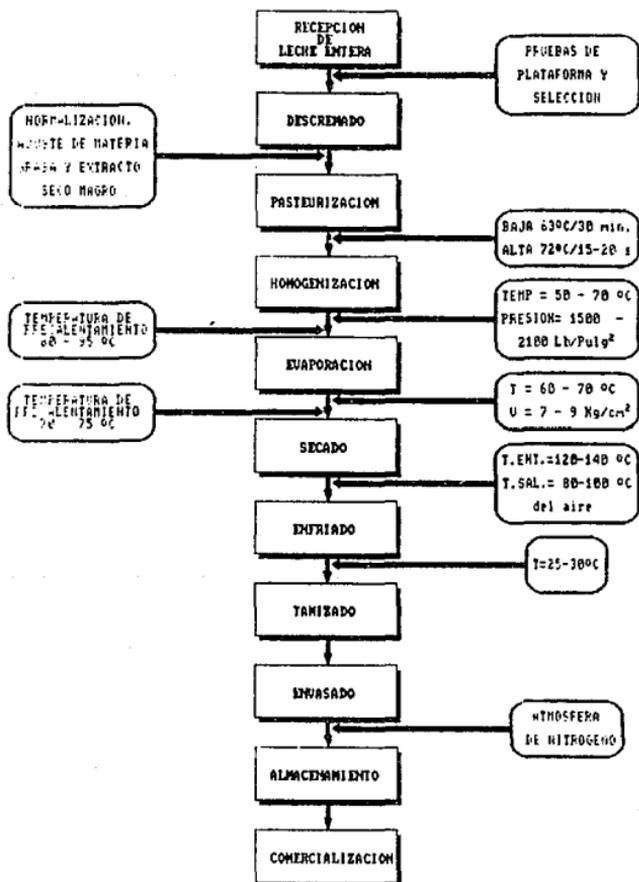
A continuación se precalienta la leche a unos 95oC y se condensa al vacío. La leche se saca una vez alcanzada la concentración deseada, su temperatura en este momento dependerá de las condiciones de operación del recipiente,

pero es probable que oscile entre 52o y 60oC. esta temperatura deberá incrementarse a unos 70oC antes de que se proceda a secar la misma (2).

Por último, el polvo obtenido se enfría a unos 30oC aproximadamente, se tamiza y se envasa generalmente en una atmósfera de nitrógeno para asegurar su vida de anaquel. Se almacena, para posteriormente comercializarse.

El diagrama No.1 muestra en general cada uno de los pasos a seguir en la obtención de leche en polvo por aspersión:

DIAGRAMA No. 1. OBTENCION DE LECHE EN POLVO POR ASPERSION



2.3.5 TIPOS DE SECADORES PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE EN POLVO.

a) Secado en Tambores o Rodillos:

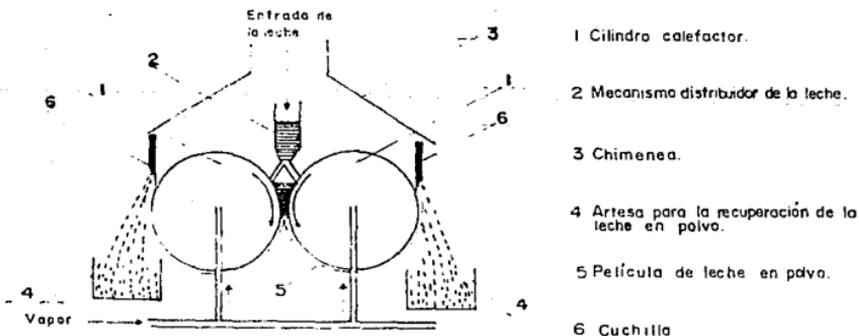
La eficiencia de la operación y la calidad del polvo que produce el secador de tambor dependerá de varios factores. La velocidad de los tambores deberá estar en relación con el tamaño del mismo a fin de asegurarse que la capa de producto tenga tiempo de secarse, pero lo haga sin un sobrecalentamiento. La temperatura del tambor, la temperatura del concentrado que entra y la temperatura y velocidad del aire que pasa sobre la superficie del tambor, afectan la tasa de evaporación del agua a partir de la película del producto. Una baja temperatura de entrada del concentrado incrementa el calor que debe añadirse al tambor. Una elevada temperatura del aire sobre la superficie secadora permitirá que el aire retenga más humedad conforme se evapora de la película del producto. Conforme el contenido de humedad de este aire se incrementa, la velocidad a la que recibe más humedad disminuirá. La capa de aire húmedo adyacente a la película del producto deberá reemplazarse frecuentemente con aire seco caliente. Una película gruesa de producto requiere más calor antes de secarse, y así se hace necesario una mayor presión de vapor en los rodillos o tambores, y/o una velocidad menor en el rodillo (2,3,12).

La película de producto se quita de la superficie del tambor por medio de un raspador o cuchillas especiales. El polvo se mueve al extremo del secador por medio de un gusano.

Durante el movimiento se enfria ligeramente. A continuación se muele, se cierne y se empaca.

El polvo de los tambores rotatorios a menudo presenta más coloración y es por lo común menos soluble que el polvo que proviene de secadores por aspersión. La solubilidad del polvo resultante de los tambores rotatorios se ve afectada principalmente por una desnaturalización de las proteínas durante el sobrecalentamiento de las porciones de la capa de producto sobre el tambor rotatorio. Por lo tanto, un sobrecalentamiento excesivo trae como resultado coloraciones (debidas principalmente a las reacciones de caramelización y de Maillard), carbonizaciones y serios perjuicios al sabor (2,3,12).

FIGURA No.1. SECADOR DE TAMBORES O RODILLOS



FUENTE: Dr. R. Veisseyre.- Lactología Técnica. Composición, tratamiento y transformación de la leche.- Acribia. España.- 1980.- pág. 260.

b) Secado por Aspersión:

Este tipo de secado, produce leche en polvo de excelente calidad y elevada solubilidad.

Las partículas de concentrado producidas por la tobera de atomización del atomizador centrífugo, son en su mayoría gotitas. En algunos casos, no obstante, algunas de ellas pueden ser burbujas o gotitas que contengan burbujas de aire. La baja viscosidad de los concentrados provoca esa incorporación de aire. Una gotita produce una partícula de polvo que es básicamente sólida. Una burbuja forma una partícula de polvo que contiene una vacuola; esta partícula es una cáscara delgada esférica que frecuentemente se fragmenta. En el polvo que contiene grasa de leche, tales partículas tendrán menor vida de anaquel que las sólidas; ya que éstas tienen más superficie del polvo expuesto al aire por cada unidad de sólidos (2,3,12).

El secado ocurre casi exclusivamente en la superficie exterior de la partícula del concentrado; esa superficie, inicialmente es una superficie de contacto líquido/gas. Para obtener mejores resultados el atomizador deberá producir gotitas o burbujas de tamaño uniformemente microscópico.

Durante la atomización, la leche más concentrada tiende a producir gotitas más grandes. Las gotitas más pequeñas producen partículas de polvo más pequeñas.

El atomizador debe suministrar leche de acuerdo con la

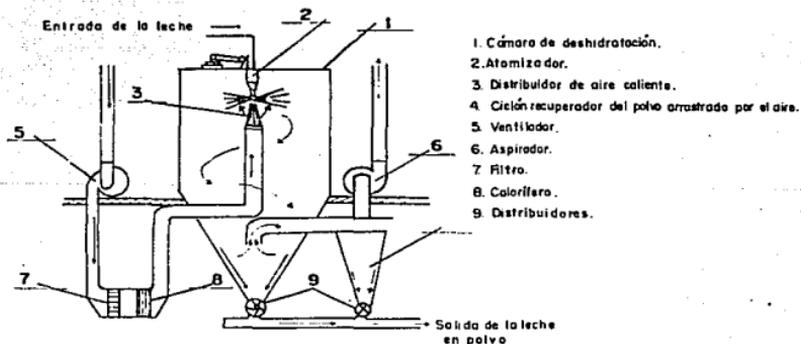
capacidad del secador. Si este abastecimiento fuera excesivo, el secador puede dejar de eliminar la cantidad adecuada de agua del producto, dando por resultado una composición que no llena los requisitos legales, que tiene poca vida de anaquel, o ambas cosas. Una velocidad de abastecimiento que sea demasiado lenta dará por resultado un sobrecalentamiento que menoscabe la solubilidad del polvo y provoque una fusión excesiva de la grasa en el producto. La fusión de la grasa podría ocasionar una corta vida de anaquel y pérdidas de grasa durante la manipulación y empaque del polvo (2,3,12).

El volumen y la temperatura del aire que se utiliza en el secador, dependen del volumen y la temperatura de la leche que se deja entrar, del tamaño de la gotita, y de la composición final que se desea. La temperatura del aire que sale se considera una prueba razonablemente buena de la regulación de humedad en un secador por aspersión. La temperatura del aire de salida es de unos 80o-100oC, mientras que la temperatura del aire que entra puede ser hasta mayor de 200oC.

La separación del polvo y del aire requiere dispositivos especiales. Las características físicas de la cámara de secado, la turbulencia y movimiento en la corriente de aire, así como el tamaño de partícula, determinan cuanto polvo permanece suspendido en el aire en el momento que deba eliminarse el mismo. Se utilizan filtros y ciclones para recuperar el polvo y evitar pérdidas.

Tan pronto como sea posible, después de haber completado el secado del producto, deberá eliminarse de la cámara de secado y enfriarse. Un retraso prolongado en el enfriamiento puede dañar la calidad del producto, favoreciendo el apelotonamiento y otros defectos en el color y el sabor (2,3,12).

FIGURA No.2. SECADOR DE ASPERSION



1. Cámara de deshidratación.
2. Atomizador.
3. Distribuidor de aire caliente.
4. Ciclón recuperador del polvo arrastrado por el aire.
5. Ventilador.
6. Aspirador.
7. Filtro.
8. Calorífico.
9. Distribuidores.

FUENTE: Dr. R. Veisseyre.- Lactología Técnica. Composición, tratamiento y transformación de la leche.- Acribia, España.- 1980.- pág. 261.

c) Secado por Congelación o Liofilización:

La eliminación del agua de la leche por sublimación, se lleva a cabo por liofilización o secado por congelación. La liofilización de la leche se realiza enfriando rápidamente la misma a -30°C o menos en un vacío de 25 mm de Hg. A continuación se aplica calor por radiación, conducción o convección, igual a la suma del calor latente de fusión, del calor sensible y del calor latente de vaporización. La aplicación del calor debe regularse cuidadosamente para evitar dañar el producto (2).

d) Secado por Espuma:

Este método se utiliza en escala muy limitada y solo en algunos países. De acuerdo con una descripción de este método, se selecciona la leche y se ajusta la relación G:SNG se pasteuriza, se homogeniza y se concentra 4 veces. El concentrado vuelve nuevamente a homogenizarse a 210 Kg/cm^2 más 35 Kg/cm^2 en un homogenizador de dos etapas. A continuación se emplea bióxido de carbono o nitrógeno para producir espuma en el concentrado. Esta espuma se enfria y se seca a un vacío de 18 mm Hg. Otro método utiliza el aire para formar la espuma con un secado posterior en charolas en una cámara de aire caliente. En este método, el aire entra a la cámara de secado a unos 105°C y sale a unos 76°C (2).

El método más utilizado en la actualidad para producir leche en polvo a gran escala es el secado por aspersión, el

producto presenta menos defectos que son más comunes al polvo producido en secador por tambores. La gota de leche que produce el atomizador presenta un diámetro menor que la película de leche sobre la superficie del tambor rotatorio, además ninguna gota esta expuesta al calor intenso y continuo que caracteriza a la exposición de la capa de producto sobre la superficie del tambor rotatorio. El intercambio de calor, en el caso de la gota, se hace inicialmente a través de una superficie de contacto gas/líquido, más tarde a través de una superficie de contacto gas/sólido. Con las temperaturas del aire que entra en el secador por aspersión, que son muy altas (>200oC), el calor se utiliza para transformar el agua en vapor. Esto enfría el aire y ayuda a evitar que la temperatura de la gota exceda la de su punto de ebullición, dañando de manera mínima a los sólidos de leche.

Además, el secado por aspersión es el único que puede dar las cualidades que se exigen a una buena leche en polvo, mismas que son:

- 1) Buena solubilidad que permita obtener fácilmente una solución homogénea, exenta de partículas macroscópicas.
- 2) Un sabor agradable, lo que implica la ausencia de defectos muy comunes: Sabor a cocido, oxidado, rancio, etc.
- 3) Valor nutritivo inalterado y calidad higiénica garantizada, cuando la leche utilizada en la fabricación es de buena calidad.

El secado por aspersión, también se utiliza en la preparación de caseínatos de calcio y de sodio, así como polvo para helados y muchos alimentos infantiles, los cuáles incluyen sólidos de leche no grasos (8).

En México, el método más usual y generalizado en la obtención de leche en polvo es el secado por aspersión (8).

2.4 LECHES PARA LACTANTES.

2.4.1 INTRODUCCION.

A partir de la Revolución Industrial, la mujer se empezó a integrar de manera formal al trabajo remunerado fuera del hogar. Este cambio, que acarreó múltiples transformaciones económicas y sociales, condujo también el abandono de la práctica de amamantamiento. Décadas mas tarde, durante la primera mitad del siglo XX, en la mayoría de los países industrializados se produjo un notable descenso en las tasas de mortalidad infantil, lo que fué erroneamente interpretado como una evidencia de que el mejor método para alimentar a los recién nacidos era el biberón. A tal grado se difundió esa creencia equivocada, que la industria comenzó a producir fórmulas sustitutas de la leche materna así como utensilios para prepararlas y administrarlas (biberones, chupones, esterilizadores, etc.), adquiriendo rápida popularidad y propiciando un abandono aún mas acentuado de la lactancia al seno materno. El fenómeno rebasó las fronteras de los países industrializados e hizo acto de presencia en las naciones en vías de desarrollo, con fatales consecuencias. En 1960 el inglés Aykroyd y sus colaboradores señalaron: "a partir de la década de los años cincuenta, los contrastes entre clases sociales, y específicamente entre las sociedades industrializadas y las no industrializadas, puso en evidencia que la disminución de la mortalidad infantil en las primeras se debió a los avances económicos y sociales, mientras que en

las últimas el abandono de la lactancia materna contribuyó en forma creciente a mayor morbilidad y mortalidad infantil por el sinergismo desnutrición-infecciones".

Después de un análisis más cauto y detallado, se comprobó que las mejoras en las condiciones sanitarias de las viviendas, la introducción del drenaje, el agua potable y los servicios de salud materno-infantil, fueron los verdaderos responsables de la disminución en las tasas de mortalidad infantil en Inglaterra, y no las leches industrializadas administradas en biberón, como al principio se presumió (14).

2.4.2 COMPARACION DE LA LECHE DE MUJER Y LA DE VACA.

Existen diferentes fórmulas alimenticias para infantes basadas en la leche de vaca, pero no es clara la evidencia de la superioridad de cualquiera de estas. Probablemente el mayor número o la mayor parte de los bebés, son alimentados con leche de vaca modificada en cualquiera de sus formas.

En la tabla No. 12 se indica la composición media de la leche materna y la de vaca. Ambos tipos de leche varían en las diferentes fases de la lactancia; además, en sendos tipos existen diferencias individuales muy marcadas. Las diferencias entre las leches de mujeres que reciben una alimentación apropiada son insignificantes.

TABLA No.12

COMPARACION DE LAS LECHEs MATERNA Y DE VACA

Componentes (%)	Humana	Vaca
Agua	87.6	87.3
Sólidos Totales	12.4	12.7
Proteínas	1.2	3.3
Caseína	0.4	2.8
Suero	0.6	0.6
Lactoalbumina	0.3	0.4
Lactoglobulina	0.2	0.2
Lactosa	7.0	4.8
Graza	3.8	3.7
Minerales (cenizas)	0.21	0.72
Minerales (por litro):		
Sodio (mEq)	7	25
Potasio (mEq)	14	35
Cloro (mEq)	12	29
Calcio (mEq)	330	1250
Fosforo (mg)	150	960
Magnesio (mg)	40	120
Azufre (mg)	140	300
Hierro (mg)	1.5	1
Cinc (mg)	1.2	3.8
Cobre (mg)	0.4	0.3
Yodo (mg)	0.07	0.21
Vitaminas (por litro):		
A (mcg)	540	370
C (mg)	40	20
E (mg)	6.6	0.6
K (mg)	0.15	0.6
B1 (mg)	0.15	0.40
B2 (mg)	0.47	1.58
B6 (mg)	0.11	0.48
Niacina (mg)	1.7	0.8
Ac. Pantoténico (mg)	2	3.5
Biotina (mcg)	4	35
Ac. Fólico (mcg)	2.2	2.9
Calorías (aprox.):		
Por litro	710	690

FUENTE: 1) A.E. Bender.- Nutrition and Dietetic Foods.- The P. Press.- Great Britain.- 1973.- pag. 61.

Las cantidades relativas de agua y sólidos en la leche de mujer y de vaca son casi iguales, en ambos casos van de 87 al 87.5%, con un peso específico que varía de 1.030 a 1.032 (7,8,11).

Existen diferencias cualitativas y cuantitativas en el contenido de proteínas. La leche de mujer solo contiene el 1 al 1.5% de proteína (promedio 1.2%), en contraste con la leche de vaca que contiene aproximadamente el 3.5%. El aumento proteico de la leche de vaca viene explicado casi por completo por su contenido, unas 6 veces mayor en caseína. Las mayores diferencias cualitativas se refieren a las cantidades de lactoalbúmina y caseína. En la leche de mujer la proporción de lactoalbúmina es poco mas o menos del 60% de la proteína total y 40% de caseína; mientras que en la leche de vaca, la relación esta invertida, 18:82 (13,14).

Los azúcares de ambas leches difieren solo cuantitativamente, ya que en ambos productos el azúcar es la lactosa. La leche de mujer contiene 6.5 al 7%, y la de vaca el 4.5% aproximadamente (12,15,16).

La leche de vaca contiene aproximadamente el 3.5% de grasa y el contenido en la mujer varía con la dieta, pero en general también se encuentra alrededor de este rango. La proporción de grasa en la leche de vaca varía en las diversas razas, pero la leche que se consume en las ciudades tiene un contenido en grasa comprendido entre 3.25 y 4% (12,15).

La grasa de ambas leches se compone principalmente de triglicéridos, oleina, palmitina y estearina. Sin embargo, la leche de mujer contiene cantidades relativamente mayores de oleina, que es más fácil de absorber. Los ácidos grasos volátiles (butírico, cáprico, capríco y caprílico) solo representan alrededor del 1.3% de la grasa de la leche de mujer, contra el 9% presente en la leche de vaca. El ácido linoléico es un ácido graso esencial en la alimentación del lactante, es decir; es un ácido que no es producido por el organismo, o lo produce en cantidades muy pequeñas que no cubren las demandas del organismo, y por lo tanto debe ser incluido dentro de la dieta. Los niños alimentados con dietas deficientes, pobres en esta sustancia, llegan a tener una piel gruesa, seca y escamosa y no crecen normalmente. Las pequeñas cantidades de ácido linoléico presentes en la mayor parte de las leches, bastan para prevenir esta deficiencia (9,15).

El contenido mineral en la leche de mujer es mucho menor que el de la leche de vaca: 0.15 a 0.25% en la leche de mujer y 0.70 a 0.75% en la de vaca. A excepción del hierro y el cobre, la leche de vaca contiene una cantidad considerablemente mayor de todas las sustancias minerales, que la leche de mujer. Ninguna de las dos leches contiene una cantidad suficiente de hierro; en el caso de los primeros 4 a 6 meses de vida de los lactantes el déficit de este mineral es compensado por las reservas fetales de hierro (6,15,17,18).

Referente al contenido en vitaminas de la leche de mujer y la de vaca, este varia de acuerdo a la ingestión materna de alimentos. Ambas poseen cantidades suficientes de vitamina A e insuficientes de vitaminas C y D para cubrir los requerimientos nutricionales del lactante en los primeros meses de vida. Cabe aclarar que la leche de la mujer contiene mayor contenido de vitamina C que la leche de vaca, mientras que ésta contiene mas tiamina y riboflavina que la de la mujer y, el contenido de niacina es similar en ambas leches (15,16,17).

Aunque existen ligeras variaciones en los valores energéticos de cada tipo de leche, en la práctica cabe suponer que ambas equivalen a 20 kcal/30 g o 0.67 kcal/ml.

La leche de mujer se halla esencialmente libre de contaminación bacteriana. pero tanto los bacilos de la tuberculosis como los tifoideos pueden hallarse a veces en la leche de mujer infectada por estos germenés. La leche de vaca puede estar contaminada, en la mayoría de los casos las bacterias presentes no son muy nocivas para el hombre, aunque por su composición es un buen medio de cultivo para bacterias patógenas, infecciones aisladas y epidérmicas. Entre estas infecciones se encuentran las enfermedades estreptocócicas, la difteria, la fiebre tifoidea, las salmonelosis, la tuberculosis y la brucelosis. Por esta razón, se aconseja hervir la leche antes de preparar la mezcla láctea para el niño (8,15).

En relación al tiempo de digestión de las leches, es más rápido con la leche de mujer que con la de vaca. El tamaño del coágulo de la leche de vaca puede reducirse algo por ebullición y se vuelve mucho menor gracias a la acción del calor requerido para la elaboración de la leche evaporada, por adición de ácido o álcali o por homogenización. En contraste, el cuajo de la leche materna es fino y floculento, y es fácilmente desdoblado en el estómago del lactante. La grasa de la leche de vaca es mas difícil de digerir que la de la leche de mujer (15).

2.4.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL BEBE.

Los requerimientos de los infantes son bien conocidos. La leche materna es designada como el alimento esencial del bebé; los nutrimentos presentes en ésta y en las cantidades normalmente consumidas son aceptados como los niveles óptimos a seguir. Sin embargo, cuando se emplea leche de vaca, los bebés presentan mas calcio en los huesos y un porcentaje mayor de proteína. Debido a los altos niveles de estos nutrimentos en la misma, traen como consecuencia un crecimiento muy acelerado, que si no es benéfico simplemente es de un modo diferente (16).

De esta manera, es igualmente común en la práctica alimentar a los bebés pequeños con leche de vaca diluida con agua, o adicionada con azúcar para diluir el contenido de proteína, o para modificar la leche y hacer ésta lo mas o menos cercana a la leche humana.

Los requerimientos de energía de los infantes son aceptados como 130 Kcal/Kg al nacer, disminuyendo durante el primer año de vida a 100 Kcal/Kg.

La necesidad de agua está en relación con el consumo calórico y la densidad de la orina. El niño necesita consumir cantidades mucho mayores de agua, por unidad de peso corporal que el adulto. El consumo diario de líquido en un niño sano equivale al 10 ó 15% de su peso corporal. La mayoría de los alimentos sólidos de la dieta infantil la contienen en un 60 a 70% y muchas de las frutas y verduras que ingiere contienen el 90%.

En relación con las proteínas, se sabe que son estructuras sólidas predominantes en el organismo y que la clase, número y disposición de los aminoácidos determinan las características de las mismas. Se han identificado 24 aminoácidos; 9 de ellos se consideran esenciales para los niños: treonina, valina, leucina, isoleucina, lisina, triptofano, fenilalanina, metionina e histidina (necesaria solo para los niños pequeños). No es posible la formación de nuevos tejidos, a menos que todos los aminoácidos esenciales estén en la dieta. Las necesidades para cada uno de los aminoácidos son mucho más pequeñas en el niño de edad escolar que en el lactante.

Se desconoce por el momento cuáles son las cifras de ingreso mínimas y óptimas del aporte protéico que reciben los lactantes y los niños. Paradójicamente, el aporte de

proteínas en muchos países es tan restringido, que en los lactantes las carencias más graves se producen a consecuencia de esto. En la tabla No. 13 se muestran las necesidades aproximadas diarias de calorías, proteínas y agua para niños (14,15).

TABLA No.13
NECESIDADES DIARIAS APROXIMADAS DE CALORIAS
PROTEINAS Y AGUA EN LOS NIÑOS

EDAD (años)	CALORIAS (por Kg)	PROTEINAS (g/Kg)	AGUA (ml/Kg)
* Lactante	110	3.5 - 2	150
1 - 3	100	2.5 - 2	125
4 - 6	90	3	100
7 - 9	80	2.8	75
10-12	70	2	75
13-15	60	1.7	50
16-19	50	1.5	50

* Las primeras semanas, cifras más bajas; los primeros seis meses, cifras relativamente más altas que los últimos seis.

FUENTE: V.C. Vaughan; R.J. McKay; W.E. Nelson.- Tratado de Pediatría.- Salvat.- México.- 1980.- pág.- 147.

La mayor parte de las necesidades calóricas del cuerpo son cubiertas por los hidratos de carbono. Los hidratos de carbono se almacenan principalmente en forma de glucógeno en el hígado y los músculos, pero no es probable que constituyan más del 1% del peso del cuerpo. Proporcionan una fuente de energía fácilmente disponible (calor corporal y trabajo muscular). Se requieren para proporcionar suministros del 25 al 55% de las calorías (15).

Las necesidades del consumo de grasas, son de un mínimo desconocido, ya que por lo común suministran un 35% de calorías. Probablemente 1-2% de las calorías son en forma de ácido linoléico.

Las grasas naturales tienen ácidos grasos tanto saturados como insaturados, variando en longitud de 4 a 24 átomos de carbono, y la mayoría de ellos contienen 16 ó 18. (15).

Los requerimientos de algunas vitaminas y minerales para lactantes, son mostrados en el capítulo de resultados, en la tabla No. 18, correspondiente al análisis de vitaminas y minerales de las muestras estudiadas.

2.4.4 LECHEs MATERNIZADAS.

Son leches cuya composición se modifica para que sean lo mas semejante posible a la leche materna. también son conocidas como "leches para lactantes" o "leches modificadas".

La alimentación con leches maternizadas es ahora considerada como un proceso simple en el que no son necesarios cálculos complicados ni preparados elaborados. La leche de vaca, pura, fresca o modificada en alguna forma, es la base de la mayoría de las mezclas lácteas. Sin embargo, existen algunos sustitutos de la leche para lactantes hipersensibles a la leche de vaca (15,16,18).

El proceso de obtención de estas leches (que varía, según sea el proceso de pasteurización, homogenización y evaporación comercial) ha alterado tanto la caseína que se forman cuajos, pequeños y de fácil digestión en el estómago, eliminando con ello la principal causa de indigestibilidad de la proteína de la leche de vaca.

El cambio de patrones culturales y sociales ha contribuido en gran manera al aumento de confianza en la lactancia artificial.

La superioridad de la leche materna (no de la lactancia materna) sobre los actuales preparados artificiales derivados de la leche de vaca, se ha hecho menos aparente al conocerse mejor los procedimientos de preparación de la leche y la química de la alimentación. Los estudios objetivos del estado de nutrición de los lactantes en fase de crecimiento, demuestran diferencias relativamente pequeñas, y probablemente insignificantes, entre los niños alimentados al pecho y los que lo son por alguna variedad de leche de vaca (15).

Hace solo algunas décadas aparecieron las leches modificadas (sustitutos de leche materna), con una composición más semejante a la humana; que cuando se preparan con la concentración correcta y la asepsia necesaria, estas fórmulas proveen las proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua con las características y en las cantidades adecuadas como para que el niño alcance un

crecimiento y desarrollo semejantes al de los que han sido alimentados con leche materna, aunque sin sus beneficios inmunológicos. El contacto afectivo, puede no verse afectado.

Es importante recalcar que para el niño de buen nivel socioeconómico, con higiene adecuada y que es alimentado con sustitutos de leche materna, su uso no determina un mayor riesgo de enfermedades y de muerte; sin embargo, aquellas madres de escasos recursos, que diluyen excesivamente la leche industrializada ya sea por ignorancia, miedo o por alcanzar un mayor rendimiento, que no tienen medios para refrigerarla y que desconocen la importancia de la higiene en la preparación de la fórmula, someten a sus hijos al enorme riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales, a una desnutrición y, a una posible muerte a temprana edad. Este fenómeno es particularmente notable entre la población que migra del campo a la ciudad (18).

2.4.5 OBTENCION Y PRODUCCION DE LECHEs MATERNIZADAS.

Aunque al parecer, los bebés prosperan con leche de vaca, esta es frecuentemente modificada para acercarla lo mas posible a la leche humana.

La forma mas simple de humanizarla es practicada cuando la madre diluye la leche de vaca con agua, reduciendo el nivel de proteína, y haciendo que el contenido de energía se eleve con azúcar. Esto también es llevado a cabo con la leche seca, cuando de acuerdo con las instrucciones de uso son

adicionadas el agua y el azúcar. Sin embargo, las proteínas que contiene la mezcla todavía difieren en tipos. La solución a este problema es usar "suero de leche" como un diluyente y al mismo tiempo se esta diluyendo la relación caseína-lactoalbúmina de 5:1, hasta llevarla cerca de la relación 1:1.6 de la leche humana.

El alto contenido de sales del suero de leche puede ser reducido por desmineralización electrolítica o por el uso de una resina de intercambio iónico (15,16).

Un método de leche humanizada introducido en el Japón, parte de leche descremada; el contenido de cloruros, sulfatos y nitratos es reducido por una resina de intercambio iónico. El contenido de proteína es incrementado por la adición de quesos y suero de leche que han sido desmineralizados y la grasa es suplida por grasas vegetales. La mezcla es esterilizada y secada, en un secador por aspersión el resto de los ingredientes son adicionados en forma seca. Los carbohidratos son adicionados en una preparación especial de lactosa destinados a suprimir el crecimiento de bacterias intestinales dañinas, junto con azúcar y vitaminas.

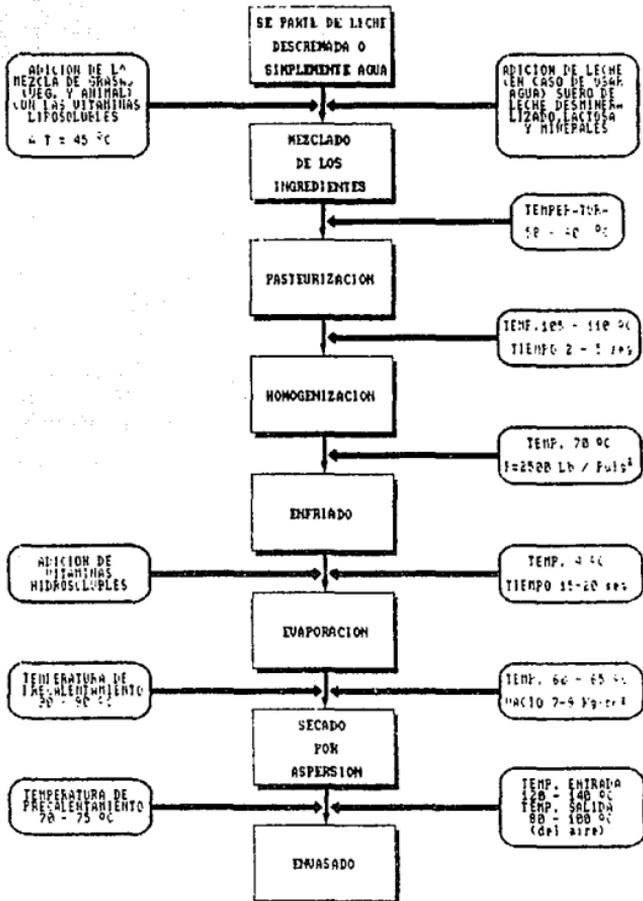
Una de las leches maternizadas más extensamente usadas, son las preparadas por los Laboratorios Wyeth International Limited de Philadelphia, en los Estados Unidos. La mitad del aporte protéico en esta preparación, viene del suero de leche desmineralizado por electrodiálisis. La grasa de la leche es reemplazada por una mezcla de grasas vegetales y animal.

Desde el ácido linoléico en la leche de vaca que representa únicamente el 25% del que esta en la leche humana, es adicionado para dar la misma proporción de los ácidos grasos esenciales como en la leche humana.

La mezcla de la leche descremada, grasa (vegetal y animal), lactosa y minerales es tratada por el método de la ultra alta temperatura y corto tiempo de pasteurización (HTST), de 105°C a 110°C y bajada a 70°C, para en este momento ser homogenizada e inmediatamente después ser enfriada a 4°C, en un tiempo total de 15 a 20 segundos. Para posteriormente adicionar las vitaminas hidrosolubles en el tanque de recepción (14).

El diagrama No. 2 describe el proceso de obtención de la leche maternizada ó leche para lactantes en polvo:

DIAGRAMA N.º 2. OBTENCION DE LECHE EN POLVO PARA LACTANTES O LECHE MATERINIZADA



3. JUSTIFICACION.

Se sabe que la lactancia materna sigue teniendo ventajas prácticas y psicológicas sobre los preparados artificiales o leches para lactantes; que la madre debe tener en cuenta, cuando elige la manera de alimentar a su bebé.

Algunas de estas ventajas son:

- i) La leche materna esta en todo momento fácilmente disponible a la adecuada temperatura, dondequiera que la madre se encuentre.
- ii) No se requiere tiempo alguno para la preparación del alimento.
- iii) La leche es siempre fresca y exenta de contaminación bacteriana, de manera que las probabilidades de trastornos gastrointestinales son menores.
- iv) La alergia y la intolerancia a la leche de vaca son los responsables de importantes alteraciones y problemas alimenticios que no se observan en lactantes maternos.
- v) Los lactantes alimentados a pecho son relativamente resistentes a la infección por virus vivos atenuados de la vacuna poliomiélica de la madre. también se ha demostrado que el crecimiento de los virus de las paperas, influenza y de la encefalitis B japonesa, pueden ser inhibidos por sustancias existentes en la leche humana.

vi) La lactancia materna ofrece mayor oportunidad para el íntimo contacto sensual entre madre e hijo (15,17,18,19).

De este modo, se puede observar que no existe inconveniente alguno para la alimentación al pecho de un niño sano y normal, nacido durante el periodo ideal de gestación. Pero, que sucede cuando la madre es incapaz de criar a su hijo por algún trastorno fisiológico, psicológico, social o físico. Entonces, es esencial la alimentación artificial, a través de un sustituto de la leche materna, tal como: "leche en polvo para lactantes" o también conocidas como "leches humanizadas o maternizadas".

Ya se ha hablado de la influencia que ha tenido el cambio de patrones culturales y sociales para el aumento de confianza en la lactancia con leches maternizadas. Ya que muchas madres no son partidarias de dar el pecho a sus hijos, porque trabajan fuera de casa o porque suponen limitaciones a sus actividades sociales, por miedo al fracaso o simplemente porque temen perder su atractivo físico; sea cual fuese la causa, en la tabla No.14 se muestra la gran demanda que han tenido en los últimos 20 años el uso de los sustitutos de leches maternas.

TABLA No. 14
VENTAS REALES

AÑOS	LECHE EN POLVO (TON)	LECHE CONDENSADA (TON)	LECHE MATERNIZADA (TON)	
D A T O S H I S T O R I C O S	1970	7 139	-	2 862
	1971	8 632	-	3 025
	1972	10 579	12 274	3 016
	1973	12 695	23 130	3 852
	1974	17 826	21 201	3 645
	1975	14 898	17 199	3 034
	1976	19 934	21 692	3 823
	1977	22 578	20 191	3 435
	1978	25 137	22 580	4 115
	1979	29 869	26 805	4 423
	1980	33 144	29 124	4 871
	1981	38 612	25 637	5 713
	1982	37 596	23 912	5 825
	1983	38 052	21 059	6 432
1984	42 625	21 520	5 234	
P R O Y E C C I O N	1985	45 234	25 977	6 051
	1986	47 894	26 542	6 287
	1987	50 553	27 106	6 524
	1988	53 213	27 671	6 791
	1989	55 873	28 236	6 998
	1990	58 533	28 800	7 274

FUENTE: Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche, (CPAEL).- México.- 1989.

En esta tabla se puede apreciar la gran demanda que ha tenido la fabricación de leche en polvo, desde el inicio de la década de los 70's y su acelerado crecimiento durante la misma, hasta los primeros años de la siguiente década en la que se observa una quintuplicación de las ventas efectivas.

De igual manera, la leche condensada y la maternizada llegan a duplicar sus ventas en este mismo periodo, reiterando la gran aceptación que han tenido principalmente los sustitutos de la leche materna, debido quizás al conocimiento en la elaboración de estos y a su grado de calidad tan parecido al de la leche materna. Además, puede observarse que en la proyección se espera un crecimiento constante de los mismos.

Tomando en cuenta esto, se considera de importancia realizar un diagnóstico de las leches maternizadas que se expenden en el área Metropolitana, para así conocer su calidad bromatológica, vitamínica y mineral entre otros aspectos. Por lo cuál los objetivos del presente trabajo son:

4. OBJETIVOS.

I. Realizar el análisis proximal de cinco muestras de leches maternizadas.

II. Evaluar la calidad de las muestras por métodos sensoriales y fisicoquímicos.

III. Comparar la cuantificación de vitaminas y minerales contra los datos publicados en los marbetes de las latas estudiadas y contra los requerimientos necesarios del bebé.

IV. Comparar la composición de las fórmulas lácteas para bebés estudiadas (leches maternizadas), con la leche materna.

V. Evaluar si las fórmulas lácteas para bebés reúnen los requerimientos nutricionales mínimos necesarios y si éstos pueden actuar como sustitutos totales de la leche materna.

5. METODOLOGIA.

Para realizar el presente trabajo, se utilizaron cinco marcas distintas de leche en polvo para lactantes de las más comunes y conocidas en el área metropolitana. Las cuáles, fueron seleccionadas por ser éstas las más parecidas entre sí en relación a su composición, ya que todas son enriquecidas con lactosa y reducidas en el contenido de caseína. A su vez, cada una de las marcas fué evaluada en tres lotes distintos, hasta acompletar un total de 15 latas, a las que se les realizaron por duplicado los análisis correspondientes que se muestran en el diagrama No.3.

5.1 SELECCION DE MUESTRAS.

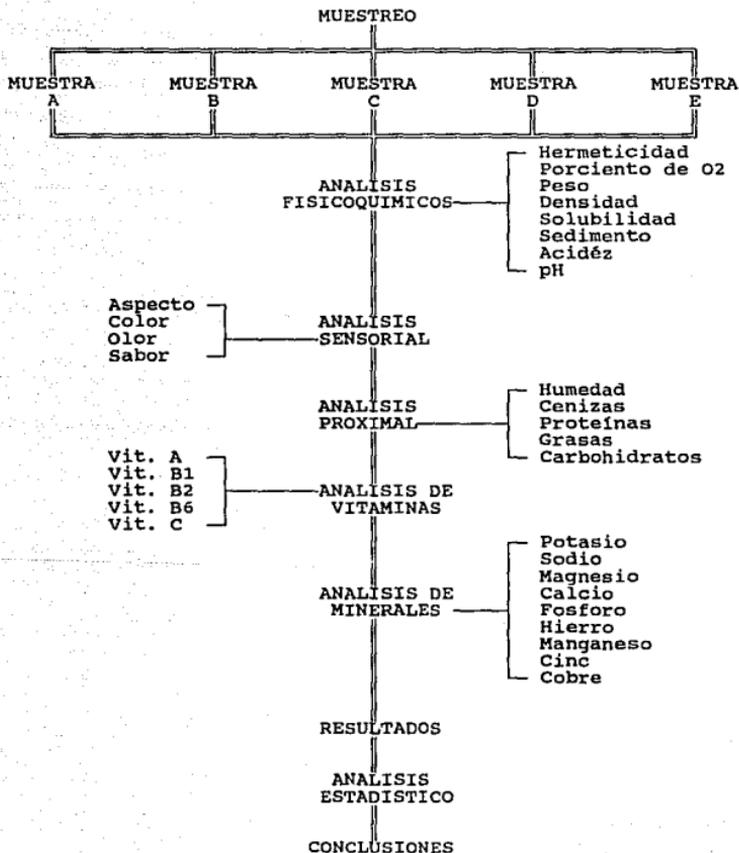
Los lotes estudiados de cada una de las muestras fueron escogidos al azar en distintos establecimientos comerciales del Distrito Federal. El muestreo se realizó en un periodo aproximado de ocho meses.

Se determinó, que las marcas a estudiar fueran fórmulas para lactantes normales, únicamente enriquecidas con hierro, para poder ser comparadas entre sí. Sin utilizar como muestras las "fórmulas especiales", que estan excentas generalmente de algún componente de la leche que algunos lactantes no pueden absorber ó utilizar correctamente.

5.2 ESQUEMA DE LA METODOLOGIA.

El diagrama No.3 muestra esquemáticamente la metodología seguida en el presente trabajo, misma que inicia con el muestreo de las cinco marcas estudiadas, las cuáles fueron tipificadas con las primeras letras del alfabeto (A, B, C, D y E). Cabe recordar que cada muestra se analizó por triplicado; es decir, que cada una estuvo constituida por tres lotes.

DIAGRAMA No.3 . METODOLOGIA



5.3. ANALISIS DE LAS MUESTRAS.

A cada uno de los lotes de las cinco marcas estudiadas se les realizaron los siguientes análisis:

- I. Análisis Fisicoquímicos.- Dentro de estos análisis se encuentran comprendidas las siguientes determinaciones: Hermeticidad, % de Oxígeno, Peso, Solubilidad, Densidad, Sedimento, pH y Acidez.

Es importante hacer la aclaración que antes de abrir la lata, las primeras pruebas a realizar fueron la hermeticidad y el porcentaje de oxígeno residual existente en la lata, ya que estos productos son envasados en atmósfera inerte de nitrógeno que ayuda a la conservación del producto.

Hermeticidad.- Esta prueba sirve para corroborar que la lata no presenta fuga en el engargolado del bote con la tapa o en cualquier otro punto de la misma. Las latas son sumergidas en agua dentro de un desecador y se le aplica una presión de vacío. Si la lata presenta fuga, entonces se debera observar un hilo continuo de burbujas en el lugar de la misma (20).

Porciento de Oxígeno Residual.- Esta prueba se realiza para conocer la cantidad de oxígeno que queda atrapado entre las partículas del polvo dentro de la lata durante el proceso de envasado. Para llevar a cabo esta prueba se requiere de un analizador de oxígeno (20).

Peso.- Se utiliza una báscula perfectamente calibrada para conocer el peso neto del producto (20).

Solubilidad o Reconstitución.- Este procedimiento determina las características de rehidratación del polvo preparado según las instrucciones impresas en la lata. Además nos permite evaluar la calidad del polvo, a través del cuidado que se tuvo en el proceso del secado por aspersión (21).

Sedimento.- Esta prueba se realiza para la determinación de partículas quemadas presentes en la leche en polvo, comparando el resultado obtenido contra discos patrones. Al igual que en la determinación anterior, esta prueba nos permite conocer la calidad del polvo y evaluar el proceso de secado por aspersión (22).

Densidad.- Permite conocer las condiciones estandar de envasado del producto (20).

Acidez.- Nos permite determinar la cantidad de ácido láctico existente en el producto (23).

pH.- Sirve para determinar la concentración de iones hidrógeno presentes en la muestra (24,25).

DETERMINACION

REFERENCIA

Hermeticidad	* M.N.E.R.M.P., 1986, Met. L003.1, WIL.
Porcentaje de O2	M.N.E.R.M.P., 1986, Met. 0001.1, WIL.
Peso	M.N.E.R.M.P., 1986, Met. F003.1, WIL.
Densidad	M.N.E.R.M.P., 1986, Met. D001.1, WIL.
Solubilidad	Gral. Let. 124, Nut. Qua. Cont., 1981.
Sedimento	Std.Grades Dry Milk, Bull.No.916, 1971.
pH	AOAC, 10ava. Ed. 1965, Proc. 13.027.
Acidez	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.222.

*M.N.E.R.M.P.- Manual Nutritinal Especificacion Raw Material and Product.- Año 1986.- págs.3,5,11,13 y 14.

- II. Análisis Sensoriales.-** Estas pruebas también son conocidas como análisis organolépticos, las cuales incluyen Color, Olor, Sabor y Aspecto. Fueron realizadas posteriormente de abrirse la lata, y una vez hechas las pruebas de hermeticidad, % oxígeno y peso (26,27).

DETERMINACION

REFERENCIA

Color	DGN-F-218-1971 y NOM-F-26-1986.
Olor	DGN-F-218-1971 y NOM-F-26-1986.
Sabor	DGN-F-218-1971 y NOM-F-26-1986.
Aspecto	DGN-F-218-1971 y NOM-F-26-1986.

- III. Análisis Proximal.-** Estos análisis consisten en una marcha analítica que nos permite cuantificar de una forma aprox. cuatro de los cinco grupos de nutrientes o componentes que constituyen un alimento. Estos son: Humedad, Cenizas, Proteínas, y Grasas. Los Carbohidratos se pueden calcular por diferencia de los otros cuatro (23).

COMPONENTE	REFERENCIA
Humedad	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.212.
Cenizas	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.216.
Proteínas	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.213.
Grasas	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.219.
* Carbohidratos	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 16.056.

* Los carbohidratos se obtuvieron por dos métodos:

- 1) Por diferencia del análisis proximal.
- 2) Por un método polarimétrico, cuantificando lactosa como único carbohidrato presente en la leche en polvo para lactantes; del cuál hace mención la referencia.

IV. Análisis de Vitaminas y Minerales.- El análisis de estos dos grupos conocidos como microcomponentes en cualquier alimento, se llevó a cabo en un equipo más sofisticado como lo es el fluorómetro, el espectro de absorción atómica y el cromatógrafo de líquidos; los cuáles son aparatos más precisos que nos permiten cuantificar con un mínimo de error los siguientes microcomponentes que fueron analizados:

Vitamina A.- Se determinó como palmitato de vitamina A a través de un cromatógrafo de líquidos, normalmente conocido como HPLC (28).

Vitamina B1.- Denominada con el nombre de Tiamina, se cuantificó por determinación fluorométrica (23).

Vitamina B2.- Conocida como Riboflavina, también se cuantificó por determinación fluorométrica (23,29).

Vitamina B6.- Conocida como Piridoxina, se cuantificó por una determinación microbiológica (23,28).

Vitamina C.- Conocida también como Acido Ascórbico, se cuantificó por titulación con 2,6-diclorofenilindofenol (23).

VITAMINA

REFERENCIA

A	Cromatógrafo de Líquidos (HPLC).
B1	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 43.031-43.034.
B2	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 43.039-43.042.
B6	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 43.229-43.234.
C	AOAC, 14ava. Ed. 1984, Proc. 43.064-43.068

Minerales.- Se analizaron nueve de los minerales mas comunes e importantes presentes en la leche: Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeso (Mn) y Fósforo (P). Se cuantificaron a través de un espectrofotómetro de absorción atómica (30,31,32).

MINERALES**REFERENCIA**

Potasio	1) Procedimiento para la determinación de K, Na, Mg, Fe, Ca y P en el producto terminado SMA y materias primas, a partir de las cenizas calcinadas.- Método GTR # 9678.
Sodio	
Calcio	
Magnesio	2) Determinación de K, Na y Mg en el producto terminado SMA y materias primas por espectro de absorción atómica a la flama.- Método GTR # 9678.
Hierro	
Cobre	
Cinc	3) Determinación de Cinc y Fierro en los productos SMA/S-26, por absorción atómica.- Método # SMA-701.
Manganeso	
Fosforo	

6. RESULTADOS.

Para mayor claridad, los resultados son expuestos en tablas donde se comparan las cinco marcas estudiadas, se muestran los promedios de los resultados obtenidos del análisis de los tres lotes analizados, indicando los lotes de una misma marca con diferentes resultados con los datos aislados.

6.1 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICOS.

TABLA No. 15
ANALISIS FISICOQUIMICOS

Análisis Fisicoquímicos	M U E S T R A S									
	A		B		C		D		E	
Hermeticidad	Bien		Bien		Bien		1) Bien 2) Bien 3) Fuga		Bien	
Oxígeno (%)	1.7		1.1		1.3		1) 1.1 2) 0.7 3) 11.1		1.3	
* Peso (g)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
	503	500	498	500	457	454	452	454	464	450
									560	450
									451	450
Solubilidad (agitaciones)	50		50		60		40		40	
Sedimento (disco)	B		B		A		A		A	
Densidad (ml/50g)	71		70		72		69		73	
Acidez (% de ácido láctico)	0.44		0.19		2.77		0.39		0.50	
pH	6.9		7.3		4.6		6.7		6.5	

* P= Peso promedio de las latas analizadas.

(En el caso de la muestra E no se promediaron los pesos, para observar la diferencia entre lotes).

M= Peso que esta indicado en el marbete de la lata.

6.2 RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL.

TABLA No. 16 . ANALISIS SENSORIALES
COMPARADOS CONTRA LA NORMA

ANALISIS SENSORIALES	M U E S T R A S					NORMA OFICIAL MEXICANA
	A	B	C	D	E	
COLOR	Ama. claro	Ama. claro	Ama. crem.	Ama. claro	Bco. marf.	De bco. marfil a ama. cremoso
OLOR	C	C	C	C	C	Caract. sin ranciedad.
SABOR	C	C	C	C	C	Caract. sin ranciedad.
ASPECTO	Pol. fino s/pa. quem.	Pol. fino s/pa. quem.	Pol. fino s/pa. quem.	Pol. fino s/pa. quem.	Pol. fino s/pa. quem.	Polvo fino y amorfo s/ particulas quemadas.

C= Característico.

6.3 RESULTADOS DEL ANALISIS PROXIMAL.

TABLA No. 17 . ANALISIS PROXIMAL COMPARADO
CONTRA LO INDICADO EN EL MARBETE

ANALISIS PROXIMAL (%)	M U E S T R A S									
	A		B		C		D		E	
	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
HUMEDAD	2.4	2	2.8	2	3.1	3.5	2.7	3	2	2
CENIZAS	2.9	3	2.3	2	3.4	3.1	2.4	2.3	2.6	2.5
GRASAS	27.6	27.7	27.3	28	22.5	22	26.7	26	25.4	26
PROTEI NAS	12.9	11.9	12.2	12	14.3	14	12.7	12.5	14.3	12.5
CARBOHI DRATOS	54.2	55.4	55.4	56	56.7	55.7	55.4	56.2	55.6	57
(*)	56.2	55.4	55.2	56	ND	55.7	57.8	56.2	57.7	57

P= Promedio obtenido experimentalmente de los tres lotes de cada muestra.

M= Lo indicado en el marbete de cada una de las muestras.

Los resultados de los carbohidratos fueron obtenidos por dos métodos: Por Polarimetría (*) como % de lactosa medible (11,21). Y por diferencia del análisis proximal, según se indica en la determinación del AOAC (21).

En el caso de la muestra C, las letras ND significan que no se determinó por el primer método polarimétrico por tenerse problemas al tratar de clarificar la solución.

6.4 RESULTADOS DEL ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES.

TABLA No. 18 . ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES
COMPARADO CONTRA LO INDICADO EN LOS HARDETES Y
CONTRA LOS REQUERIMIENTOS DEL BEBE

VITAMINAS Y MINERALES	M U E S T R A S										REQUERI- MIENTOS DEL BEBE (*)
	A		B		C		D		E		
	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	
VIT. C (mg/100g)	45	81	45.5	77	39	40	41	62	42	127	35 mg/100g
VIT. B1 (mg/100g)	.46	1.1	.52	.92	.30	.53	.30	.56	.38	.76	.2 - .5 mg/100g
VIT. B2 (mg/100g)	.78	.93	.84	.99	.60	.77	.70	.94	.46	.64	.4 - .6 mg/100g
VIT. B6 (mg/100g)	.31	.51	.31	.42	.40	.48	.40	.53	.30	.44	.2 - .4 mg/100g
VIT. A (U.I.)	2054		2072		1440		1520		1525		1500 UI
		2341		2514		1697		5043		2505	
SODIO (mg/100g)	156	175	118	168	210	155	130	114	130	148	135-145 mg/100g
POTASIO (mg/100)	576	648	440	486	630	655	570	533	565	591	450-600 mg/100g
CALCIO (mg/100g)	436	449	351	400	500	539	400	382	400	407	400-600 mg/100g
FOSFORO (mg/100g)	342	377	257	255	390	415	230	249	275	294	200-500 mg/100g
MAGNESIO (mg/100g)	31	42	42	43	45	45	39	43	46	52	40-70 mg/100g
HIERRO (mg/100g)	9.3	11	10	11	6	6.5	6	7	5.1	8.5	6-15 mg/100g
CINC (mg/100g)	2.8	5.1	2.9	4.2	3.6	4.7	3.8	4.4	3.0	5.1	3.0 mg/100g
COBRE mcg/100g	310	473	366	515	300	325	300	375	307	385	500-mil mcg/100g
MANGANESO mcg/100g	122	190	124	187	34	90	36	130	27	85	NINGUNO

* FUENTE: Vaughan, McKay, Nelson. -Trat. de Pediatría. -Méx. -1980.

Al igual que en la tabla de Análisis Proximal, M y P significan:

M= Lo indicado en el marbete de cada una de las muestras.

P= Promedio obtenido experimentalmente de los tres lotes de cada una de las muestras.

7. DISCUSION DE RESULTADOS.

7.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS.

La tabla No.15 muestra la importancia que tiene el realizar un análisis fisicoquímico a las muestras estudiadas, ya que permite observar el efecto que tiene un buen engargolado en la lata y las consecuencias que acarrea si este no se llevara a cabo en forma correcta; tal es el caso del tercer lote de la muestra D, que presentó fuga, lo cuál ocasionó un contenido de oxígeno elevado, esto a su vez puede traer como consecuencia un deterioro acelerado del producto por acción del oxígeno que actúa como catalizador en las reacciones de enranciamiento de la grasa, así como obscurecimiento no enzimático. Otros posibles efectos son la captación de humedad y el riesgo de contaminación.

En los resultados del peso de las latas, se hizo una comparación de lo obtenido experimentalmente contra lo que marca el marbete, de esta manera se determinó la medida de variación existente entre éstos, haciéndose claramente notoria esta diferencia en los pesos de los lotes primero y segundo de la muestra E, mismos que no se promediaron para hacer notar la diferencia de hasta 110 g de más en el 2o lote

Por otro lado se observa que la solubilidad, el sedimento y la densidad de las muestras son muy parecidas entre sí, lo que indica un buen grado de calidad en los productos en relación a estos parámetros, ya que los

resultados obtenidos están dentro de lo establecido por la norma oficial mexicana de leche para lactantes.

Por último, es normal el esperar un % de acidez alto en los lotes de la muestra C, ya que esta leche se acidifica, según está estipulado dentro de su formulación, lo que trae a su vez como consecuencia un pH bajo en el producto. Esta acidificación puede deberse a que: 1) La leche va dirigida a bebés con problemas de asimilación de la leche materna o de algún componente de ésta. 2) Ayuda al desdoblamiento de las proteínas (principalmente de la caseína). 3) El pH ácido favorece el crecimiento de la flora intestinal, con lo cual se asegura una mejor intervención en la degradación de proteínas por los microorganismos.

7.2 ANALISIS SENSORIAL.

En la tabla No.16 se muestran los resultados de los análisis sensoriales de todas las marcas estudiadas y lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana, como puede observarse estas se apegan a la Norma en cuanto a las propiedades sensoriales de las mismas; sin embargo, debe aclararse que la muestra tipificada con la letra C presentó características un tanto distintas de las otras muestras. Esto se debe principalmente a que es una fórmula infantil acidificada, que facilita la ingestión de la misma (según especificaciones en el marbete) y que se caracteriza por su sabor ácido. Por otra parte, como ya se mencionó, todas las marcas están dentro de los rangos permitidos de color, olor y

aspecto, sin distinguirse nada relevante.

7.3 ANALISIS PROXIMAL.

En general los resultados mostrados en la tabla No. 17 permite visualizar si las alteraciones en el producto final son muy marcadas o no, se observa que las marcas estudiadas no tienen una diferencia muy notoria contra lo que se indica en el marbete, a excepción de las muestras A y B, que en el % de humedad se puede distinguir una ligera variación, lo que puede repercutir en la vida de anaquel del producto por salirse estos resultados del máximo marcado en el marbete.

Por otro lado es importante observar que en la muestra C se marca un % de proteína mayor en el marbete, que el de las otras muestras. Esto puede deberse al efecto ácido de la muestra que facilita la ingestión de las mismas, como ya se comentó anteriormente.

De una manera similar se observa que las muestras analizadas de los lotes A y E, presentaron un porcentaje de proteína de 1 a 2% arriba de lo estipulado en el marbete de la lata, lo cuál se puede resumir de los promedios reportados. Esto puede interpretarse como un énfasis en la calidad de estas marcas, ya que no se limitan a proporcionar únicamente lo estipulado en la formulación, si no que aportan un poco más como margen de garantía de dicha calidad. Cabe recordar que el contenido proteínico es esencial para el buen desarrollo y crecimiento del lactante (13,14).

7.4 ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES.

La tabla de resultados No. 18 muestra principalmente dos aspectos relevantes. El primero, es que a través de los análisis realizados a las muestras para cuantificar el contenido de las diferentes vitaminas estudiadas, no se encontraron desviaciones por debajo de lo indicado en los marbetes ni tampoco en los requerimientos nutricionales del bebé de acuerdo a lo establecido por diversos autores (13,14)

En cuanto al contenido de vitaminas encontrado en las latas, se pudo observar que en algunos casos los niveles encontrados estaban por encima de la cantidad estipulada en el marbete ó la requerida por el bebé, esto se hace mas evidente en las muestras A, B y E; en las cuales, las vitaminas C y B1 presentaron estas desviaciones positivas. Cabe hacer la aclaración que el exceso de estas vitaminas no provoca ningún efecto colateral perjudicial (13). Así mismo, es también relevante el observar la cantidad promedio encontrada de vitamina A en la muestra D, que presenta una concentración tres veces mayor que lo recomendado para un bebé, lo cual es un exceso en la utilización de esta vitamina en dicha marca. Los efectos por excesos dietéticos de vitamina A son pocos probables, pero el ingreso excesivo de carotenos puede producir carotinemia con xantosis cutánea y sequedad en la piel (13).

El segundo aspecto que se hace palpable en esta tabla, es al analizar los minerales y observar que en éstos

microcomponentes si existen desviaciones negativas en algunas de las muestras, principalmente en la muestra D.

Casualmente, las desviaciones aparecen en aquellos minerales cuyos requerimientos son necesarios en proporciones mas elevadas que el resto de los otros minerales. Por ejemplo, puede observarse que la muestra B tiene una variación mínima por debajo de lo indicado en el marbete en el análisis del fósforo; pero el resultado promedio de los lotes esta dentro de los requerimientos del bebé. De igual manera sucede en el análisis efectuado para el sodio en la muestra C, el resultado no llega a lo indicado por el marbete, pero si rebasa los requerimientos para el lactante. De los resultados anteriores se puede deducir que las variaciones encontradas en estas dos muestras no son en realidad de gran importancia, ya que nunca llegan afectar a los requerimientos nutricionales mínimos para el lactante, además de no desviarse mucho de las cantidades marcadas en el marbete, principalmente la muestra B.

Por el contrario, en la muestra D se observan desviaciones negativas con respecto al marbete en tres minerales: calcio, sodio y potasio. La cantidad de potasio encontrada como desviación no es preocupante, ya que ésta se encuentra dentro de los requerimientos sugeridos para el lactante, pero en el caso del calcio y sodio, estos se encuentran no solo por debajo de los requerimientos mínimos necesarios por el lactante, sino por debajo de los indicado

en el marbete. Los resultados antes descritos pueden considerarse como una desventaja en esta muestra y un inconveniente para ser utilizada como un sustituto de la leche materna, ya que pueden traer serias consecuencias para el lactante, ya que podrían provocar una deficiencia nutricional si no se complementan de otra fuente alimenticia. Cabe recordar que los efectos carenciales de calcio en el bebé traen como consecuencia una deficiente mineralización ósea y dentaria, osteomalacia, osteoporosis, raquitismo y alteración del crecimiento. Mientras que los efectos carenciales de sodio, provocan náuseas, diarrea, calambres musculares y deshidratación (13).

8. ANALISIS ESTADISTICO.

Para poder interpretar mejor los resultados obtenidos de las distintas muestras analizadas, se realizó análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% entre los promedios de las muestras, observándose las siguientes características:

8.1 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL. DECISION ESTADISTICA AL 95%

Muestras	Hum. 95 (%)	cen. 95 (%)	Prot. 95 (%)	Grasa 95 (%)	Carb. 95 (%)
A/B	2.4 / 2.8 I	2.90 / 2.27 D	12.93 / 12.23 D	27.60 / 27.27 I	56.17 / 55.37 I
A/C	2.4 / 3.1 I	2.90 / 3.37 D	12.93 / 14.33 D	27.60 / 22.50 D	56.17 / 56.70 I
A/D	2.4 / 2.7 I	2.90 / 2.40 D	12.93 / 12.73 I	27.60 / 26.73 I	56.17 / 57.83 I
A/E	2.4 / 2.0 I	2.90 / 2.58 D	12.93 / 14.30 D	27.60 / 25.43 D	56.17 / 57.67 I
B/C	2.8 / 3.1 I	2.27 / 3.37 D	12.23 / 14.33 D	27.27 / 22.50 D	55.37 / 56.70 I
B/D	2.8 / 2.7 I	2.27 / 2.40 I	12.23 / 12.73 I	27.27 / 26.73 I	55.37 / 57.83 D
B/E	2.8 / 2.0 D	2.27 / 2.58 I	12.23 / 14.30 D	27.27 / 25.43 D	55.37 / 57.67 D
C/D	3.1 / 2.7 I	3.37 / 2.40 D	14.33 / 12.73 D	22.50 / 26.73 D	56.70 / 57.83 I
C/E	3.1 / 2.0 D	3.37 / 2.58 D	14.33 / 14.33 I	22.50 / 25.43 D	56.70 / 57.67 I
D/E	2.7 / 2.0 I	2.40 / 2.58 I	12.73 / 14.33 D	26.73 / 25.43 I	57.83 / 57.67 I

I= Muestras Iguales o muy parecidas entre sí.

D= Muestras Diferentes o poco parecidas entre sí.

Se puede analizar en esta tabla que la muestra C es la que presenta mayor diferencia al compararse con la mayoría de las muestras analizadas, principalmente en relación a cenizas, proteínas y grasas, a excepción de la muestra E, para la cual el contenido de proteínas fué idéntico. Estas diferencias tan marcadas pueden explicarse si se toma en cuenta que la muestra C es una leche acidificada y como tal, tiene una composición en minerales, grasa y proteínas modificada para una mejor asimilación de estos componentes por parte del bebé.

Por otra parte, la muestra D es la que más se asemeja a las muestras A, B y E, siendo diferente a la muestra A únicamente en cuanto al contenido de cenizas, con la muestra B solo difiere en el porcentaje de carbohidratos y con la muestra E solo difiere en el porcentaje de proteínas.

El análisis estadístico permite visualizar que los análisis en donde hubo menos variación entre muestras, fueron en el porcentaje de humedad y el porcentaje de carbohidratos respectivamente y mayor variación en el porcentaje de proteínas, cenizas y grasas respectivamente. Esto es importante, si se toma en cuenta que en todos los casos se cubren completamente los requerimientos nutricionales y energéticos básicos del bebé.

Por último, se puede concluir que las dos muestras que más difieren entre si son la B y la E, ya que éstas únicamente son parecidas en el porcentaje de cenizas.

También se puede observar que las dos muestras que más se asemejan entre sí, son la muestra B con la D, que únicamente difieren entre sí en el porciento de carbohidratos.

8.2 ANALISIS DE VITAMINAS. DECISION ESTADISTICA AL 95%

Muestras	Vit. 95 A (%)	Vit. 95 B1 (%)	Vit. 95 B2 (%)	Vit. 95 B6 (%)	Vit. 95 C (%)
A/B	2341 / 2514 I	1.1 / 0.92 I	0.93 / 0.99 I	0.51 / 0.42 I	81 / 77 I
A/C	2341 / 1697 D	1.1 / 0.53 D	0.93 / 0.77 D	0.51 / 0.48 I	81 / 40.5 D
A/D	2341 / 5043 D	1.1 / 0.56 D	0.93 / 0.94 I	0.51 / 0.53 I	81 / 62.4 D
A/E	2341 / 2505 I	1.1 / 0.76 I	0.93 / 0.64 D	0.51 / 0.44 I	81 / 127 D
B/C	2514 / 1697 D	0.92 / 0.53 D	0.99 / 0.77 D	0.42 / 0.48 I	77 / 40.5 D
B/D	2514 / 5043 D	0.92 / 0.56 D	0.99 / 0.94 I	0.42 / 0.53 I	77 / 62.4 D
B/E	2514 / 2505 I	0.92 / 0.76 I	0.99 / 0.64 D	0.42 / 0.44 I	77 / 127 D
C/D	1697 / 5043 D	0.53 / 0.56 I	0.77 / 0.94 D	0.48 / 0.53 I	40.5 / 62.4 D
C/E	1697 / 2505 D	0.53 / 0.76 I	0.77 / 0.64 I	0.48 / 0.44 I	40.5 / 127 D
D/E	5043 / 2505 D	0.56 / 0.76 I	0.94 / 0.64 D	0.53 / 0.44 I	62.4 / 127 D

I= Muestras Iguales o muy parecidas entre sí.

D= Muestras Diferentes o poco parecidas entre sí.

En cuanto al contenido de vitaminas de las muestras de leche, se puede apreciar que la muestra C es la que más difiere del resto, principalmente de la A, B y D en casi todos los análisis de las vitaminas. Por el contrario, las muestras que más se asemejan entre si (según lo indicado por el análisis estadístico aplicado) son la A con la B, ya que no difieren en ninguno de los resultados obtenidos de estos análisis.

En el análisis de vitamina A las muestras más parecidas entre si fueron la B con la E, y las menos parecidas la C con la D. En el análisis de Vitamina B1 las muestras más parecidas fueron la C con la D y las menos parecidas la A con la C. En el análisis de vitamina B2 las muestras más parecidas fueron la A con la D y las menos parecidas la B con la E. En el análisis de vitamina B6 las muestras más parecidas fueron la A con la D y la B con la E, mientras que las menos parecidas fueron la A con la B y la D con la E. Hay que observar que en este análisis no hubo diferencia significativa en ninguna de las muestras. Por último, en el análisis de vitamina C las muestras más parecidas fueron la A con la B y las menos parecidas fueron la C con la E.

Por otro lado, cabe hacer mención que el análisis en donde la mayor parte de las muestras presentaron variación significativa, a excepción de la A con la B, fué el de la vitamina C.

En cuanto al contenido de las vitaminas analizadas en las cinco muestras, todas se encuentran dentro de los requerimientos nutricionales del bebé, de lo anterior se puede deducir que cualquier leche maternizada de las analizadas en el presente estudio puede funcionar perfectamente como sustituto lácteo en la alimentación del bebé, al menos con lo que respecta al aporte vitamínico.

8.3 ANALISIS DE MINERALES. DECISION ESTADISTICA AL 95%

Muestras	Na 95%	K 95%	Ca 95%	P 95%	Mg 95%
A/B	175 / 168 I	648 / 486 D	449 / 400 D	377 / 256 D	42.5 / 43 I
A/C	175 / 155 I	648 / 655 I	449 / 539 D	377 / 415 I	42.5 / 45 I
A/D	175 / 114 D	648 / 533 D	449 / 382 D	377 / 249 D	42.5 / 43 I
A/E	175 / 148 I	648 / 591 I	449 / 407 D	377 / 294 D	42.5 / 52 D
B/C	168 / 155 I	486 / 655 D	400 / 539 D	256 / 415 D	43 / 45 I
B/D	168 / 114 D	486 / 533 I	400 / 382 I	256 / 249 I	43 / 43 I
B/E	168 / 148 I	486 / 591 D	400 / 407 I	256 / 294 I	43 / 52 D
C/D	155 / 114 D	655 / 533 D	539 / 382 D	415 / 249 D	45 / 43 I
C/E	155 / 148 I	655 / 591 I	539 / 407 D	415 / 294 D	45 / 52 D
D/E	114 / 148 I	533 / 591 I	382 / 407 D	249 / 294 D	43 / 52 D

I= Muestras Iguales o muy parecidas entre sí.

D= Muestras Diferentes o poco parecidas entre sí.

Muestras	Fe 95%	Zn 95%	Cu 95%	Mn 95%
A/B	11 / 11 I	5.1 / 4.2 I	473 / 515 I	190 / 187 I
A/C	11 / 6.5 D	5.1 / 4.7 I	473 / 325 D	190 / 90 D
A/D	11 / 7 D	5.1 / 4.4 I	473 / 375 D	190 / 130 I
A/E	11 / 8.5 I	5.1 / 5.1 I	473 / 385 I	190 / 85 D
B/C	11 / 6.5 D	4.2 / 4.7 I	515 / 325 D	187 / 90 D
B/D	11 / 7 D	4.2 / 4.4 I	515 / 375 D	187 / 130 I
B/E	11 / 8.5 I	4.2 / 5.1 I	515 / 385 D	187 / 85 D
C/D	6.5 / 7 I	4.7 / 4.4 I	325 / 375 I	90 / 130 I
C/E	6.5 / 8.5 I	4.7 / 5.1 I	325 / 385 I	90 / 85 I
D/E	7 / 8.5 I	4.4 / 5.1 I	375 / 385 I	130 / 85 I

I= Muestras Iguales o muy parecidas entre sí.

D= Muestras Diferentes o pocos parecidas entre sí.

En lo que se refiere al contenido de minerales en las muestras de leche, estas tablas indican que la muestra que tiene mayor similitud al resto es la E, principalmente con las muestras D y C; con las que difiere únicamente en los análisis de Ca, P y Mg. A su vez, sigue la muestra C siendo la que mayor diferencia significativa tiene con el resto, notándose más esta diferencia con la muestra B.

Se puede observar que el análisis que no tuvo ninguna variación significativa entre las muestras, fué la determinación del Zinc e inversamente el análisis que mayor número de variaciones tuvo fué el del Calcio.

Por otra parte, se puede ver que en los análisis de Fe, Na y Mn, las muestras más parecidas o iguales entre si son la A con la B. En los análisis de P y Mg, las muestras más parecidas o iguales entre si son la B con la D. En el análisis de Zn, las muestras más parecidas o iguales son la A con la E. En el Cu, las más parecidas son la D con la E. En el K las más parecidas son la A con la C. Y por último en el Ca, las muestras más parecidas son la B con la E. Con esto, podemos decir que existen cuatro pares de muestras que se asemejan mucho entre sí, siendo estos: A con B, B con D, C con E y D con E; de los cuáles, el primero y el último son los que más se asemejan entre si. Por otra parte, se distingue que los dos pares de muestras que más diferencias presentan entre si son A con D y B con C.

9. CONCLUSIONES.

Tomando en cuenta que el producto estudiado es de gran interes para el desarrollo completo de los lactantes, se puede concluir lo siguiente:

I.- En general, las cinco marcas estudiadas presentaron características nutricionales muy semejantes a la leche materna, y en base a los resultados obtenidos se concluye que los mejores sustitutos para ésta, son las muestras A,B,C y E.

II.- Se comprobó que a través de los análisis sensoriales la calidad de las muestras es satisfactoria en general, ya que todas ellas cubren las características indicadas en su respectivos marbetes, y además se apegan a lo dispuesto por la Norma Oficial Mexicana de Calidad de Leche para Lactantes.

III.- Al realizar los análisis fisicoquímicos a las muestras, se observó que una de las latas de la muestra D, presentó fuga en la determinación de hermeticidad en el engargolado de la tapa con el cuerpo del bote, lo que ocasionó que se registrara un porcentaje de oxígeno muy alto, que puede traer como consecuencia principalmente dos cosas: 1) Un deterioro acelerado del producto por oxidación de los ácidos grasos libres que se encontrasen en el mismo y 2) Hacer más susceptible al producto a una contaminación microbiana, lo cual; afectaría directamente en ambos casos la vida de anaquel del polvo y principalmente a la salud del bebé. De aquí que se concluya la importancia que tiene el realizar

estas determinaciones a los sustitutos lácteos; porque aún cuando éstos se encontraran en condiciones nutricionalmente equiparables a la leche materna, nunca podrían ser completamente aprovechados por esta falla de origen mecánico, que se realiza en la etapa final del envasado.

Por otra parte, el hecho de encontrar más peso en uno de los lotes de la muestra E, hace pensar que muy seguramente tuvieron fallas en la llenadora y que tales desviaciones tan altas en peso, sean estas positivas o negativas, son sancionadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, (SECOFI).

IV.- La composición genérica de las muestras estudiadas reúnen lo estipulado en los marbetes y en proporciones muy similares entre sí. La muestra C, presentó ciertas dificultades al tratar de cuantificar la cantidad de lactosa existente en la misma a través del método polarimétrico, por lo que nunca se pudo obtener un resultado confiable. Del análisis proximal de las muestras estudiadas, se encontró que la muestra C es la más rica en proteínas por especificación, pero a su vez la más pobre en grasa.

V.- El contenido de vitaminas de todas las muestras están dentro de los requerimientos del bebé. Por lo tanto se concluye que al menos en el aporte vitamínico, cualquiera de las muestras podría ser un perfecto sustituto de la leche materna.

VI.- La cuantificación de minerales, permiten observar que la única muestra que no cubre lo indicado en el marbete, así como los requerimientos mínimos necesarios de sodio (Na) y calcio (Ca) del bebé fué la D; lo que la clasifica como una leche no apta en su totalidad para fungir como un sustituto ideal de la leche materna.

VII.- En general la muestra C es diferente del resto, debido principalmente al grado de acidificación con el cuál se elabora ésta. Encontrando además que independientemente de ésta característica, dicha muestra puede fungir normalmente como cualquier otro sustituto de la leche materna, ya que su calidad nutricional no se ve menguada por esta característica.

10. RECOMENDACIONES.

I.- Se sugiere para complementar este trabajo, que se realicen análisis microbiológicos a las muestras estudiadas con la finalidad de corroborar su calidad; ya que si una lata presentase mal engargolado, ésta se podría contaminar fácilmente y causarle serios trastornos al bebé, desaprovechando además las características nutricionales del producto.

II.- Se recomienda realizar pruebas de biodisponibilidad a todas las muestras estudiadas, con la finalidad de constatar que los componentes nutricionales previamente detectados se encuentran en la forma correcta para ser asimilados y aprovechados por el bebé. Y de ésta manera asegurar un desarrollo completo en el crecimiento del mismo.

III.- También se recomienda, una vez tomada la decisión de alimentar al bebé con algún sustituto lácteo, que al comprar éste se examine el envase, verificando que la lata no presente abolladuras o golpes muy cercanos al cierre de la lata, lo que puede provocar la entrada de aire (oxígeno) en el producto, ocasionando los daños que ya se han comentado anteriormente.

IV.- Por último, ya se ha comentado que la leche materna cubre todos los requerimientos nutricionales del recién nacido, además de otras ventajas a nivel inmunológico, psicológico y afectivo; pero cabe mencionar que la

superioridad de la leche materna (no de la lactancia materna) sobre los actuales preparados artificiales derivados de la leche de vaca, se ha hecho menos aparente al conocer mejor los procedimientos de preparación de éstos y la química de la alimentación. Por lo tanto, es importante tener en cuenta que todo niño que nace y que recibe afecto por diversos caminos, sean estos el cuidado, el estímulo, el contacto visual o auditivo; siempre y cuando sea deseado y reciba estas señales y responda a ellas, podrá ser alimentado indistintamente de leche materna o industrializada.

11. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- De Soroa y Pineda, J.M.- Industrias Lácteas.- 5a Ed.- AEDOS.- España.- 1974.
- 2.- Warner, J.N.- Principios de la Tecnología de Lácteos.-AGT Editor, S.A.- México.- 1980.
- 3.- Veisseyre, R.- Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.- 2a Ed.- Acribia.- España.- 1980.
- 4.- Francis Keating P.; Gaona Rodríguez H.- Introducción a la Lactología.- Limusa.- México.- 1986.
- 5.- Webb Byron, H.- Fundamentals of Dairy Chemistry.- 2a Ed.- The Avi Pub.- Westport, Connecticut.- 1974.
- 6.- Bourgues Rodríguez, H.- Los Motivos de la Lactancia.- Cuadernos de Nutrición.- Vol. 13/ No.3 / 1990, México.
- 7.- Manuales para Educación Agropecuaria.- Elaboración de Productos Lácteos.- SEP.- Trillas.- México.- 1984.
- 8.- Alais Ch.- Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera.- CECSA.- México.- 1981.
- 9.- Badui Dergal, S.- Química de los Alimentos.- Alhambra Mexicana.- México.- 1981.

- 10.- Judkins, H.F; Keener, H.A.- La Leche, Su Producción y Procesos Industriales.- CECSA.- México.- 1979.
- 11.- Santos Moreno, A.- Leche y sus Derivados.- Trillas.- México.- 1987.
- 12.- Harold Egan; Ronald S. Kirk; Ronald Sawyer.- Pearson's Chemical Analysis of Food.- Churchill Livingstone.-Great Britain.- 1973.
- 13.- Pérez Gavilán J.; Pérez Gavilán J.P.- Bioquímica y Microbiología de la Leche.- Limusa.- México.- 1984.
- 14.- Cerqueira, Ma. T.- Hábitos de la Lactancia en México.- Cuadernos de Nutrición.- Vol.1/ Enero-Feb./ México.- 1987.
- 15.- Vaughan, V. C; McKay, R.J; Nelson, W.E.-Tratado de Pediatría.- Salvat Mexicana de Ediciones.-Tomo I 7a Ed.- México.- 1980.
- 16.- Bender, A. E.- Nutrition and Dietetic Foods.-The Pitman Press, Bath.- Great Britain.- 1973.
- 17.- Langer, A.- La Alimentación Durante el Primer Año de Vida.- Cuadernos de Nutrición.- Vol.10/ Oct., Nov., Dic./ México, 1983.
- 18.- Langer, A.- La Alimentación del Recién Nacido: Una Experiencia Compartida.- Cuadernos de Nutrición.- Vol.9/ Julio, Ago., Sep./ México.- 1983.

- 19.- Kaufer, M.; Pérez, A. B.- Guía Práctica para la Lactancia.- Cuadernos de Nutrición.- Vol. 10/ No.1/ Enero-Febrero/ México.- 1987.
- 20.- Manual "Nutritional Especification Raw Material and Product". Wyeth International Limited.- Technical Documentation Group Radnor, P.A. Febrero.- 1986.
Metodos: 0001.1, D001.1, F003.1 y L003.1.
- 21.- General Letter No. 124, from T.W. Mayo to Nutritional Quality Control Managers.- 1981.
- 22.- Standars for Grades of Dry Milk.- American Dry Milk Institute.- Bulletin No. 916.- 1979.
- 23.- Horwitz W.- Association of Official Analytical Chemists.- A.O.A.C.- 14ava. Edición.- Washington, D.C.- 1984.
- 24.- Hil Mason.- Methods Manual.- pág. 205.- Wyeth International Limited.- 1986.
- 25.- Horwitz W.- Association of Official Analytical Chemistis.- A.O.A.C.- 10ava. Edición.- Washington, D.C.- 1965.
- 26.- Norma Oficial de Calidad de Leche para Lactantes.- DGN-F-218.- Dirección General de Normas.- 1981.

- 27.- Norma Oficial Mexicana.- NOM-F-26.- Alimentos Lácteos- Leche en Polvo.- Dirección General de Normas.- 1986.
- 28.- Manual de Métodos de Análisis para Fórmulas Infantiles.- Consejo de Fórmulas Infantiles.- WIL.- 1987.
- 29.- Fluorometric Assay of Riboflavine, Food and Labs.- Ottawa, Canadá. (1/05/43).- 1986.
- 30.- Dry Ashing Procedure for the Determination of K, Na, Mg, Fe, Ca and P in SMA Products and Raw Materials.- GTR # 9678.- WIL.- 1986.
- 31.- Determination of K, Na and Mg in SMA Products and Raw Material by Flame AAS, GTR. # 9678.- WIL.- 1986.
- 32.- Determination of Zinc and Iron in SMA/S-26.- Products by Atomic Absorption, Method # SMA-701.- WIL.- 1986.