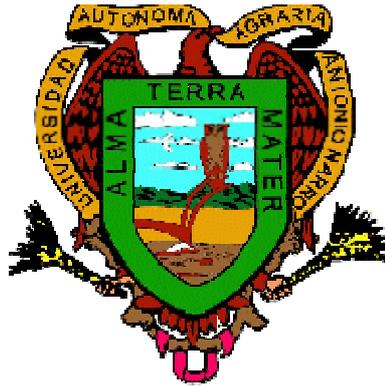


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**EXTRACCIÓN DE GRASA EN LECHE EN POLVO POR MEDIO DE
DIFERENTES COMBINACIONES DE DISOLVENTES**

POR:

BELÉN AZUCENA PEDRAZA CRUZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE

ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

POR:

BELÉN AZUCENA PEDRAZA CRUZ

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito

Parcial para Obtener el Título de:

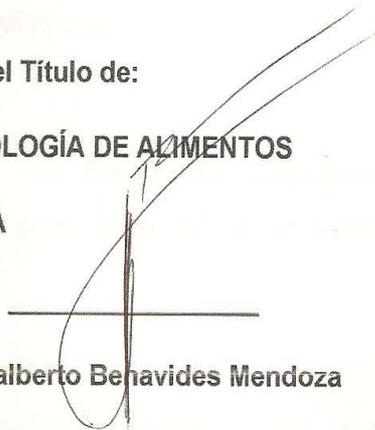
INGENIERA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA



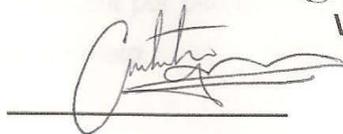
Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Presidente



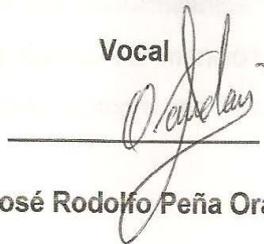
Dr. Adalberto Behavides Mendoza

Vocal



Dr. Antonio F. Aguilera Carbo

Vocal



Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2009

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme el entendimiento para poder asimilar todos los conocimientos para alcanzar mi propósito profesional.

A mis **padres** por su apoyo y comprensión incondicional, ya que estuvieron conmigo en todo momento, de mi formación profesional.

A mi **Universidad “ALMA TERRA MATER”** que siempre me cobijo con sus conocimientos y sabiduría, para que yo fuera persona de bien, y ser realizada como profesionista.

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** por permitirme participar con ella en este proyecto y brindarme su apoyo completo.

A mis **maestros** por compartir sus conocimientos de cada uno de ellos, para mi desarrollo como profesionista. Quiero ser mención especial al Quím. Oscar Noé Reboloso que a pesar de todo siempre me brindó su amistad, es una gran persona.

Al laboratorista **Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** por brindarme su apoyo incondicional en la parte experimental. Siempre ayudándome a facilitar el material indispensable para realizar el trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Sr. Reynaldo Pedraza Cruz

Sra. Francisca Cruz Cruz

Por guiarme por el buen camino del conocimiento, sabiduría y entendimiento, y así mismo brindarme su apoyo moral, social y económica incondicional, a ellos les doy las gracias, porque ahora me siento realizada ya que sin su ayuda y apoyo yo no fuera lo que ahora soy. Mil gracias los quiero mucho y los amo.

A mis hermanos **Reyna Jazmín, Reynaldo y Francisco José**; que siempre me animaron para seguir adelante, en especial a mi hermano **Francisco José** que fue el que me dió más inspiración para terminar mi carrera. Los quiero y amo mucho. A mi hermanita **Tonantzyn** (q.p.d.) que no esta conmigo, pero estoy completamente segura que si ella estuviera aquí me brindaría su apoyo incondicional te quiero mucho hermana, dios y la virgen siempre te protegerán.

A mi novio **Carlos César**, que me brindó su amistad y amor, es una gran persona, gracias por existir y haber llegado a mi vida. Te amo.

A mi amiga **Lety** que moralmente me apoyó, con una disposición incondicional. Te quiero mucho niña.

A mi amigo **Gonzalo** que es una gran persona que siempre esta apoyándome a pesar de la distancia, dándome consejos, constantemente haciéndome sonreír. Nunca cambie por favor siempre siga así. Lo quiero mucho amigo.

A mi tía **Cel y su familia** que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas.

A mis amigos de la carrera **Jessy, Lolita, Marbella y Maira**; porque ellos siempre me brindaron su amistad y apoyo incondicional, que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas. Quiero ser mención especial a **Luis Alberto Pérez del Ángel** porque él fue el primero que me brindó su amistad desde al principio de la carrera, siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas incondicionalmente. Te quiero mucho amigo.

A mis amigos **Elyliana, Kenia, Esme, Paty, Toño, Fredy, Bony, Abigail, Jaz, Yady, Carmen, Sury, Karla, Betzy, Amira, Nelly, Arturo, y Luis Ángel** que siempre me brindaron su amistad incondicional y que me apoyaron en las buenas y en las malas.

A la **Lic. Angy** y toda su familia que me brindaron su apoyo incondicional, y que me brindaron su calor de hogar cuando no conocía a nadie. Lic. Angy muchas gracias, personas como usted y su familia ya no se encuentran tan fácilmente.

A todas aquellas personas y conocidos que confiaron en mí y que siempre me apoyaron desde donde estaban mil gracias por todo.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Clasificación de los Disolventes.....	1
1.1.1 Disolventes Polares.....	1
1.1.2 Disolventes Apolares.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.2 Grasa.....	6
2.2.1 Grasas Saturadas.....	7
2.2.2 Características de los Ácidos Grasos Saturados.....	8
2.2.3 Grasas Hidrogenadas y Parcialmente Hidrogenadas.....	10
2.3 Funciones de los Lípidos.....	10

2.3.1 Función Estructural.....	10
2.3.2 Función de Reserva.....	10
2.3.3 Función Protectora.....	11
2.4 Determinación de Grasas.....	11
2.4.1 Métodos de Extracción Directa con Disolventes.....	11
2.5 Características de los Disolventes Utilizados.....	12
2.5.1 Cloroformo.....	12
2.5.1.1 Características.....	12
2.5.1.2 Aplicación.....	12
2.5.1.3 Toxicidad.....	13
2.5.1.4 Emisiones.....	13
2.5.2 Metanol.....	14
2.5.2.1 Características.....	14
2.5.2.2 Toxicidad.....	15
2.5.3 Éter de Petróleo.....	16
2.5.3.1 Características.....	16
2.5.3.2 Composición.....	16
2.5.3.3 Toxicidad.....	16
2.5.4 Hexano.....	17
2.5.4.1 Características.....	17
2.5.4.2 Obtención.....	18
2.5.4.3 Usos.....	18

2.5.4.4 Toxicidad.....	18
2.6 Leche en Polvo.....	19
2.6.1 Nutrición.....	22
2.6.2 Composición de la Leche en Polvo.....	23
2.6.3 Preparación de la Leche en Polvo.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5. CONCLUSIONES.....	34
6. LITERATURA CITADA.....	35

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Ácidos grasos saturados comunes.....	9
Cuadro 2. Características físicas del Cloroformo.....	14
Cuadro 3. Propiedades Físicas del Metanol.....	15
Cuadro 4. Propiedades físicas del Éter de Petróleo.....	17
Cuadro 5. Propiedades Físicas del Hexano.....	18
Cuadro 6. Resultados de extracción de grasa para las diferentes mezclas de disolventes.....	30
Cuadro 7. Resultados de extracción de grasas para los diferentes tiempos de extracción.....	31
Cuadro 8. Resultados de extracción de grasas para los diferentes pesos de muestras.....	32

Índice de Figuras

Figura 1. Método Soxhlet Extracción de Grasa.....	29
Figura 2. Gráfica de las diferentes combinaciones de mezclas de disolventes y el promedio de extracción de grasa	31
Figura 3. Gráfica de tiempo aplicado a la extracción y medias de extracción de grasas en porcentaje	32
Figura 4. Gráfica de pesos utilizados y el porcentaje de grasa extraída.....	33

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, extraer grasa en leche en polvo por medio de diferentes combinaciones de disolventes. El estudio se realizó con 4 diferentes combinaciones de disolventes; hexano 75 – éter de petróleo 25 % (H75E25), hexano 50 - éter de petróleo 50 % (H50E50), hexano 25 - éter de petróleo 75 % (H25E75), cloroformo 100 - metanol 50 % (C100M50). Los cuales permitieron comprobar cual mezcla resultó ser más eficiente, en cuanto a cantidad extraída de grasa con respecto al tiempo de extracción. El método utilizado es este trabajo fue el Soxhlet (A.O.A.C. 1990).

Se realizaron 3 repeticiones de cada combinación en diferentes tiempos, (4, 6, 8, y 10 horas); con diferentes gramos de muestra (1, 3, y 5).

En la combinación de disolventes más significativa fue la de C100M50, la cual comprobamos que es la mezcla que se puede utilizar para la extracción de grasas en mayor proporción, dando un porcentaje de 27.32 % seguido por la mezcla de H75E25 con una cantidad de 4.27%, el cual indica que también puede ser utilizado para dicha extracción.

En cuanto al factor tiempo no fue significativo, ya que el tiempo de acción del disolvente no afectó en la extracción de grasa, lo cual nos indica que se puede extraer grasa en cualquiera de los tiempos mencionados (4, 6, 8 y 10 horas).

Para el factor peso de muestra no se encontró tampoco diferencia significativa.

PALABRAS CLAVE: Extracción de grasa, leche en polvo, disolventes.

1. INTRODUCCIÓN

Un disolvente es una sustancia que permite la dispersión de otra en su seno. Normalmente, el disolvente establece el estado físico de la disolución, por lo que se dice que el disolvente es el componente de una disolución que está en el mismo estado físico que la emulsión. También es el componente de la mezcla que se encuentra en mayor proporción.

Las moléculas del disolvente ejercen su acción al interactuar con las de soluto y rodearlas.

1.1 Clasificación de los Disolventes

1.1.1 Disolventes polares: Son sustancias en cuyas moléculas la distribución de la nube electrónica es asimétrica; por lo tanto, la molécula presenta un polo positivo y otro negativo separados por una cierta distancia. Hay un dipolo permanente, el ejemplo clásico de disolvente polar es el agua, entre otros el metanol, acetona, éter etílico.

1.1.2 Disolventes apolares: Son sustancias de tipo orgánico y en cuyas moléculas la distribución de la nube electrónica es simétrica; por lo tanto, estas sustancias carecen de polo positivo y negativo en sus moléculas. No pueden considerarse dipolos permanentes. Esto no implica que algunos de sus enlaces sean polares. Todo dependerá de la geometría de sus moléculas. Si los momentos dipolares individuales de sus enlaces están compensados, la molécula será, en conjunto, apolar. Algunos de este tipo son: el cloroformo, y el hexano (<http://es.wikipedia.org/wiki/Disolvente>).

Los lípidos son una serie de compuestos que pueden ser sólidos o líquidos; a los sólidos se le denominan grasas y a los líquidos aceites. Los cuales cumplen funciones en los organismos vivos, entre ellas la de reserva energética. Son un conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría biomoléculas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en

menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, que tienen como característica principal el ser hidrofóbicos ("que le teme al agua" o "rechaza al agua"), lo que significa que no interactúa bien con solventes polares como el agua. Otra parte de su estructura es polar o hidrofílica ("que ama el agua" o "goza en la presencia del agua") y tenderá a asociarse con solventes polares como el agua. Un ejemplo de disolvente orgánico es el cloroformo.

La aplicación del presente trabajo, eficientará grandemente la labor en el laboratorio, ya que con este estudio, se logró valorar los diferentes disolventes determinándose el más eficiente en cuanto tiempo de extracción y cantidad de grasa extraída.

HIPÓTESIS

La cantidad de grasa que se extrae de la leche en polvo dependerá del disolvente o combinación utilizada.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar la eficiencia de extracción de grasa de las diferentes combinaciones de disolventes en leche en polvo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar cuál de las mezclas es mejor, en cuanto a extracción de grasa en la leche en polvo.
- ❖ Valorar los diferentes disolventes para determinar cuál es el más eficiente en cuanto a tiempo.
- ❖ Determinar si el peso de la muestra afecta el análisis en la cantidad de grasa.

JUSTIFICACIÓN

La determinación cuantitativa del contenido graso de un alimento se realiza por lo general por extracción con un disolvente lipófilo. La grasa libre se determina por extracción directa, mientras que la denominada grasa total incluye tanto como la grasa libre; como la ligada y las sustancias acompañantes solubles en disolventes orgánicos. Por ello el método más empleado en los alimentos, salvo algunas excepciones es el Soxhlet (Matissek, *et al.*, 1998a).

Mediante el método de Soxhlet se realizaron las extracciones de la grasa, según autores *Matissek, Schenepel, Steiner, Hart; y Fisher*, mencionan, que la extracción debe realizarse por un período de tiempo de 4 hasta 16 horas. Por tal motivo, el presente trabajo consistió en hacer la extracción con diferentes mezclas a diferentes tiempos, para verificar cual de las combinaciones era la más eficiente en tiempo y extracción. Y así tener un beneficio en tiempo y recursos.

Extracción directa: método de Soxhlet

El denominado contenido en grasa libre se determina por extracción directa con éter dietílico o éter de petróleo. Este método no es apropiado para todos los grupos de alimentos, porque existen casos en los que no se pueden determinar la cantidad de lípidos totales. Los lípidos se encuentran con frecuencia rodeados por carbohidratos o proteínas, (ejemplo; productos lácteos) y solo se recogen en parte por extracción si no ha habido *tratamiento previo; acerca de la determinación de los lípidos totales* (Matissek, *et al.*, 1998c).

El American Dry Milk Institute (ADMI) ha establecido normas de categoría para la leche entera en polvo, para la leche desnatada en polvo y para la mazada en polvo (Leslie Hart, *et al.*, 1991).

El tiempo de extracción puede variar desde 4 horas a una velocidad de condensación de 5 a 6 gotas por segundo, hasta 16 horas, 2 a 3 gotas por segundo. La asociación Europea de producción animal (Van Es y Van-

den Meer, 1980) sugiere el uso de petróleo o de hexano argumentando que el éter etílico extrae otras sustancias aparte de la grasa como azúcares y pigmentos, además por razones de seguridad del laboratorio, ya que el punto de ebullición del éter etílico es de 35°C y el de éter de petróleo y hexano es de 55 a 65°C aunque para realizar la extracción con estos disolventes se requiera mayor temperatura (Tejada, H. de. 1985) Pág. 24 – 25.

Otra determinación de grasa es por el extracto etéreo este se refiere al conjunto de las sustancias extraídas con éter etílico. La cual se dice que durante 4 horas en un extractor Soxhlet funcionando a una velocidad de condensación de 5 ó 6 gotas por segundo o a lo largo de la noche a una velocidad de 2 a 3 gotas por segundo. El éter se debe eliminar del matraz evaporándolo con precaución, y desecar el residuo en una estufa de aire a 100°C durante 30 minutos (Hart, *et al.* ,1991), Págs. 20 -21.

También se puede extraer grasa en 4 horas a una velocidad de condensación de 5 ó 6 gotas por segundo ó 16 horas, a una velocidad de 2 – 3 gotas por segundo (Horwitz, 1980), Pág. 132.

La extracción de grasa depende de la muestra. Las grasas pueden extraerse con solventes como éter de petróleo, hexano. Si contienen compuestos casi solubles en agua, se pueden usar solventes como metanol. Existe una gran variedad de procesos para el análisis de lípidos. Son procesos físicos en que los lípidos no se aíslan y procesos químicos usando extracción con un solvente y calentamiento con hidrólisis alcalina o ácida. (Nollet, 1996) (<http://www.biol.unlp.edu.ar/analisisdealimentos/tp-lipidos-08.doc>).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.2 Grasa

La grasa es uno de los tres nutrientes (junto con las proteínas y los carbohidratos) que le proporcionan calorías al cuerpo. Las grasas proporcionan 9 calorías por gramo, más del doble de las que proporcionan los carbohidratos o las proteínas.

Las grasas son esenciales para el funcionamiento adecuado del cuerpo, debido a que proporcionan los ácidos grasos esenciales que no son elaborados por el cuerpo y deben obtenerse de los alimentos. Los ácidos grasos esenciales son el ácido linoleico y el ácido linolénico, los cuales son importantes para controlar la inflamación, la coagulación de la sangre y el desarrollo del cerebro.

La grasa sirve como sustancia de almacenamiento para las calorías extras del cuerpo y además, llena las células adiposas (tejido adiposo) que ayudan a aislar el cuerpo. Las grasas también son una importante fuente de energía. Cuando el cuerpo ha consumido las calorías de los carbohidratos, que ocurre después de los primeros veinte minutos de ejercicio, comienza a depender de las calorías de la grasa (Wong, 1995a) Págs. 2- 10.

La piel y el cabello sanos se conservan por la acción de la grasa que ayuda al cuerpo a absorber y movilizar las vitaminas A, D, E y K a través del torrente sanguíneo.

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores (mantequilla, por ejemplo). Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Los animales tienen grasa en las

diferentes partes de su cuerpo, especialmente entre la piel y los músculos, en la médula de los huesos y alrededor de las vísceras.

El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Son las unidades básicas de la mayoría de los lípidos, y consisten en moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada con un número par de átomos de carbono (12-22) y un grupo carboxilo terminal. La presencia de dobles enlaces en el ácido graso reduce el punto de fusión. Los ácidos grasos se dividen en saturados e insaturados (*Fennema, 1991*) pág. 270.

2.2.1 Grasas Saturadas

Estas grasas son la causa dietética más grande de niveles de LDL ("colesterol malo") altos. Al mirar la etiqueta de un alimento, se debe prestar mucha atención al porcentaje de grasa saturada y evitar o limitar cualquier alimento que tenga un nivel alto. Las grasas saturadas se deben limitar al 10% de las calorías y son grasas que se encuentran en productos animales como la mantequilla, el queso, la leche entera, los helados, la crema de leche y las carnes grasosas. Estas grasas también se encuentran en algunos aceites vegetales, como el aceite de coco, el aceite de palma (Nota: la mayoría de los otros aceites vegetales contienen grasa insaturada y son saludables).

Los ácidos grasos saturados presentan el inconveniente de que en determinadas condiciones, pueden acumularse y formar placas en el interior de las arterias que es conocido con el nombre de arterioesclerosis. Por ello, es conveniente moderar su consumo, por lo que deberá moderarse el consumo de alimentos ricos en este tipo de lípidos. Además, se sabe que los ácidos grasos saturados aumentan los lípidos en el plasma y que, por contra, los ácidos grasos poliinsaturados lo disminuyen (Wong, 1995b) Pág.1

Los ácidos grasos saturados se encuentran en todas las grasas y aceites y aunque se encuentran principalmente en la grasa animal existen también productos vegetales saturados como la crema de cacao y el aceite de palma, cacahuete y coco. Los ácidos grasos saturados a destacar son: ácido esteárico, que se encuentra en las carnes rojas, mantequilla, y crema de cacao; ácido palmítico, en el coco y la palma; ácido butírico, en la mantequilla; y ácido araquídico, en los cacahuetes. (*Cala Cervera* <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=53>)

Ejemplo de ácidos grasos saturados (láurico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico y lignogérico).

2.2.2 Características de los Ácidos Grasos Saturados:

- a)** Tienen puntos de fusión más elevados, tienen hidrogenados parte de los dobles enlaces, a temperatura ambiente son sólidos.
- b)** Los ácidos grasos saturados sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono.
- c)** Contienen el número máximo de hidrogeniones que la cadena puede tener.
- d)** Se encuentran en productos de origen animal y en aceite de palmera y coco.
- f)** A mayor saturación de la grasa su consistencia es más sólida.

Cuadro 1. Ácidos grasos saturados comunes

Nombre Común	Nombre Sistemático	No. de carbonos	No. de dobles enlaces	Fuente de grasa típica
SATURADOS:				
Butírico	Butanoico	4	0	Grasa de mantequilla
Caproico	Hexanoico	6	0	Grasa de mantequilla
Caprílico	Octanoico	8	0	Aceite de coco
Cáprico	Decanoico	10	0	Aceite de coco
Láurico	Dodecanoico	12	0	Aceite de coco, aceite de corazón de palmera
Mirístico	Tetradecanoico	14	0	Grasa de mantequilla, aceite de coco
Palmítico	Hexadecanoico	16	0	Aceite de palmera, grasa animal
Esteárico	Octadecanoico	18	0	Mantequilla de cocoa, grasa animal
Araquídico	Elcosanoico	20	0	Aceite de cacahuate
Behénico	Docosanoico	22	0	Aceite de cacahuate

Adaptado de: Food Fats and Oils, Institute of Shortening and Edible Oils, 1998

2.2.3 Grasas Hidrogenadas y Parcialmente Hidrogenadas

Esto se refiere a los aceites que se han endurecido (como la margarina y la mantequilla dura). Parcialmente hidrogenadas significa que los aceites están sólo parcialmente endurecidos. Los alimentos hechos con aceites hidrogenados se deben evitar debido a que contienen niveles altos de ácidos transgrasos, los cuales están ligados a la cardiopatía. (Se recomienda revisar los ingredientes en la etiqueta del alimento).

Los denominados ácidos grasos esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo humano y son: ácido linoleico, ácido linolénico y ácido araquidónico.

Los lípidos constituyen uno de los grupos importantes en que se clasifican los alimentos. Para que se cumpla su rol, que es principalmente energético, deben sufrir en el organismo animal las transformaciones que delinearemos a continuación. Sobre los cuerpos grasos actúan las lipasas, de las que la gástrica tiene poco efecto, ella actúa en el estómago cuya reacción es ácida.

2.3 FUNCIONES DE LOS LÍPIDOS

Las principales funciones de los lípidos "*in vivo*" son las siguientes:

2.3.1 Función Estructural:

Participan de la formación de las lipoproteínas (lípidos + proteínas) que son constituyentes importantes de las células, presentes tanto en la membrana celular como en las mitocondrias dentro del citoplasma.

2.3.2 Función de Reserva:

Al igual que los glúcidos o carbohidratos, las grasas son fuentes y reserva de energía del organismo.

Como principal reserva energética del organismo, un gramo de grasa produce aproximadamente 9 kilocalorías/g en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que proteínas y glúcidos sólo producen 4 kilocaloría/g.

2.3.3 Función Protectora:

Son utilizados como material aislante del cuerpo, ya sea como capa protectora de los órganos vitales contra traumas físicos; aislante térmico en el tejido subcutáneo y alrededor de ciertos órganos; y los lípidos no polares actúan como aislante eléctrico, por lo que permiten la rápida propagación de las ondas de despolarización a lo largo de los nervios mielinizados (Fox, *et al.*, 2004) págs. 57-86.

2.4 DETERMINACIÓN DE GRASAS

2.4.1 Métodos de Extracción Directa con Disolventes

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. Se dispone de éstos en numerosos diseños, pero básicamente son de dos tipos. El tipo Bolton o Bailey-Walker da una extracción continua debido al goteo del disolvente que se condensa sobre la muestra contenida en un dedal que es un filtro poroso, alrededor del cual pasa el vapor caliente del disolvente. El tipo Soxhlet da una extracción intermitente con un exceso de disolvente reciente condensado. La eficiencia de estos métodos depende tanto del pre-tratamiento de la muestra como de la selección del disolvente. Un procedimiento útil para la extracción de grasas de alimentos húmedos y semisólidos, que impiden el desecado inicial, es mezclar la muestra con sulfato de calcio o sulfato de sodio anhidro. Cuando la muestra se hace pulverulenta y seca, se transfiere a un cartucho de Soxhlet en un aparato de

extracción. (<http://www.racve.es/actividades/veterinaria-salud-publica/2002-02-13SalvioJimenez.htm>)

2.5 Características de los Disolventes utilizados

2.5.1 Cloroformo

El cloroformo, triclorometano o tricloruro de metilo, de fórmula química CHCl_3 . Derivado del metano por sustitución de tres átomos de hidrógeno por tres de cloro y oxígenos en el tercer y cuarto carbono en las uniones con no metales o sustancias covalentes.

2.5.1.1 Características

El cloroformo es un líquido incoloro, volátil, de olor característico a cítricos y sabor dulce. Fue utilizado como anestésico, pero se discontinuó a causa de su toxicidad. Actualmente se utiliza como disolvente en la industria química pero, tal como ocurre con todos los compuestos orgánicos que poseen átomos de halógenos (principalmente flúor y cloro) en sus moléculas, su carácter de sustancias contaminantes hace que se intente restringir su consumo. Se forman pequeñas cantidades de cloroformo cuando el cloro que se usa para la desinfección del agua al entrar en contacto con ésta. Otro nombre para el cloroformo es el triclorometano. Es uno de los trihalometanos que se forman durante la cloración del agua para desinfectarla.

2.5.1.2 Aplicaciones

Se utiliza como disolvente de compuestos orgánicos; en extintores de incendios; en la fabricación de colorantes, y como fumigante e insecticida genérico, también es un analgésico general con efectos antihistamínicos y también un buen antiexpectorante, producción de alcoholes.

2.5.1.3 Toxicidad

Respirar cerca 900 ppm de cloroformo de aire durante cortos periodos de tiempo puede causar insomnio, delirios, mareo, cansancio, dolor de cabeza, migraña y leves alucinaciones; más de 990 ppm conllevan fuertes alucinaciones, migrañas severas, desmayos, coma y puede producir la muerte por paro cardiorrespiratorio. Respirar aire, ingerir alimentos, o tomar agua que contiene suficiente cloroformo por largo tiempo puede dañar el hígado y los riñones como también afectar las vías respiratorias causando necrosis de los tejidos expuestos brevemente. El contacto de la piel con grandes cantidades de cloroformo puede producir ulceración. La sustancia irrita los ojos, puede causar daños al corazón, el hígado, riñones y el sistema nervioso central, dando lugar a pérdida de conocimiento. Los efectos pueden no ser inmediatos. El contacto prolongado o repetido del cloroformo con la piel puede producir dermatitis.

(<http://www.laneta.apc.org/emis/carpeta/cloroformo.htm>).

2.5.1.4 Emisiones

Agua: En el medio acuático, el cloroformo se descompone con extrema lentitud (Amenaza para el agua). La bioacumulación del cloroformo es mínima a pesar de su alta liposolubilidad (factor de bioacumulación en los peces (UBA, 1986).

Aire: Debido a su alto grado de volatilidad, el cloroformo llega a la atmósfera, donde se acumula en pequeñas cantidades. Se descompone por fotólisis.

Suelo: El cloroformo no se absorbe en partículas de suelo, de modo que no se acumula en suelos o sedimentos

Ingreso al cuerpo humano: El cloroformo ingresa al organismo principalmente por inhalación; una parte se absorbe en los pulmones y el

resto se exhala. También en la aplicación oral una gran parte se exhala o se elimina por vía renal.

Cuadro 2. Características físicas del Cloroformo.

Punto de Ebullición	62°C
Punto de Fusión	-64°C
Densidad relativa (agua=1)	1.48
Solubilidad en agua	g/100ml a 20°C: 0.8
Presión de vapor	kPa a 20°C: 21.2
Densidad relativa de vapor (aire=1)	4.12

Fuente (<http://www.panreac.com/new/esp/fds/esp/X142699.htm>).

2.5.2 Metanol

2.5.2.1 Características

El metanol, también llamado alcohol metílico, alcohol de madera, carbinol y alcohol de quemar, es el primero de los alcoholes. Su fórmula química es CH₃OH

El metanol es utilizado como combustible, principalmente al juntarlo con la gasolina. Sin embargo, ha recibido menos atención que el etanol (combustible) porque tiene algunos inconvenientes. Su principal ventaja es que puede ser fabricado fácilmente a partir del metano (el principal componente del gas natural). En cualquier caso, el proceso alcanza temperaturas muy elevadas, con cierto riesgo de incendio; además, el metanol es altamente tóxico, así que se debe tener siempre especial cuidado de no ingerirlo, derramarlo sobre piel desnuda o inhalar los humos. El metanol se puede producir a partir de biomasa; Rusia tiene un extenso programa para producir metanol a partir de eucalipto.

En condiciones normales es un líquido incoloro, de escasa viscosidad y de olor y sabor frutal penetrante, miscible en agua y con la mayoría de los

solventes orgánicos, muy tóxico e inflamable. El olor es detectable a partir de los 2 ppm.

Las propiedades físicas más relevantes del metanol, en condiciones normales de presión y temperatura, se listan en la siguiente tabla

Cuadro 3. Propiedades Físicas del Metanol

Peso Molecular	32 g/mol
Densidad	0.79 kg/l
Punto de fusión	-97 °C
Punto de ebullición	65 °C

Fuente (<http://www.panreac.com/new/esp/fds/esp/X142699.htm>).

El metanol y el agua tienen propiedades semejantes debido a que ambos tienen grupos hidroxilo que pueden formar puente de hidrógeno. El metanol forma puente de hidrógeno con el agua y por lo tanto es miscible (soluble en todas las proporciones) en este disolvente. Igualmente el metanol es muy buen disolvente de sustancias polares, pudiéndose disolver sustancias iónicas como el cloruro de sodio en cantidades apreciables.

El metanol es considerado como un producto o material inflamable de primera categoría; ya que puede emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles. El metanol es un combustible con un gran poder calorífico, que arde con llama incolora o transparente y cuyo punto de inflamación es de 12,2 °C.

2.5.2.2 Toxicidad

Sin embargo, a diferencia del etanol, el metanol es un producto tóxico; la exposición extensa a él podría provocar daños irreversibles para la salud, incluyendo ceguera. La exposición máxima permitida en los E.E.U.U. en el aire (40 h/semana) es de 1900 mg/m³ para el etanol, de 900 mg/m³ para la gasolina, y de 260 mg/m³ para el metanol. Es también tremendamente volátil

y por lo tanto aumentaría el riesgo de incendios o de explosiones. Además de los importantes riesgos de incendio y de explosión, una volatilidad más alta significa más emisiones por evaporación.

(<http://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>),([http://es.wikipedia.org/wiki/Metano_\(combustible\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metano_(combustible)))

2.5.3 Éter de Petróleo

2.5.3.1 Características

Extremadamente inflamable, irrita la piel, es un producto nocivo, el riesgo que se tiene pueden causar efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación. Es tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Posible riesgo de perjudicar la fertilidad. Si se ingiere puede causar daño pulmonar. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

2.5.3.2 Composición

Mezcla de hidrocarburos compuesta principalmente por: n-pentano, isopentano, se les denomina éter de petróleo, son volátiles entre 30-40°C.

2.5.3.3 Toxicidad

En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber, ni provocar el vómito.

Inhalación: Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial.

Contacto con la piel: Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

Ojos: Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.

Ingestión: Riesgo de aspiración. Pedir atención médica. Administrar aceite de vaselina como laxante (3 ml/kg). Administrar solución de carbón activo de uso médico. No beber leche. Evitar el lavado de estómago. No administrar aceites digestivos.

Cuadro 4. Propiedades físicas del Éter de Petróleo

Punto de ebullición	30-40°C
Temperatura de auto ignición	285°C
Punto de inflamación	-56°C
Limites de explosión (inferior/superior)	1,2 / 7,5 Vol. %
Presión de vapor	(20°C) 350 hPa
Densidad	(20/4): 0,62
Solubilidad	Inmiscible con agua.
Aspecto	Líquido transparente e incoloro, Olor: Característico.

Fuente (<http://www.panreac.com/new/esp/fds/esp/X142699.htm>).

2.5.4 Hexano

2.5.4.1 Características

El hexano es un hidrocarburo alifático alcano con seis átomos de carbono. Su forma química es: C_6H_{14}

Existen varios isómeros de esta sustancia, siendo la más conocida e importante la del *n*-hexano: $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

Se trata de un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico a disolvente. Es casi inmiscible con el agua pero se mezcla bien con los disolventes orgánicos apolares como el alcohol, el éter o el benceno.

Cuadro 5. Propiedades Físicas del Hexano

Masa molecular	86,3 g/mol
Punto de fusión	-95 °C
Punto de ebullición	69 °C
Densidad	0,659 g/ml
Densidad óptica	$n_D^{20} = 1,3750$
Punto de ignición	240 °C
Punto de inflamación	22 °C
Concentración máxima permitida en los lugares de trabajo	50 mg/L ²

Fuente (<http://www.panreac.com/new/esp/fds/esp/X142699.htm>).

2.5.4.2 Obtención

El hexano y sus isómeros forman parte de varios petróleos y se obtiene de ellos mediante destilación fraccionada. A menudo no hace falta separar el *n*-hexano si no se emplea directamente la mezcla obtenida cuyo intervalo de ebullición coincide aproximadamente con el punto de ebullición del hexano.

2.5.4.3 Usos

El hexano se utiliza como disolvente para algunas pinturas y procesos químicos. También fue muy utilizado en la industria del calzado y la marroquinería, aunque su uso en industrias controladas está más restringido. Y se utiliza industrialmente para la extracción de aceites comestibles.

2.5.4.4 Toxicidad

El *n*-hexano es uno de los pocos alcanos tóxicos. El efecto fisiológico no se debe a la misma sustancia sino a los productos de su metabolización,

especialmente la 2,5-hexadiona. Este compuesto reacciona con algunas aminas esenciales para el funcionamiento de las células nerviosas. Por lo tanto es neurotóxico. Además posee un potencial adictivo y es peligroso.

2.6 Leche en polvo

La leche en polvo fue producida por primera vez en 1802 por el doctor ruso Osip Krichevsky. Se halla abundantemente en muchos países en vías de desarrollo a causa de su bajo costo de transporte y almacenamiento (ya que no requiere refrigeración), doce meses si se empaqueta en bolsas de 25 Kg. y de seis meses en el caso de paquetes de 200 y 400 kg (la cantidad del producto en el envase es un factor importante).

La leche es una emulsión de glóbulos de grasa dispersados en una fase acuosa que contiene sólidos no grasos. En su mayoría está constituida por agua, el resto lo conforman proteínas, grasa y lactosa. También hay un pequeño porcentaje de minerales, otros componentes nitrogenados y vitaminas. Hay diferencias en la composición de la leche con el cambio en el régimen de alimentación, estación de lactancia y clima (Ranken y Kill, 1997).

La leche en polvo o leche deshidratada se obtiene mediante la deshidratación de leche pasteurizada. La leche en polvo es la leche que se ha evaporado a sequedad, corrientemente por nebulización o por deshidratación en tambores. Este proceso se lleva a cabo en torres especiales llamadas *spray*, en donde el agua que contiene la leche es evaporada, obteniendo un polvo de color blanco amarillento que conserva las propiedades naturales de la leche. Para beberla, el polvo debe disolverse en agua potable. Este producto es de gran importancia ya que, a diferencia de la leche fluida, no precisa ser conservada en frío y por lo tanto su vida útil es más prolongada. La leche en polvo o deshidratada permite un almacenamiento eficiente y un transporte económico. Se distinguen polvo de leche entera y polvo de leche descremada.

Componentes de leche entera en polvo: agua 3.50 %, grasa 27 %, proteína 26 %, lactosa 37.50 %, sales minerales 6.00 % (G. Jarvis, 1991) pp. 227.

La mayoría de la leche en polvo se elabora a partir de leche descremada. El alto porcentaje de grasa en polvo de leche entera dificulta la fabricación de productos de buena calidad debido a la oxidación y enranciamiento durante la conservación. Las características de la leche en polvo dependen también del método de desecación. El método mediante cilindros secadores somete la leche a un tratamiento térmico tal, que modifica la estructura físico-química de la leche. Esta clase de polvo es difícil de disolver. El método de los cilindros se emplea para leches en polvo destinadas a usos industriales y a la alimentación de ganado.

Para obtener leche en polvo de calidad, se aplica el método por atomización. Sin embargo, este método consume más del doble de la energía que el anterior. Por la extrema finura de las gotas pulverizadas, la desecación es muy rápida. Por otro lado, el calentamiento del producto se limita por la evaporación instantánea del agua. Por esto, se consigue una leche en polvo estructuralmente poco modificada. El tamaño de las partículas de polvo influye notablemente en sus características de solubilidad y conservación. Un polvo compuesto de partículas pequeñas se disuelve mal, se apelmaza fácilmente y se altera más rápido por oxidación. Por otro lado, los aglomerados de partículas se disuelven fácilmente.

Por esta razón los aglomerados se separan para obtener un polvo instantáneo. Este tipo de polvo tiene una buena solubilidad en agua fría. En general, el polvo de leche entera se disuelve mal por la presencia de grasa libre en las partículas. Durante la desecación, una parte de los glóbulos grasos se descompone. En este caso, la grasa se acumula en la superficie de las partículas repeliendo el agua y dificultando la disolución (Vaclacik, 2002) págs. 229 – 230.

El proceso de elaboración de las dos clases de leche en polvo consiste en las siguientes operaciones:

- 1) Almacenamiento de la leche estandarizada y descremada, pasteurizada y homogeneizada.
- 2) Concentración hasta un 40% del extracto seco total, en un concentrador de doble efecto.
- 3) Deshidratación de la leche concentrada en cilindros calentados hasta aproximadamente 150 °C.
- 4) Enfriamiento.
- 5) Molido de las escamas en un molino de martillo.
- 6) Envasado de leche en polvo (para ganadería)
- 7) Deshidratación por atomización de la leche.
- 8) Enfriamiento de polvo en un transportador vibrador.
- 9) Cribado del polvo en una criba rotativa.
- 10) Envasado del polvo en botes. La fluidez de la leche concentrada influye mucho en el tamaño de las partículas. Cuando más espesa sea la leche mayor será el tamaño de las partículas de polvo. Una leche demasiado fluida origina partículas muy finas, la leche demasiado espesa origina partículas grandes, retrasando así el proceso de enfriamiento.

Esto puede proporcionar una coloración oscura y un sabor a cocido. Durante el enfriamiento del polvo obtenido por atomización, se puede favorecer la aglomeración de las partículas. En este caso, el polvo caliente se humedece con aire húmedo o con vapor. Las partículas se pegan entre si, formando aglomerados que enseguida se secan y se enfrían obteniendo un polvo instantáneo.

El procesado depende en gran parte de la temperatura necesaria para su elaboración, que suele ser por regla general alta (180 °C), media o baja (temperatura de pasteurización). Se vigila en todo momento la existencia de gérmenes o de impurezas que induzcan a una disminución de la calidad del producto final. El proceso de deshidratación es capaz de reducir al 50% de los contenidos hídricos existentes en el contenido de la leche inicialmente (Warner, 1980) págs. 189 -195.

Una de las mayores industrias en el procesado y producción de la leche en polvo es la multinacional de la alimentación Nestlé.

2.6.1 Nutrición

Hoy en día la leche en polvo forma parte de ser uno de los primeros candidatos a ser alimentos funcionales y por esta razón se le suelen añadir vitaminas A y D3. La leche en polvo puede contener hasta un máximo de un 4% de materia grasa (la mayoría de la leche en polvo se elabora a partir de leche descremada), siendo un tercio aproximadamente de su peso de proteína. La leche en polvo se considera extremadamente digestible y por esta razón se aconseja para aquellas personas que deban hacer esfuerzos prolongados.

El tratamiento total de calor de la materia prima influye en las características del producto.

Respecto de la leche en polvo obtenida por atomización, se distinguen la leche en polvo de temperatura alta, de temperatura mediana y de temperatura baja. La materia prima se somete a pasteurización. Para obtener leche en polvo de temperatura mediana, la leche se somete a la pasteurización alta. Así, se obtiene un producto de buena calidad y de larga conservación.

La leche reconstituida a partir de polvo a temperatura baja tiene características casi iguales a las de la leche natural. Esta clase de polvo se puede utilizar en la elaboración de quesos. Durante la concentración y la

deseccación, se emplean temperaturas moderadas .La materia prima para este producto debe tener un bajo contenido inicial de gérmenes. Para limitar la oxidación y el enranciamiento del producto, las leches en polvo deben ser empacadas herméticamente y al abrigo de la luz .Para mejorar la conservación, se expulsa el aire del envase, introduciendo nitrógeno o una mezcla de nitrógeno y bióxido de carbono.

En la elaboración de la leche reconstituida, la leche en polvo se mezcla con agua limpia y esterilizada. Si se utiliza agua no esterilizada, los gérmenes presentes en el agua se desarrollan rápidamente en la leche, resultando un producto que puede presentar un peligro para el consumido

2.6.2 Composición de la leche en polvo

Mediante la desecación se obtiene la leche en polvo, que es más rica que las concentradas y condensadas y se conserva aún mejor. Naturalmente que con tal transformación las modificaciones de los componentes lácteos son algo mas profundas respecto a la caseína y a la lactosa , pero ello del sistema seguido en la elaboración .Si éste es el llamado de los cilindros dichas modificaciones resultan muy intensas ,las albúminas se insolubilizan , incluso, parcialmente, y las lecitinas y vitaminas se destruyen en gran parte.

2.6.3 Preparación de la leche en polvo

La reducción de la leche a polvo, no le priva de ninguno de sus elementos constitutivos nutritivos, pero disminuye su contenido en vitamina C.

Procedimiento más corriente de fabricación: existen muchos procedimientos, más o menos prácticos y parecidos para preparar leche en polvo, teniendo todo ellos a conservar en la misma su sabor primitivo y evitar el sabor algo sebáceo que puede tomar.

Procedimiento Krause o de atomización: con este procedimiento se obtiene un producto de gran calidad y solubilidad perfecta, debido a que las

partículas son mas finas que en los otros procedimientos. Las instalaciones corrientes tienen un rendimiento de 10 a 500 kg. de leche en polvo por hora, pero pueden construirse instalaciones para rendimientos mucho mas elevados.

Envase y conservación de la leche en polvo: La mejor manera de envasarla es en cajas de hojalata perfectamente cerradas, y para prevenir la alteración de la materia grasa conviene introducir en ellas algo de gas carbónico. El envase debe asegurar una total protección contra contaminaciones, absorción de humedad y acción de la luz. No se conservan con tanta facilidad como la leche condensada, máximo estando prohibido que se mezcle ningún producto que ayude a su conservación y ésta es mucho más difícil en cuanto se ha abierto el envase que lo contenía, formándose moho. Por otra parte, el tiempo que puede conservarse depende de la clase de leche con que fue preparado el polvo y de la calidad del envase que lo contenga, así como del cuidado con que haya sido embalado.

Aplicación de la leche en polvo: Por la comodidad de su empleo, la leche en polvo esta especialmente indicada para los soldados, navegantes, exploradores, deportistas, entre otros. Su elevado poder alimenticio (la leche en polvo es un alimento muy rico en materia nitrogenada, excepcionalmente digestible) la hacen indispensable para todo el que deba desarrollar esfuerzos considerables y no pueda cargar su mochila con alimentos pesados.

La leche en polvo, por su elevado valor nutritivo, que es un verdadero lujo en la alimentación de animales domésticos, y no resulta económica. Sin embargo, cuando se trata de aquellos que por un motivo u otro deben realizar grandes esfuerzos y en ellos esta invertido un capital considerable, la alimentación con leche en polvo no sólo no está fuera del lugar, sino que es recomendable. En pastelería, confitería, chocolatería y aun en las labores ordinarias de cocina, se hace también bastante uso de la leche en polvo, pues da mejor contextura y mayor valor nutritivo. En la actualidad su aplicación en panadería se considera muy favorable.

Se trabajó con la marca Nido ya que es un grupo que se especializa en el proceso de convertir productos lácteos en una variedad de tipos de polvos. La transformación de leche en su forma líquida a polvo seco requiere que se remueva casi toda el agua, en tanto que la estructura física, propiedades del producto y apariencia cambian de forma significativa durante este proceso.

Nido es reconocido como un líder internacional en la tecnología de polvos de leche, estableciendo la tendencia en la ingeniería de procesos y diseño de planta. La participación a largo plazo en la industria láctea garantiza las plantas de Nido, que son diseñadas para cumplir con las necesidades individuales, dependiendo de las pruebas en producto y evaluación de procesos a la vez que cumple con los criterios más estrictos de higiene y seguridad.

Las plantas de Nido y los procesos son utilizados para fabricar muchos productos lácteos en forma de polvo, por ejemplo:

- Leche entera
- Leche descremada
- Mantequilla
- Leche Cortada
- Suero
- Proteínas de suero
- Caseína
- Caseinatos
- Queso
- Crema
- Polvos con altos niveles de grasas
- Lactosa
- Proteínas de Leche
- Sustituto de leche
- Crema para café
- Polvo para capuchino instantáneo

Las plantas para polvo cuentan con dos sistemas principales para remover el agua, uno o más evaporadores de película descendente y un secador por atomización, con equipos de procesamiento aguas arriba y aguas abajo para optimizar el rendimiento de la planta.

Las empresas de Nido suministran la planta y el equipo de forma individual o combinan su experiencia para completar líneas de proceso sobre la base del siguiente rango de tecnología:

Procesamiento de líquidos y mezclado en húmedo

- Recepción, pre-tratamiento y almacenaje de leche
- Plantas de filtración por membranas
- Homogenizadores
- Enfriadores y calentadores
- Sistemas de Limpieza en Sitio CIP
- Pasteurizadores

Evaporación

- Evaporadores de película descendente
- Enfriadores instantáneos

Secado

- Secadores por Atomización
- Secadores de lecho fluidizado
- Sistemas de manejo del polvo

Manejo y empaque de polvos

- Aglomeradores
- Sistemas de almacenamiento, manejo y envase del polvo.
- Llenadoras de alta exactitud.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Nutrición y Alimentos, el cual pertenece al departamento del mismo nombre, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que está ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

El experimento se realizó con 4 diferentes combinaciones de disolventes; hexano 75 – éter de petróleo 25 % (H75E25), hexano 50 - éter de petróleo 50 % (H50E50), hexano 25 - éter de petróleo 75 % (H25E75), cloroformo 100 - metanol 50 % (C100M50). Utilizando como muestra de prueba la leche en polvo marca Nido.

La primera etapa, consistió en hacer las combinaciones de los disolventes, antes mencionados y se sometió la muestra a la extracción, utilizando el método de Soxhlet (A.O.A.C. 1990).

La segunda Etapa, radicó en poner diferentes tamaños de muestra, que fueron de 1, 3, y 5 gramos. La tercera Etapa consistió en someter las muestras a diferentes tiempos, siendo estos de 4, 6, 8 y 10 horas. Se realizaron 3 repeticiones de cada variable.

El equipo utilizado para la extracción fue el Soxhlet. El cual es un extractor intermitente, muy eficaz. El equipo Soxhlet consta de tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho, que posee un sifón que acciona automáticamente e intermitente y el recipiente colector, donde se recibe o deposita la grasa.

El método de Soxhlet funciona de la siguiente manera, la muestra se coloca en una cámara de celulosa. El disolvente se pone en un recipiente, el balón; el extractor Soxhlet y el condensador se arman. El plato eléctrico calienta el disolvente y los vapores se dirigen a través del condensador. Los vapores condensados bajan a la muestra llenando la celda con el solvente. Los contaminantes orgánicos se difunden de la muestra al solvente. Los

vapores de solvente limpios continúan condensándose, relleno la celda Soxhlet y cayendo otra vez al balón. Este ciclo extrae la grasa de la muestra y los colecta en el balón (Lawrance, 1984).

Se considera grasa al extracto etéreo que se obtiene, cuando la muestra es sometida a extracción con disolvente. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.

El extractor utilizado en el siguiente método es el Soxhlet. Es un extractor intermitente, muy eficaz, pero tiene la dificultad de usar cantidades considerables de disolvente.

El uso del Método de Soxhlet también sirve para analizar la concentración total de un contaminante de los sólidos. La muestra se mezcla con un agente secante y luego se coloca en una cámara de celulosa. El disolvente se pone en un recipiente en la parte de abajo del aparato. El balón, el extractor Soxhlet y el condensador se arman. El plato eléctrico calienta el solvente y los vapores se dirigen a través del condensador. Los contaminantes orgánicos difunden de la muestra al solvente. Los vapores de solvente limpios continúan condensándose, relleno la celda Soxhlet y cayendo otra vez al balón. (Lawrance., 1984).

El material de vidrio y equipo utilizado, fue el siguiente:

Se utilizó una Estufa de Secado de la marca Thelco Modelo 27, para poner los matraces a peso constante, antes y después de la extracción de la grasa de la leche en polvo, esto con tiempo aproximadamente de 12 horas a una temperatura de 100°C.

También se utilizó lo que fue una Balanza Analítica Explorer Ohaus, para pesar la leche en polvo y los matraces con y sin muestra.

Se uso un desecador, para enfriar los matraces antes de ser pesados, tanto solos, como con muestra, en la cual se dejaba reposar durante 20 minutos y posteriormente pesarlos, se utilizó de material de vidrio de uso común.

Determinación de grasa

En esta etapa se realizó lo que fue la extracción de grasa a través del Método de Soxhlet. Como se muestra en la (Figura 1).



Figura 1. Método Soxhlet Extracción de Grasa

4. Resultados y Discusión

Determinación de grasa en leche en polvo

Se realizó un análisis de varianza y de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para determinar si se presentaron diferencias significativas en el tipo de mezcla, el tiempo de extracción y el peso de la muestra. El paquete estadístico utilizado fue el Analyse-It versión 2.9. Los resultados se muestran en los siguientes Cuadros y Figuras.

Cuadro 6. Resultados de extracción de grasa para las diferentes mezclas de disolventes.

Mezcla de Disolventes	Promedio de extracción de grasa (%)
CM 100-50	27.32 a [‡]
HE 75-25	4.27 b
HE 50-50	3.43 bc
HE 25-75	2.68 c

[‡]Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey, $\alpha=0.05$).

En el tratamiento C100M50 fue altamente significativo, ya que como se puede apreciar en el cuadro 6, tiene un valor de 27.32 %, en comparación con los otras mezclas de disolventes. Seguido por la combinación de HE 75-25, el cual se pudiera utilizar, con un porcentaje de extracción de 4.27 %, también recomendable para la extracción de grasas.

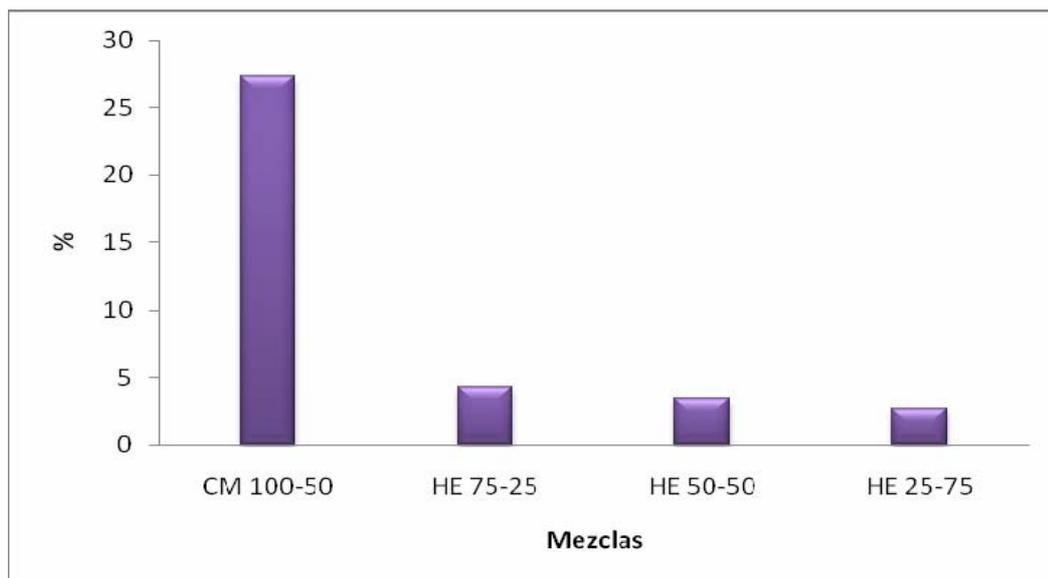


Figura 2. Gráfica de las diferentes combinaciones de mezclas de disolventes y el promedio de extracción de grasas

Cuadro 7. Resultados de extracción de grasas para los diferentes tiempos de extracción.

Tiempo de extracción (hrs)	Promedio de extracción de grasas (%)
4	8.53 a [‡]
6	8.38 a
8	10.45 a
10	10.34 a

[‡]Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey, $\alpha=0.05$).

Como se puede apreciar en cuadro 7 el tiempo de extracción, no fue significativo, por lo que se determina que se puede realizar en 4, 6, 8 ó 10 horas para la extracción.

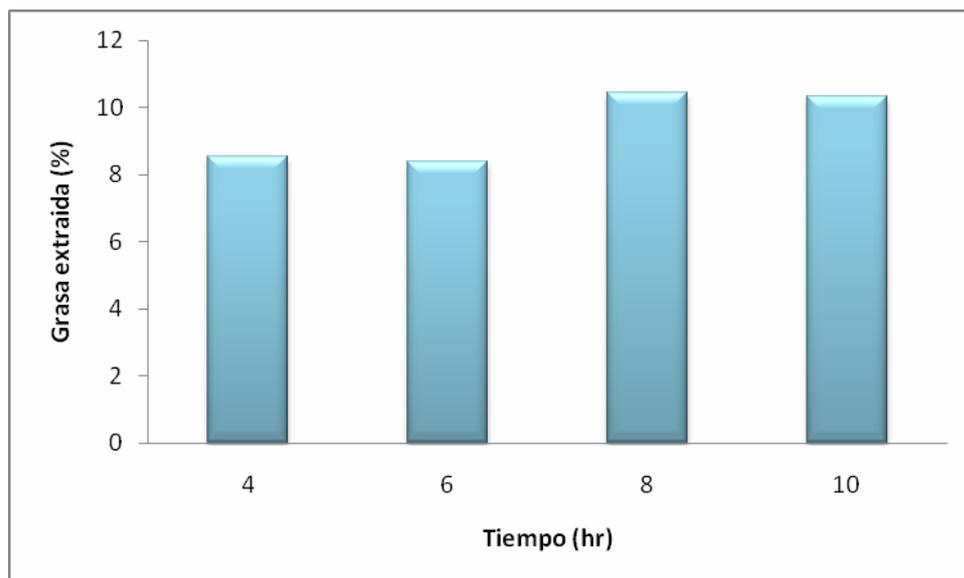


Figura 3. Gráfica de tiempo aplicado a la extracción y medias de extracción de grasas en porcentaje.

Cuadro 8. Resultados de extracción de grasas para los diferentes pesos de muestras.

Peso muestra (g)	Promedio de extracción de grasa (%)
1	9.55 a [‡]
3	9.33 a
5	9.40 a

[‡]Los valores seguidos de la misma literal no son diferentes entre si (Tukey, $\alpha=0.05$).

En la variable peso de la muestra los resultados fueron no significativos, por lo tanto se puede utilizar 1, 3 ó 5 g ya que no se ve afectado su resultado, como lo indica en la prueba de Tukey que ($p \leq 0.05$), es no significativo.

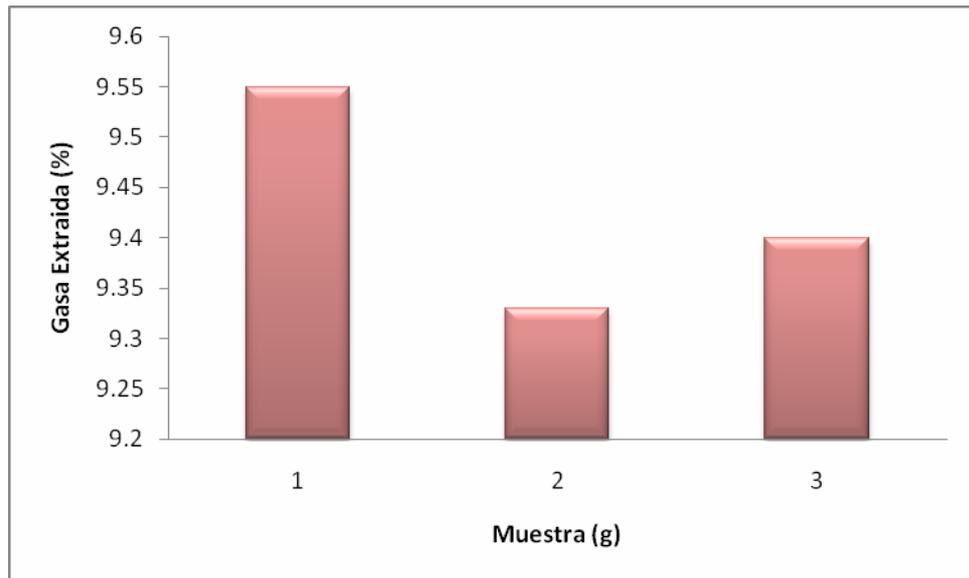


Figura 4. Gráfica de pesos utilizados y el porcentaje de grasa extraída.

5. CONCLUSIONES

Se concluye lo siguiente:

- Se evaluó la eficiencia de las diferentes combinaciones de disolventes en leche en polvo, teniendo como resultado que la mezcla C100M50, fue la que extrajo mayor cantidad de grasa, dando un porcentaje de 27.32%.
- Se valoraron las diferentes mezclas y se concluye que en cuanto a tiempo no hay diferencias, ya que en todos los tiempos presentaron resultados no significativos.
- Se determinó que la cantidad de muestra no afecta el porcentaje de recuperación de grasa, ya que los resultados fueron muy similares dando un valor promedio de 9.55%.

6.0 Literatura Citada

A.O.A.C., 1980 Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist 13 Washington, D.C., U.S.A.

A. Fox. Briad y G. Cameron. Allan; Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. Editorial Limusa. Noriega. (2004) Págs. 57 – 86.

Badiu S. QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. 3ed. 5reimpresión Editorial Alambra Mexicana. México (1999). Pág.648.

F.L. Hart y H. J. Fisher; Análisis Moderno de los Alimentos, Editorial Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Reimpresión 1991.

Horwitz, William, OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1980.

Jarvis; El sistema de análisis de Riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España, (1991). Págs. 227- 231.

Lawrance, J. FOOD CONSTITUENTS & FOOD RESIDUES. Macel Dekker, Inc. Estados Unidos (1984). Pág. 617.

Nollet, L. HANDBOOK OF FOOD ANÁLISIS. Vol.1. Marcel Dekker, Inc. Estados Unidos (1996). Pág.1088.

Ranken, Md y R.C Kill. FOOD INDUSTRIES MANUAL. Ed Blackie Academics & Professional, Gran Bretaña (1997) Pág. 650.

Reinhard Matissek, Frank-M, Schenepel, Gabriele Steiner; Análisis de los Alimentos, Fundamentos- Métodos – Aplicaciones; editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (ESPAÑA), 1998.

Santos Moreno, Armando. Química y Bioquímica de Alimentos, Universidad Autónoma de Chapingo, (1995) Págs. 71-85.

Tejada de Hernández, Irma, Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. 1985, Págs. 24 – 25.

Vaclavik. Fundamentos de Ciencia de los Alimentos; Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España, (2002). Págs. 229-230.

Wong. Química de los Alimentos. Mecanismos y teoría, Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España (1995). Págs. 1- 48.

CONSULTA WEB

1.- (Web 1). Disponible en

<http://es.wikipedia.org/wiki/Disolvente>

2.- (Web 2). Disponible en

<http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADpido>

3.- (Web 3). Disponible en

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>

4. - (Web 4). Disponible en

<http://www.racve.es/actividades/veterinaria-salud-publica/2002-02-13SalvioJimenez.htm>

5. - (Web 5). Disponible en

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cloroformo>

6.- (Web 6). Disponible en

<http://www.laneta.apc.org/emis/carpeta/cloroformo.htm>

7.- (Web 7). Disponible en

<http://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>

8. - (Web 8). Disponible en

[http://es.wikipedia.org/wiki/Metanol_\(combustible\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metanol_(combustible))

9. - (Web 9). Disponible en

<http://www.panreac.com/new/esp/fds/esp/X142699.htm>

10.- (Web 10). Disponible en

<http://www.gea-niro.com.mx/industrias-servimos/alimentos-lacteos/productos-de-leche.htm>

11.- (Web 11). Disponible en

http://es.wikipedia.org/wiki/Leche_en_polvo

12. - (Web 12). Disponible en

<http://www.misionrg.com.ar/lacpolvo.htm>