



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Uso y Legislación de Aditivos en Fórmulas Infantiles

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE

EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

ISAAC ESTEBAN HERNÁNDEZ SIERRA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.



México D.F.
2008

Jurado asignado:

Presidente: Profesora: Olga del Carmen Velázquez Madrazo

Vocal: Profesora: Zoila Nieto Villalobos

Secretario: Profesora: Lucía Cornejo Barrera

1^{er} Suplente: Profesora: María de Lourdes Gómez Ríos

2^{do} Suplente: Profesora: María de Lourdes Osnaya Suárez

Asesor de tema: M. en C. Zoila Nieto Villalobos _____

Sustentante: Isaac Esteban Hernández Sierra

ÍNDICE:

	Página
1 Resumen.....	1
2 Objetivos.....	2
3 Introducción.....	3
4 Legislación de aditivos en las fórmulas para lactantes y de continuación.....	6
5 Usos de aditivos en las fórmulas para lactantes y de continuación.	10
PROPIEDADES NUTRICIONALES	
5.1 Aditivos nutricionales.....	10
5.1.1 Vitaminas.....	10
5.1.2 Minerales.....	13
5.2 Aditivos nutraceúticos.....	15
5.2.1 Proteínas de suero de leche.....	15
5.2.2 Colina.....	16
5.2.3 Inositol.....	16
5.2.4 Luteína.....	16
5.2.5 Nucleótidos.....	17
5.2.6 PUFAS.....	17
5.2.7 Taurina.....	17
PROPIEDADES FUNCIONALES	
5.3 Modificadores de pH.....	18
5.4 Emulsificantes.....	19
5.5 Saborizantes.....	20
6 Conclusiones.....	20
7 Bibliografía.....	21

1. Resumen

Las fórmulas infantiles constituyen un mercado con gran desarrollo durante los últimos 30 años, ya que antes no existían fórmulas tan balanceadas ni tan semejantes a la leche materna; no era un producto básico como lo es hoy en día, pues en los casos que no se puede amamantar al bebé, es un alimento ideal para satisfacer los requerimientos nutrimentales tan demandantes de la etapa; además es un complemento durante la ablactación de los infantes.

Debido a la gran demanda y crecimiento de este sector en el mercado, como en todos los alimentos industrializados y de venta masiva la presencia de aditivos es necesaria e importante para dar lugar a alimentos de gran calidad y estandarizados.

Los criterios de selección de aditivos son múltiples, sin embargo se puede concluir que los dos principales son:

- **Funcionalidad:** Los aditivos tienen una función específica y en algunos casos son multifuncionales; conocer el resultado del uso de cada uno permite proporcionar mejores cualidades a la matriz alimentaria.
- **Legislación:** Dictaminará los aditivos y los niveles de uso permitidos para los diferentes productos, así como las características de calidad.

Los aditivos que se usan en una fórmula láctea son:

Nutrimentales (Vitaminas y minerales): Dan un perfil nutricional semejante al de la leche materna, son limitados por la ingesta diaria recomendada (basada en la composición de la leche materna).

Nutraceuticos: Dan un beneficio adicional a las fórmulas comunes, estos pueden ser: ácidos grasos insaturados, fibra, prebióticos, probióticos u otros.

Emulsificantes: Son de gran importancia en el proceso de fabricación y durante la reconstitución de la fórmula, ya que el producto contiene una cantidad considerable de grasa.

Saborizantes (Sólo en fórmulas de continuación): Mejora el perfil sensorial y permite una mayor aceptación de los infantes.

El uso de aditivos para la fabricación de fórmulas lácteas y de continuación esta regido por la Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.

2. Objetivos

General:

- Demostrar la importancia del uso de aditivos en las fórmulas lácteas y de continuación, explicando su funcionalidad durante el proceso y en el producto final, además de estar basado en los tipos de aditivos y niveles de uso permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-1995, bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.

Particulares:

- Determinar si la Norma Oficial Mexicana es clara en las definiciones, tipos de aditivos y niveles de uso permitidos para la fabricación de fórmulas para lactantes y de continuación.
- Determinar la importancia del uso de aditivos nutricionales (Vitaminas y minerales) dentro de las fórmulas lácteas y de continuación, así como su funcionalidad durante el proceso de fabricación (minerales).
- Determinar la importancia del uso de aditivos nutracéuticos dentro de las fórmulas lácteas y de continuación, así como su funcionalidad durante el proceso de fabricación.
- Determinar la importancia del uso de emulsificantes durante el proceso de fabricación de fórmulas lácteas.
- Determinar la importancia del uso de saborizantes en fórmulas de continuación.

3. Introducción

El lactante es aquel niño con una edad comprendida entre 0 y 1 año, ya que el modelo principal que debe seguirse para la nutrición de los bebés es la leche materna.

En la etapa de lactancia hay una gran vulnerabilidad en el ser humano, centrada en dos aspectos: El crecimiento y la inmadurez de órganos y tejidos.

El crecimiento durante el primer año es de alrededor de 25cm, el mayor en toda la vida, pues después de este incremento de talla se presenta una desaceleración importante (la mitad); en cuanto a la madurez de los órganos y tejidos, esta se ve completa casi en su mayoría durante el primer año (Un caso muy puntual son las células del cerebro, que después de esta etapa dejan de dividirse). (Mataix, 2005)

El sistema ideal para cubrir estas demandas, permitiendo así atender tanto los procesos de crecimiento como de maduración, es la alimentación al pecho, dado que la leche materna es la perfecta solución evolutiva a la específica condición fisiológica del neonato. (Feldman, 1990)

Los requerimientos de nutrientes del lactante son superiores por unidad de peso corporal a los de cualquier otro grupo de edad y situación fisiológica. Estas altas demandas nutricionales son necesarias para atender el rápido crecimiento, desarrollo y maduración durante este periodo.

La ingesta diaria recomendada durante la primera etapa de la lactancia está basada en el nivel medio de energía y nutrientes contenidos en la leche humana, ya que durante los primeros meses, la leche materna es el único alimento que satisface estas necesidades. Los requerimientos energéticos del lactante son de 100 a 115 kcal/Kg de peso corporal/día, mientras que un adulto solo necesita de 30 a 35 kcal/Kg de peso corporal/día, que es solo una tercera parte. (NOM-008-SSA2-1993)

Como se ha mencionado antes, la lactancia es la etapa más importante de desarrollo y crecimiento del ser humano, sin embargo en algunas ocasiones existen contraindicaciones para seguir la alimentación al pecho, como son: Cáncer materno, tuberculosis, drogadicción, metabolopatías, malformaciones; y otras causas relativas como *Streptococos* beta-natal, infecciones maternas agudas, virasis, fibrosis quística, psicopatías maternas, epilepsia materna no controlada y otras veces causadas por factores sociales. (Feldman, 1990)

Son muchos los casos en que la lactancia debe suspenderse, es cuando se encuentran como alternativa las fórmulas lácteas; estas han tomado un papel fundamental en la sociedad ya que es la única fuente de nutrientes para los lactantes en caso de haber un impedimento para la lactancia natural y otras veces también funciona como complemento durante la ablactación de los infantes.

Las fórmulas infantiles se dividen en dos tipos:

- Fórmula para lactantes: Producto elaborado a base de leche de vaca o de otros mamíferos u otros componentes comestibles de origen animal (incluido el pescado) o de origen vegetal, que se consideren adecuados para la alimentación de los lactantes. (NOM-131-SSA1-1995)
- Fórmula de continuación: Producto elaborado con leche de vaca o de otros animales o con otros constituyentes de origen animal o vegetal, destinado a ser utilizado para complementar o suplir la leche materna en la dieta de ablactación para lactantes a partir del sexto mes cuando son alimentados con leche materna o a partir de los cuatro meses cuando son alimentados con fórmulas para lactantes o bien, cuando el peso del lactante sea mayor de 6 Kg, así como para niños de corta edad. (NOM-131-SSA1-1995).

La mayoría de las formulaciones están basadas en leche de vaca por sus “similitudes” con la leche humana, sin embargo se necesita balancear una serie de ingredientes y aditivos para que las formulaciones sean parecidas a la leche materna; a continuación se presenta un breve análisis de las similitudes y diferencias de la composición de las dos leches.

La leche humana y la leche bovina proveen niveles calóricos similares de 650 a 700 kcal/L; sin embargo su perfil nutricional es muy diferente ya que la primera contiene menor cantidad de proteínas y cenizas, pero por otro lado más lactosa. Además de diferencias en la composición de la parte proteínica, grasa y los minerales. (Tabla 1).

Las proteínas se componen de dos clases diferentes, caseínas y proteínas de suero de leche, en el caso de la leche de vaca el porcentaje de caseínas es 80% y 20% pertenece a las proteínas de suero; mientras que en la leche humana se mantiene una relación de 60:40 respectivamente.

Otra diferencia se presenta en el alto nivel de nitrógeno no proteínico que presenta la leche humana, es decir del 20% al 25%, mientras que en la leche bovina es del 5% al 6%, lo que indica su alta composición proteínica, esto debido a que los bovinos presentan gran desarrollo corporal (mucho más que el humano).

Tabla 1. Comparación del perfil nutrimental de leche bovina y leche humana (Walstra, 1984)

Componente	Leche Bovina (Cantidades por L)	Leche Humana (Cantidades por L)
Agua	87.3 %	87.8 %
Grasa	3.7 %	3.8%
Carbohidratos	4.8 %	7.0%
Proteína	3.4 %	1.0%
Cenizas	0.7%	0.2%
Vitamina A	0.2- 2 mg	223 UI o 67µg
Vitamina C	5 – 20 mg	---
Vitamina D	0.002	2.2 UI o 0.055µg
Vitamina E	----	0.23UI o 0.23mg
Vitamina K	----	210µg
Vitamina B ₁	0.4	21 µg
Vitamina B ₂	0.7	35 µg
Vitamina B ₆	----	9.3 µg
Vitamina B ₁₂	----	0.1 µg
Biotina	----	0.4 µg
Ácido pantoténico	----	180 µg
Sodio	500 µg	150 µg
Potasio	1500µg	600 µg
Cloruros	950 µg	430 µg
Calcio	1200µg	1200 µg
Magnesio	120 µg	120 µg
Fósforo	950 µg	950 µg
Hierro	500 µg	760 µg
Zinc	3500µg	2950µg
Cobre	200 µg	390 µg
Manganeso	030 µg	012 µg
Yodo	260 µg	070 µg
Selenio	-----	14 µg

En ambas fórmulas es importante considerar todos los aditivos que se emplearan durante el proceso de elaboración como: emulsificantes, reguladores de pH, saborizantes, antioxidantes, nutricionales y nutraceúticos, etc. ya que de estos depende que el producto sea de mayor calidad, es decir, que sea lo más semejante posible a la leche materna.

NOTA: Aditivo: Aquella sustancia generalmente adicionada como microingrediente, de forma intencional con el fin de mejorar sensorialmente el alimento, facilitar su proceso o aumentar su vida de anaquel. No es válido su uso para encubrir las malas prácticas de manufactura (DOF, 2006).

4. Legislación de Aditivos en las fórmulas para lactantes y de continuación

El uso de aditivos en las fórmulas lácteas es altamente indispensable, para la selección de estos se toma en cuenta el siguiente criterio (Carreño, 2007):

- Funcionalidad
- **Legislación**

Después de decidir las características finales deseadas del producto y de conocer el proceso de fabricación, se eligen los aditivos a usar de acuerdo a su funcionalidad. El siguiente paso es revisar la legislación correspondiente del país y entonces saber cuales son los aditivos permitidos, así como sus niveles de uso; en México las fórmulas lácteas y de continuación están regidas por la **NOM-131-SSA1-1995** (Tabla 2 y 3).

La NOM-131-SSA1-1995 indica los aditivos y niveles de uso permitidos en el producto, además especifica las condiciones nutrimentales que deben de cumplir las fórmulas lácteas y de continuación (Tabla 4 y 5), los datos aquí publicados están basados en la ingesta diaria recomendada para ser similares a la leche materna.

Tabla 3. Aditivos y niveles de uso permitidos en las fórmulas de continuación (NOM-131-SSA1-1995).

ADITIVOS	NIVELES Y USO PERMITIDOS Dosis máxima en 100 mL del producto listo para consumo
Agentes espesantes:	
Goma guar	0,1 g
Goma de algarrobo	0,1 g
Dialmidón fosfato	Solo o mezclado 0,5 g únicamente en las fórmulas a base de soya.
Dialmidón fosfato, acetilado	Solo o mezclado 0,5 g únicamente en las fórmulas a base de soya.
Dialmidón fosfato, fosfatado	Solo o mezclado 2,5 g en los productos a base de proteínas hidrolizadas o aminoácidos.
Aromas:	
Extractos naturales de fruta	Buenas prácticas de manufactura
Extractos de vainilla	Buenas prácticas de manufactura
Etil vainillina	5 mg
Vainillina	5 mg

Tabla 2. Aditivos y niveles de uso permitidos en las fórmulas para lactantes (NOM-131-SSA1-1995).

ADITIVOS	NIVELES Y USO PERMITIDOS Dosis máxima en 100 mL del producto listo para consumo
Agentes espesantes:	
Goma guar	0,1 g en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Goma de algarrobo	0,1 g en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Dialmidón fosfato	Sólo o mezclado 0,5 g únicamente en las fórmulas para lactantes a base de soya.
Dialmidón fosfato, acetilado,	2,5 g solo o en combinación en fórmula para lactantes a base de proteína hidrolizada o aminoácidos.
Carragenina	0.03 g solamente en fórmulas para lactantes normales y líquidas a base de leche y soya.
	0,1 g solamente en fórmulas líquidas para lactantes a base de proteínas hidrolizadas o aminoácidos.
Emulsionantes:	
Lecitina	0,5 g en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Mono y diglicéridos	0,4 g en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Antioxidantes:	
Concentrado de varios tocoferoles	1 mg en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Palmitato de L-ascorbilo	1 mg en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Reguladores de pH	Cantidades en 100 g de producto, con respecto al peso seco.
Hidróxido de sodio, , Carbonato de sodio , Carbonato de potasio, Hidróxido de potasio, Carbonato ácido de potasio, Hidróxido de calcio, Citrato de sodio, Citrato de potasio, Ácido L(+) láctico	Limitados por las buenas prácticas de manufactura (Dentro de los límites para sodio y potasio de acuerdo a la ingesta diaria recomendada señalada en esta norma).
Cultivos productores:	
Acido L(+) láctico	Limitados por las buenas prácticas de manufactura en todos los tipos de fórmulas para lactantes.
Ácido cítrico	Limitados por las buenas prácticas de manufactura en todos los tipos de fórmulas para lactantes.

Tabla 4. Límites máximos y mínimos de nutrimentos (Vitaminas y minerales por cada 100kcal) permitidos en las fórmulas para lactantes (NOM-131-SSA1-1995).

NUTRIMENTO	MÍNIMO	MÁXIMO
Vitaminas		
Vitamina A	250 U.I. o 75 µg expresados en retinol	500 U.I. o 150 µg expresados en retinol
Vitamina D	40 U.I.	80 U.I.
Acido Ascórbico	8 mg	Sin especificar
Tiamina (B ₁)	40 µg	Sin especificar
Riboflavina (B ₂)	60 µg	Sin especificar
Nicotinamida	250 µg	Sin especificar
Piridoxina (B ₆)	35 µg	Sin especificar
Acido fólico	4 µg	Sin especificar
Acido Pantoténico	300 µg	Sin especificar
Cianocobalamina (B ₁₂)	0,15 µg	Sin especificar
Vitamina K	4 µg	Sin especificar
Biotina (H)	1,5 µg	Sin especificar
Vitamina E (α - Tocoferol)	0,7 U.I./g	Sin especificar
Minerales		
Sodio	20 mg	60 mg
Potasio	80 mg	200 mg
Cloro	55 mg	150 mg
Calcio	50 mg	Sin especificar
Fósforo (La relación Ca:P no será menor de 1,2:1 ni mayor de 2:1)	25 mg	Sin especificar
Magnesio	6 mg	Sin especificar
Hierro	0,15 mg	Sin especificar
Yodo	5 µg	Sin especificar
Cobre	60 µg	Sin especificar
Zinc	0,5 mg	Sin especificar
Manganeso	0,5 µg	Sin especificar
OTROS:		
Colina	7 µg	Sin especificar
Proteínas: La calidad nutritiva debe ser equivalente a la de la caseína, o una cantidad mayor de otras proteínas en proporción a su valor biológico.	1,8 g/100 kcal La REP de las proteínas no será inferior al 85% del de la caseína. La cantidad total de las proteínas no debe exceder de 4 g por 100 kcal	4,0 g/100 kcal Para mejorar la calidad nutritiva de las proteínas, pueden añadirse aminoácidos esenciales, únicamente en las cantidades

	utilizables.	estrictamente necesarias, los cuales deben ser en su forma natural L.
Acido Linoleico (en forma de glicérido)	300 mg	Sin especificar
Grasas	3,3 g	6 g

Nota: Podrán añadirse otros nutrimentos si son necesarios para que la fórmula sea adecuada como única fuente de nutrición del lactante. La utilidad de estos nutrimentos deberá demostrarse científicamente.

Tabla 5. Límites máximos y mínimos de nutrimentos (Vitaminas y minerales por cada 100kcal) permitidos en las fórmulas de continuación (NOM-131-SSA1-1995).

NUTRIMENTO	MINIMO	MAXIMO
Vitaminas		
Vitamina A	250 U.I o 75 µg expresados en retinol	750 U.I o 225 µg expresados en retinol
Vitamina D	40 U.I o 1 µg	120 U.I o 3 µg
Acido Ascórbico	8 mg	Sin especificar S.E
Tiamina (B ₁)	40 µg	Sin especificar
Riboflavina (B ₂)	60 µg	Sin especificar
Nicotinamida	250 µg	Sin especificar
Piridoxina (B ₆)	45 µg	Sin especificar
Acido fólico	4 µg	Sin especificar
Acido Pantoténico	300 µg	Sin especificar
Cianocobalamina (B ₁₂)	0,15 µg	Sin especificar
Vitamina K	4 µg	Sin especificar
Biotina (H)	1,5 µg	Sin especificar
Vitamina E (α - Tocoferol)	0,7 U.I./g	Sin especificar
Minerales:		
Sodio	20 mg	85 mg
Potasio	80 mg	Sin especificar
Cloro	55 mg	Sin especificar
Calcio	90 mg	Sin especificar
Fósforo	60 mg	Sin especificar
Magnesio	6 mg	Sin especificar
Hierro	1 mg	2 mg
Yodo	5 µg	Sin especificar
Zinc	0,5 mg	Sin especificar
Otros:		
Acido Linoleico (en forma de glicérido)	300 mg/100 kcal	Sin especificar
Grasas	3 g/100 kcal	6 g/kcal
Proteínas	3,0 g/100 kcal	5,5g/ 100 kcal

NOTA: Además de las vitaminas y minerales señalados, pueden añadirse otros nutrimentos, cuando sean necesarios para asegurar que el producto sea idóneo para formar parte de un plan de alimentación mixta, destinado a ser utilizado a partir del sexto mes de edad. La utilidad de estos nutrimentos debe demostrarse científicamente. Cuando se preparen de acuerdo con las instrucciones de empleo, 100 mL del producto listo para el consumo debe proporcionar no menos de 60 kcal (o 250 kJ) y no más de 85 kcal (o 355 kJ).

5. Uso de Aditivos en las fórmulas para lactante y de continuación

El uso de aditivos en las fórmulas es básicamente para cubrir dos aspectos:

1. Facilitar el proceso de fabricación o hacer que se lleve a cabo correctamente, en el caso de las fórmulas infantiles influyen dos tipos de aditivos: Emulsificantes y minerales.
2. Mejorar la calidad del producto terminado, de las siguientes maneras:
 - Haciéndolo similar en nutrimentos a la leche materna (vitaminas y minerales).
 - Mejorando características nutrimentales que no son intrínsecas de la leche natural (nutraceúticos).
 - Cambiando el perfil sensorial para la aceptación del consumidor (saborizantes).

PROPIEDADES NUTRICIONALES

5.1 Aditivos nutricionales

Del mismo modo que ocurre con los macronutrientes, las vitaminas y minerales también se requieren en dosis más elevadas en el primer año del infante comparado a cualquier otra época de la vida. En función de esto, se presentan aumentados los niveles de dichos nutrimentos en las fórmulas, al tener en cuenta que las vitaminas se degradan durante el proceso de fabricación y que el aprovechamiento digestivo es menor para los minerales.

Estos aditivos, son los que hacen que nutricionalmente sean parecidas las fórmulas a la leche materna, pues no sólo se trata de mezclar grasa, proteínas, hidratos de carbono y agua; en realidad los microingredientes juegan un papel muy importante, pues un correcto desempeño del organismo depende de que no exista carencia de ningún nutrimento.

5.1.1 Vitaminas

Las vitaminas presentes en una fórmula láctea son todas las que contiene la leche materna, por lo que se deben conocer las funciones, deficiencias e ingesta diaria recomendada para cada una de ellas (Tabla 6).

Las vitaminas se dividen en hidrosolubles y liposolubles, en base a esta clasificación se hacen premezclas para agregarse a las fórmulas lácteas durante el proceso de mezclado.

Las premezclas vitamínicas deben de sobredosificar la concentración de estos micronutrientes, ya que durante el proceso de fabricación de las fórmulas son sometidas a tratamiento térmico, primero la pasteurización y después el secado por aspersión, por lo que las vitaminas son disminuidas notablemente, por ello la sobredosificación pues se debe de cumplir con los parámetros de especificación en el producto terminado de acuerdo a la norma oficial.

La vitamina C es la que sufre la mayor inestabilidad a procesos térmicos, por lo cual se debe agregar como ingrediente final de la mezcla láctea justo antes de empezar el proceso de acondicionamiento para secar el producto.

La vitamina E (mezcla de tocoferoles) se maneja como antioxidante en el caso de tener las cantidades presentadas en la NOM-131-SSA1-1995, además presenta sinergia con el ácido ascórbico. En la mezcla, el ascorbato actúa en la parte hidrosoluble como agente quelante y el alfa-tocoferol como inhibidor de radicales libres en la parte liposoluble, dando lugar a un efecto antioxidante completo.

Tabla 6. Funciones, deficiencia en ingesta diaria recomendada para las vitaminas que contiene la leche materna. (Mataix, 2005)

Vitamina	Funciones	Deficiencia	Ingesta diaria recomendada
Vitamina A (retinol)	• Visión nocturna • D i f e r e n c i a c i ó n celular/proliferación celular • Esencial para el desarrollo del embrión • Respuesta inmunitaria • Crecimiento • Gusto, audición apetito	• Disminución del crecimiento • Ceguera nocturna • Aumento en la presión del líquido cefalorraquídeo • Malformación ósea • Degeneración nerviosa • Incapacidad permanente para el aprendizaje • Xeroftalmía. (problema de salud pública)	0-6 meses 400µg Lactancia 180 equivalentes de retinol 1 equiv de retinol= 1µg de retinol o 6 µg de βcaroteno • Toxicidad Aguda: 20 veces superiores a las necesidades de los niños. Crónica: periodo largo, toma de 10 veces la recomendación por meses o años Daño renal y hepático
Vitamina D	• Aumenta la biodisponibilidad de Ca y P para mineralización del hueso. • Mantenimiento de concentraciones extracelulares de Ca y P • Hematopoyesis • Secreción endócrina • Mantenimiento de la mucosa intestinal	• En niños Raquitismo: detención del crecimiento, deformación de los huesos largos • Daño en el hígado: no expuestos al sol, herencia genética • Raquitismo	0-12 meses 5µg Niños ≤6 meses 300UI 10µg de colecalciferol= 400 UI de vitamina D OMS 1950 1UI= 0.025mg D3 • Toxicidad

	• Maduración de colágeno		Exceso se almacena en tejido adiposo y músculo
Vitamina E (Tocoferoles)	• Protección contra agentes oxidantes • Reducción del cáncer pulmonar y mama (presente en la dieta no suplementos) • Protegen AGPI, ac. nucleicos, proteínas • Protección del SNC (niños prematuros) y retina frente a la oxidación	• Función motriz (equilibrio, coordinación) • Disminución en la capacidad visual • Niños: afecta el desarrollo cognoscitivo y motor • Cáncer, arterosclerosis	0-6 meses 4mg • Toxicidad Poca toxicidad: superior a 1200mg, interfiere en la absorción de vitamina A y vitamina K
Vitamina K	• Síntesis de formas activas de protrombina, factores VII, IX y X. • Proteínas dependientes de la vitamina K en hueso	• Problemas de coagulación sanguínea, salud ósea. • Recién nacidos: el aparato digestivo es estéril, no hay flora bacteriana, poca transformación de vitamina K a formas activas	0-6 meses 5µg • Toxicidad En adultos no se conoce Hepatotoxicidad en niños
Vitamina C Ácido ascórbico	• Cofactor de enzimas: Síntesis de colágeno • Síntesis de carnitina • Síntesis de hormonas • Metabolismo de tirosina • Antioxidante permite interacción Fe y ferritina • Mantiene el Fe en forma reducida (permite su absorción) • Evita la oxidación de LDL	• Escorbuto • Debilita vasos sanguíneos • Esquimosis y petequias (puntos rojos en la piel) • Hemorragia de encías, conjuntiva y articulaciones • Fatiga, letargia	0-6 meses 40mg • Toxicidad Escasa Pacientes con sobrecarga de Fe Formación de oxalatos (cálculos)
Vitamina B1	• Cofactor • Participa en la generación de energía • Descarboxilación oxidativa • Transcetolación (vía de pentosas fosfato)	• Beri - Berí • Síntomas derivados por falta de energía • Sistema nervioso muy vulnerable • Afecta al sistema cardiovascular • Pérdida de control muscular	0-6 meses 0.2mg
Vitamina B2	• Coenzima en la síntesis de energía	• Alteración de las mucosas sobre todo en lengua y labios	0-6 meses 0.3mg
Vitamina B3	• Coenzima en la síntesis de energía	• Severa deficiencia, causa pelagra. (Muy rara su deficiencia)	0-6 meses 2mg

Vitamina B6	Metabolismo de aminoácidos y ácidos grasos.	Retraso de crecimiento, convulsiones, anemias y neuropatías periféricas.	0-6 meses 0.1mg
Vitamina B9 Ácido Fólico	- Síntesis de ADN - Metabolismo de aminoácidos - Conversión de homocisteína a metionina - Maduración del SNC	- No hay desarrollo de SNC - Anemia megaloblástica - Disminuye velocidad de crecimiento de los niños	0-6 meses 55µg
Vitamina B12	- Síntesis de ADN - Participa en el metabolismo de ácido fólico.	Anemia megaloblástica	0-6 meses 0.4µg

5.1.2 Minerales

Los minerales presentes en una fórmula láctea son todos los que contiene la leche materna, por lo que se deben conocer las funciones, deficiencias e ingesta diaria recomendada para cada una de ellas (Tabla 7).

La leche materna permite una magnífica absorción de los minerales, por ejemplo el calcio y el hierro (presentan alrededor del 70% de absorción), en las fórmulas lácteas se busca una de las fuentes con mayor biodisponibilidad como pueden ser citratos para el calcio y sulfatos para el hierro, dando porcentajes de alrededor del 55% al 60% de absorción.

Tabla 7. Funciones, deficiencia e ingesta diaria recomendada para los minerales que contiene la leche materna. (Mataix, 2005)

Mineral	Funciones	Deficiencia	Ingesta diaria recomendada
Calcio	- Construcción de huesos y dentadura fuerte. - Transmisión nerviosa y contracción muscular.	- Raquitismo - Caries dental - Osteoporosis	0-6 meses 210 mg
Zinc	- Relacionado como cofactor de muchas enzimas - Interviene en el desarrollo y	- Retraso en la maduración sexual - Retraso de crecimiento - Cicatrización lenta.	0-6 meses 2 mg

	- crecimiento de órganos sexuales. - Para el funcionamiento normal de gusto y olfato. - Sistema inmune		
Cobre	- Formación de hemoglobina - Cofactor en la cadena respiratoria - Favorece la utilización de hierro	- Diarrea - Debilidad general - Malformaciones	0-6 meses 20mg
Fósforo	- Constituyente de huesos y dientes - Regulador de pH - Parte de ácidos nucleicos - Almacenamiento y utilización de energía.	- Desordenes nerviosos - Malformaciones óseas	0-6 meses 100mg
Hierro	- Formación de hemoglobina - Citocromos	- Anemia ferropénica - Problemas respiratorios	0-6 meses 0.27 mg
Manganeso	- Metabolismo de grasas y carbohidratos - Producción de hormonas sexuales - Necesario para la utilización de vitamina E	- Alteración de la motilidad - Perdida de audición	0-6 meses 0.003 mg
Selenio	- Antioxidante celular - Metabolismo de lípidos - Mecanismos de inmunidad	Alteración de las mucosas sobre todo en lengua y labios (Muy rara su deficiencia)	0-6 meses 15 mcg
Yodo	Formación de hormonas tiroideas	Falla en hormonas tiroideas.	0-6 meses 110mcg

Magnesio	• Constituyente de huesos y dientes • Mantiene equilibrio acido-base e hídrico-salino • Impulso nervioso • Mantenimiento y funcionamiento músculo cardiaco.	• Disfunción muscular • Perdida de control muscular.	0-6 meses 30mg
Sodio	• Mantiene equilibrio acido-base e hídrico-salino • Necesario para transmisión y generación de impulso nervioso	• No hay deficiencias reportadas de este nutrimento.	0-6 meses 250mg
Potasio	• Mantiene equilibrio acido-base e hídrico-salino • Necesario para transmisión y generación de impulso nervioso.	• No hay deficiencias reportadas de este nutrimento.	0-6 meses 700mg
Cloro	• Mantiene equilibrio acido-base e hídrico-salino.	• No hay deficiencias reportadas de este nutrimento.	0-6 meses No esta reportado en la literatura.

5.2 Aditivos nutraceuticos

Los aditivos nutraceuticos son muy importantes, ya que de ellos depende que existan diferencias entre las fórmulas comerciales. Estos proporcionan beneficios a nivel del organismo del lactante, mejorando el proceso de nutrición del infante.

A continuación se expondrán algunos de los aditivos (Qué son y sus funciones básicas) que se pueden utilizar para enriquecer las fórmulas lácteas para obtener un mejor producto, que sea capaz de soportar sus beneficios en investigación y hacerse más competitivo dentro del mercado.

5.2.1 Proteínas de suero de leche

Esta fracción proteínica es mayor en la leche de humano que en la leche de vaca, casi el doble, estas proteínas al ser degradadas dentro del organismo producen péptidos bioactivos, que son fracciones de proteína que tiene alguna función biológica de gran importancia dentro del organismo, como son: antihipertensivo, inmunoregulador, antimicrobiano, antitrombótico, transportador de minerales y mejorar la absorción de minerales.(Smacchi y Gobetti, 2000)

Como materia prima para las fórmulas lácteas se utiliza suero concentrado en proteína, obteniendo una relación de 60% caseínas y 40% de proteínas de suero, que es igual al perfil proteínico de la leche materna.

La mayor ventaja de las proteínas de suero es que tienen alfa-lactoalbúmina y beta lactoglobulina, que son precursoras de péptidos inmunoreguladores, lo que aumenta y fortalece las defensas de los lactantes, haciéndolas semejantes a la leche materna (Meisel,2000 y Schanbacher,1999).

5.2.2 Colina

Es un compuesto orgánico clasificado como un nutrimento esencial, generalmente agrupado con las vitaminas del complejo B, esta amina se encuentra naturalmente en los lípidos para generar membranas celulares y en el neurotransmisor acetilcolina.

Los metabolitos de colina se necesitan para tres propósitos fisiológicos: integridad estructural y señalización para las membranas celulares, neurotransmisión colinérgica y como la fuente principal de grupos metilo para las vías metabólicas (Sthelin, 1996).

El cloruro y el bitartrato de colina, se utilizan para la fortificación de fórmulas infantiles (Fennema, 1995).

5.2.3 Inositol

Este no es considerado como una vitamina, ya que el organismo la puede sintetizar; Es un poliol cíclico que juega un papel importante como la estructura base de para un gran número de mensajeros secundarios en células eucarióticas. Se puede encontrar en cereales y algunas frutas (Vucenik y Shamsuddin, 2003).

5.2.4 Luteína

Es un derivado dihidroxilado del α -caroteno. Debido a que los animales no producen luteína, se incluye dentro de los complementos alimentarios como antioxidante, junto con la zeaxantina se

encuentran en la mácula ocular, sin embargo, estos compuestos no son transformados en retinol. Se le relaciona con la reducción de la degeneración de la mácula ocular, teniendo como efecto una mejor visión y evita la progresión de las cataratas (Jewell, et.al., 2004)

5.2.5 Nucleótidos

Alrededor del 20% de nitrógeno no proteínico en la leche es parte de los nucleótidos. Las formulas no fortificadas basadas en la leche de vaca tiene un bajo contenido de nucleótidos, a pesar de que el cuerpo humano puede sintetizarlos, los infantes que no son amamantados necesitan recibir una cantidad extra de nucleótidos para el rápido crecimiento de sus cuerpos.

Los acido nucleicos, tanto DNA como RNA consisten en polímeros de nucleótidos. Los nucleótidos están unidos covalentemente por el carbón 3' y una pentosa fosfato en el carbón 5'. Estos forman las cadenas de doble hélice y cumplen las funciones de almacenamiento y transporte de información genética. En general se agregan como premezclas de nucleótidos en la parte hidrofílica de la mezcla.

Estudios han demostrado que los infantes que han recibido una alimentación con nucleótidos muestran: mejor respuesta inmune, menor incidencia de diarrea y crecimiento de flora bacteriana benéfica (<http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/N/Nucleotides.html>., 2007)

5.2.6 PUFAS (Ácidos Grasos Poliinsaturados)

Son cadenas largas de ácidos grasos que contienen dos o más insaturaciones. Estos se empezaron a estudiar ya que tienen aplicaciones terapéuticas y en alimentos nutraceuticos. Se producen comercialmente de semillas y algunas fuentes marinas.

Los PUFAS se agrupan en dos series basados en la posición del doble enlace terminal, pudiendo ser 3C o 6C; por ejemplo:3-Series PUFA: Acido linoleico (LA), ácido alfa - linoleico (ALA) y 6-Series PUFA: Ácidos gamma linoleico (GLA), ácido araquidónico (AA), ácido eicosapentanoico (EPA), ácido docohexaenoico (DHA).

Están involucrados en funciones como formación de membranas, fase de transmisión y permeabilidad de estas, transporte de proteínas, función de la ATPasa, además pueden regular la expresión de algunos genes incluyendo la síntesis de ácidos grasos, síntesis de óxido nítrico y el canal de sodio para proteínas, también están involucrados en respuestas inmunes y

adaptación al frío, e implicados en patologías como enfermedades cardiovasculares. (http://lansbury.bwh.harvard.edu/polyunsaturated_fatty_acids.html, 2001).

5.2.7 Taurina

La taurina es un aminoácido que contiene azufre, derivado de la cistina/cisteína encontrado en grandes concentraciones en el desarrollo del cerebro.

Los roles fisiológicos de la taurina aun están siendo estudiados, sin embargo recientemente se ha dicho que es importante para el crecimiento, ayuda a la maduración del sistema auditivo, visual y sistema nervioso, mejora la absorción de grasas

Los bebés prematuros que tiene escasez de enzimas, necesitan convertir cistationina en cisteína por lo que tal vez se encuentren deficientes en taurina, ya que es un nutrimento esencial en estos individuos y es agregado en formulas infantiles como medida precautoria.

También existe evidencia de que reduce la presión sanguínea, como inhibidor de neurotransmisión, estabilización de membranas y la homeostasis de calcio; por ello es necesario conocer bien los límites de aplicación (Bouckenooghe, 2006).

PROPIEDADES FUNCIONALES

5.3 Modificadores de pH

Los minerales tienen como función principal ser cofactores en las diversas reacciones del organismo, sin embargo son de gran importancia durante el proceso de elaboración de las fórmulas ya que alteran los siguientes factores:

- **pH:** Es el factor más importante; ya que para que el proceso se lleve adecuadamente necesitamos valores de pH de 6.5 a 7.0, en caso de ser mayor a 7.0 se presentan problemas de oscurecimiento por reacciones de Maillard y cuando el pH es menor de 6.5 hay problemas de estabilidad al calor.

Las sales que incrementan el pH son: *Carbonato* de calcio (CaCO_3); *hidróxido* de potasio (KOH), de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), de sodio (NaOH); *Citrato* de sodio, de potasio; *Bicarbonato* de sodio (Na_2CO_3), de potasio; *fosfato* de sodio dibásico ($\text{HNa}_2\text{O}_4\text{P}$), de sodio tribásico .

Las sales que reducen pH son: *Cloruro* de calcio (CaCl_2), de Magnesio (MgCl_2), de Potasio (KCl); *fosfatos* de sodio dihidrogenado (NaH_2PO_4).

- **Estabilidad al calor:** En caso de no ser estables desestabilizan la emulsión.

Las sales que reducen la estabilidad al calor son: *Cloruros* de calcio y magnesio.

Las sales que incrementan la estabilidad al calor son: *Ácido cítrico* y sus sales (sodio y potasio) y las sales de *fosfato*.

- **Sedimentación de sales:** Es un problema de proceso, ya que hay pérdida de minerales en los tanques y filtros, además puede ser un defecto en las mamilas presentando sedimentos.

Las sales que precipitan, debido a que solo son parcialmente solubles en soluciones acuosas son: *Fosfato* de calcio y magnesio; *Carbonato* de calcio y magnesio y *citrato* de calcio y magnesio

- **Perfil sensorial:** El sabor se ve afectado por minerales que proveen resabio a leche de magnesio o yesoso,

Causado por: *Carbonatos* de calcio y magnesio

- **Oxidación lipídica:** La oxidación de la parte grasa de la mezcla se ve afectada por los minerales divalentes,

Los agentes prooxidantes son: *Zinc, cobre, manganeso y hierro*.

5.4 Emulsificantes

El proceso de manufactura de la fórmula láctea de primera etapa es igual a la elaboración de una emulsión de aceite en agua, ya que las materias primas serán leche seca en polvo descremada, lactosa, maltodextrina una premezcla de vitaminas liposolubles en grasa, una premezcla de vitaminas hidrosolubles en agua, el suero concentrado en proteína que se debe reconstituir y la gran cantidad de minerales que se utilizarán.

En la parte grasa hay una serie de vitaminas que están sobredosificadas, de 2 a 3 veces la concentración requerida en el producto final, además en esta parte se incorporarán cualquier otra grasa para ajustar la concentración final de lípidos. En esta fase se adicionan monoglicéridos destilados y de lecitina de soya, como agentes emulsificantes, dando lugar a una mezcla homogénea, evitando la separación de fases y proporcionando estabilidad durante

el mezclado del producto, para que durante el evaporado y el secado la composición del producto final sea la misma.

Se ha probado que su uso al 1% en producto final es adecuado para tener buenos resultados en proceso, además de realizar las pruebas de control de calidad adecuadas para garantizar la calidad de la lecitina, y que no existan variaciones entre fabricaciones, es una de las causas por las cuales se le conoce como el emulsificante universal.

Es muy importante considerar el perfil de ácidos grasos como parte de control de calidad de la lecitina de soya, pues de este depende que las condiciones y tiempos de mezclado sean adecuados, evitándonos pérdidas de producto y retrasos en el proceso.

5.5 Saborizantes

El sabor es una característica sensorial muy importante en este tipo de productos (fórmulas de continuación), ya que de esto depende que el infante se tome el producto, pues los individuos comienzan a forjar sus preferencias, a pesar de estar familiarizados con el sabor de la leche. El ser agradable a su paladar, dará como resultado la ingesta necesaria de la fórmula y entonces tener los nutrimentos recomendados por un pediatra.

Este aditivo tiene mayor impacto en formulaciones de soya, ya que éstas confieren un resabio amargo al producto, por lo tanto para enmascarar estas notas desagradables, lo más común son los sabores de vainilla, que son muy potentes y de sabor agradable para los niños.

Se tienen que considerar los límites solo en los aditivos sintéticos, ya que los extractos naturales se permiten bajo buenas prácticas de manufactura, esto también permite llegar a cualquier sabor frutal deseado, pudiendo darles mayor opción a los consumidores para satisfacer sus necesidades.

6. Conclusiones

La lactancia es la etapa más importante de desarrollo y crecimiento del ser humano, por ello se debe dar mucha importancia a la alimentación de los lactantes, donde la leche natural dada mediante el seno materno es la ideal para satisfacer todos los requerimientos nutricionales y psicológicos, que necesita el bebé, sin embargo en ocasiones se encuentran factores adversos que impiden este proceso natural, y es aquí donde se encuentran posicionadas las fórmulas lácteas que son una alternativa para este problema, intentando parecerse lo más posible a la leche del seno materno e incluso abriendo a sectores con problemas específicos como intolerancia a la lactosa o problemas gastrointestinales, por ello resulta un sector del mercado en constante evolución y crecimiento.

El uso de aditivos y especificaciones nutrimentales esta perfectamente regulado por la Norma Oficial Mexicana (NOM-131-SSA1-1995), lo que permite a los investigadores establecer fórmulas de acuerdo a las necesidades de los lactantes, dando lugar a matrices alimentarias balanceadas y en algunos casos con ingredientes nutraceuticos que proveen algún beneficio al bebé o lo hacen para sectores específicos.

La adición de vitaminas y minerales es sobredosificada, en el primer caso por el hecho de que estas pierden su bioactividad durante procesos térmicos y en el segundo porque estos no tienen la misma biodisponibilidad que se presenta en la leche materna.

Los emulsificantes son un aditivo básico para el proceso de la elaboración de las fórmulas para lactantes, ya que permite la homogeneización correcta de ambas fases y durante el secado del producto existe una dispersión uniforme.

El sabor que es la característica sensorial más importante en productos dirigidos a infantes (niños de 1 – 3 años) que tienden a ser francos en sus opiniones y gustos, por ello se debe garantizar un sabor agradable en el producto para poder tener un buen consumo.

A pesar de los intentos por hacer más parecidas las fórmulas a la leche materna, jamás se igualaran los factores emocionales de la forma natural de alimentación de los infantes; por ello no se debe de olvidar que es una alternativa, un apoyo o suplemento, pero el seno materno siempre es mejor.

En conclusión el uso de aditivos en las fórmulas lácteas y de continuación, las hace una alternativa competitiva para la nutrición de los lactantes, y que sin ellos no se podría lograr jamás productos similares a los que se tienen hoy en día, pues no se trata de leche seca descremada, sino de una matriz alimentaria compleja y balanceada capaz de dar el aporte energético y de nutrimentos indispensables para un funcionamiento correcto del organismo, aun más pensando que es la etapa de desarrollo más importante del ser humano.

7. Bibliografía

Bouckenooghe T., Remacle, C. y Reusens, B., Is taurine a functional nutrient?. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 9(6):728-733. 2006

Carreño H. Memorias y apuntes de diplomado de Aditivos alimentarios 2007. Educación continua "Sede Tacuba". Facultad de Química.UNAM. Noviembre 2007

DOF. Ley General de Salud. Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios. Primera sección. Publicado el 17 de julio de 2006

Feldman E.B. Principios de Nutrición clínica. Editorial El Manual moderno. México D.F. 1990

Fennema O.R. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza España. 1995

http://lansbury.bwh.harvard.edu/polyunsaturated_fatty_acids.html. Última actualización 15 de mayo de 2001.

<http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/N/Nucleotides.html>. Actualizado por última vez el 14 de diciembre de 2007.

Jewell, V. C., Mayes, C. B. D., Tubman, T. R. J., Northrop- Clewes, C. A., Thurnham, D. I., A comparison of lutein and zeaxanthin concentrations in formula and human milk samples from Northern Ireland mothers; European Journal of Clinical Nutrition, 58 (1); 90-97. 2004

Mataix V. J. Nutrición para Educadores. Editorial Fundación Universitaria Iberoamericana. 2da edición. Madrid, España. 2005

Meisel H. y Bockelmann W. Bioactive peptides encrypted in milk proteins: proteolytic activation and tropho-functional properties. Journal of Dairy products (76); 207-215. 1999

Schanbacher F.L., Talhouk R.S. y Murray F.A.Biology and origin of bioactive peptides in milk. Livestock production science (50), 105-123. 1999

Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA2-1993, Control de la nutrición, crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente. Criterios y procedimientos para la prestación del servicio. 1993

Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. 1995

Smacchi E. y Gobbetti M. Bioactive peptides in dairy products: synthesis and interaction with proteolytic enzymes. Food Microbiology (17); 129-141. 2000

Stehlin I.B. Infant Formula: Second Best but Good Enough, Consumers magazine, U.S. Food and Drug Administration. 1996

Vucenik I. y Shamsuddin A.M. Cancer inhibition by inositol hexaphosphate (IP6) and inositol: from laboratory to clinic. Journal of Nutrition. 133(11);3778-3784. 2003

Walstra P. y Jenness R. Dairy chemistry and physics, (1); 107. 1984