

**Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con
micronutrientes: Una alternativa para la alimentación infantil**

**Proyecto como requisito para optar al título de Especialista en
Alimentación y Nutrición**

María Victoria Álvarez Henao

Sandra Irene Serna García

María Eugenia Villada Ramírez

Asesora

Beatriz Estela López Marín

Nutricionista Dietista

Magister en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias

Corporación Universitaria Lasallista

Ingeniería de Alimentos

Especialización en Alimentación y nutrición

Caldas, Antioquia

2012

CONTENIDO

INTRODUCCION	6
1. ALIMENTACION INFANTIL.....	9
1.1 Recomendaciones nutricionales para niños de 1 a 3 años.....	12
1.2 Alimentos preferidos por infantes	13
2. LAS PAPILLAS.....	15
2.1 ELABORACION DE PAPILLAS	15
2.1.1 Ingredientes utilizados en la elaboración de papillas.....	16
2.1.2 Equipos para el desarrollo de papillas.....	20
2.1.3 Mezclado.....	22
2.1.4 Equipos de Mezclado.....	26
2.1.5 Factores que influyen en el mezclado de polvos	27
2.1.6 Calidad de Muestra	28
3. FORTIFICACION CON VITAMINAS Y MINERALES.....	29
3.1 DEFICIENCIAS DE VITAMINAS Y MINERALES.....	29
3.1.1 Importancia de las vitaminas y minerales en la nutrición y salud de la población infantil	31
3.2 COMPUESTOS PARA FORTIFICAR.....	36
3.2.1 Minerales Aminoquelados.....	40
3.2.2 Sensibilidad de las vitaminas a los tratamientos térmicos	41
3.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES.....	41
3.3.1 Análisis de vitaminas	42
3.3.2 Análisis de minerales	45
3.4 EMPAQUES	45
3.4.1 Conservación de alimentos.....	46
3.4.2 Tipos de películas	46
4. CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFIA	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modelo para alimentación de niños de 1-3 años	11
Tabla 2. Recomendaciones nutricionales para niños de 1 a 3 años.....	12
Tabla 3. Materias primas empleadas para la elaboración de papilla	17
Tabla 4. Equipos para elaboración de papillas, ventajas y desventajas.....	20
Tabla 5. Compuestos para fortificar, ventajas y desventajas	36
Tabla 6. Sensibilidad de vitaminas frente a diferentes factores	41
Tabla 7. Métodos de análisis para vitaminas	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Movimiento convectivo.....	25
Figura 2. Mezclado por difusión.....	25

RESUMEN

Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con micronutrientes: Una alternativa para la alimentación infantil

Actualmente se ha visto la necesidad de hacer estudios sobre la adición de micronutrientes en alimentos infantiles, porque se han informado casos de mortalidad de niños causada por malnutrición, necesidades que pueden ser suplidas con alimentos fortificados; es por ello que este trabajo aporta un detallado contenido teórico sobre, la alimentación infantil, requerimientos nutricionales de los niños; la situación actual de Colombia, importancia de las vitaminas y los minerales deficitarios en la población colombiana.

El trabajo se ha orientado principalmente para una población infantil de 12 a 36 meses. Según sus gustos y preferencias se encontró que la papilla es un alimento ideal para estos niños, por lo que se brinda información para la elaboración de papillas para niños de estas edades, diferentes materias primas y equipos empleados en su fabricación; compuestos utilizados para la fortificación de alimentos, técnicas analíticas para cuantificar vitaminas y minerales y sobre algunos empaques que se usan para contener y proteger este tipo de productos.

ABSTRACT

Instant rice porridge for children 12 to 36 months fortified with micronutrients: An alternative for infant

Today has seen the need for studies on the addition of micronutrients in baby food, because there have been reports of deaths of children caused by malnutrition, needs that can be met with fortified foods, which is why this work provides a detailed content theoretical, infant, children's nutritional requirements, the current situation in Colombia, importance of vitamins and minerals deficient in the Colombian population.

The work has been directed mainly to a child population of 12 to 36 months. Depending on your tastes and preferences found that porridge is an ideal food for these children, so that provides information for making porridge for children of these ages, different raw materials and equipment used in their manufacture; compounds used for fortification food, analytical techniques to quantify vitamins and minerals and on some packaging used to contain and protect such products.

INTRODUCCION

Según la OMS, “más de la mitad de las muertes de niños es causada por malnutrición, enfermedad provocada por la depleción de nutrientes, esta se asocia con el incremento de la morbi-mortalidad”^{1,2}, se presentan alteraciones del crecimiento y desarrollo cognitivo, afectando el estado de salud y rendimiento cuando son adultos³. Por ejemplo, la deficiencia de vitamina A, está asociada con la diarrea severa, deficiencia en la respuesta inmune y alteraciones en el crecimiento celular, su deficiencia severa es responsable de la ceguera nocturna y en casos más extremos de acerosis corneal y ulceraciones⁴. La deficiencia de hierro, es la causa en la mayoría de los casos de anemia, afecta la función y estructura gastrointestinal y disminuye la respuesta inmunológica, lo que lleva a un aumento de las infecciones y altera la función neurológica física (bajo rendimiento escolar, fatiga crónica); la deficiencia de ácido fólico, está asociada a la anemia macrocítica y a patologías como malformaciones congénitas, cáncer y enfermedad cardiovascular; la deficiencia de la vitamina B12, produce anemia perniciosa, desconcentración y fallas de memoria, y depresión⁵, la deficiencia de zinc afecta el desarrollo cognitivo cerebral y sexual⁶. Y la deficiencia de Calcio provoca deformaciones en la estructura ósea del niño, afecta la contracción muscular, la coagulación sanguínea y el transporte de oxígeno⁷.

Actualmente se sabe que algunos niños menores de 5 años pueden presentar algún problema de índole nutricional; al 2006 se estimó que 9.5 millones de niños en el mundo, murieron antes de cumplir los cinco años y según la OMS⁸, dos tercios de estas muertes

¹ OMS. Informes Técnicos 916, dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra. 2003. [en línea] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ac911s/ac911s00.pdf>.

² CERECEDA FERNANDEZ, C. et al. Detección de malnutrición al ingreso en el hospital. En: *Nutrición Hospitalaria*, Vol.18; (2003); p. 95-100.

³ DAZA, Carlos Hernán. Nutrición infantil y rendimiento escolar. En: *Colombia Médica*. Vol. 28, No. 2 (ago. 1997); p. 92-98.

⁴ CARVAJAL FERNANDEZ. Damaris, ALFARO CALVO Thelma, MONGE-ROJAS, Rafael. Deficiencia de Vitamina A en Niños Preescolares: ¿Un Problema reemergente en Costa Rica?. En: *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol. 53, No. 3 (sep. 2003); p. 267-270.

⁵ SUAREZ, Teresa. et al. Deficiencias de hierro, ácido fólico y vitamina B12 en relación a anemia, en adolescentes de una zona con alta incidencia de malformaciones congénitas en Venezuela. En: *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol 55, No.2 (jun. 2005); p.118-123.

⁶ SALGUEIRO. Jimena, et al. Deficiencia de zinc en relación con el desarrollo intelectual y sexual. En: *Revista Cubana de Salud Pública*. Vol. 30, No. 2 (2004).

⁷ FAO. Necesidades nutricionales, 2010 [en línea]. <<http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>> [Citado el 08 de Diciembre de 2012].

⁸ OMS. Op. Cit.

ocurrieron durante el primer año de vida por una inadecuada alimentación⁹. Estas muertes son causadas por diarreas, enfermedades respiratorias agudas, paludismo o sarampión, afecciones todas ellas prevenibles o tratables con una buena nutrición¹⁰.

Colombia vive actualmente una transición demográfica y nutricional, debido a que su población presenta problemas por déficit o exceso de peso en los diferentes grupos etarios¹¹. Uno de los grupos poblacionales con mayor riesgo de desnutrición son los niños menores de seis años¹²; presentándose en ellos retraso del crecimiento, en especial en aquellos de nivel 1 y 2 del sisben¹³, esta situación es un factor de riesgo grave para que esta futura población padezca de enfermedades crónicas no transmisibles, como diabetes, hipertensión arterial, dislipidemias entre otras¹⁴. Además se encuentra, deficiencias en la ingesta de vitamina A, vitamina B12, hierro y zinc¹⁵, presentados por bajo consumo de algunos alimentos. Uno de cada 6 niños de 1-4 años presenta anemia en mayor proporción en población rural y en la clasificada como 1 y 2 del sisben¹⁶. Uno de cada 4 niños de 1-4 años presenta deficiencia de vitamina A y cerca de 1 de cada 2 en este grupo de edad presenta niveles bajos de zinc, situación que es considerada como un problema severo de salud pública según la OMS¹⁷.

Entre las principales causas de la malnutrición están: la dificultad de acceder a alimentos¹⁸ fuentes de estos micronutrientes por su alto costo como son la carne, leche y sus derivados,

⁹ CRUZ AGUDO, Yasmína, et al. Lactancia materna, alimentación complementaria y malnutrición infantil en los Andes de Bolivia. En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 60, No. 1 (mar. 2010); p.7-14.

¹⁰ RICE, Amy et al. Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. En: Bulletin of the World Health Organization, Vol. 78, No. 10 (2000); p. 1207-1221.

¹¹ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF. ENSIN: Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá, 2010, 513p.

¹² COLOMBIA. ICBF, MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Guías Alimentarias Para La Población Colombiana. Alimentación Saludable Para Todos. Bogotá, 2011.

¹³ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF. Op.cit.

¹⁴ ANGELA, M. y F. Yañez. Obesidad y síndrome metabólico en niños: Prevalencia y Fisiopatología. En: Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo. Vol. 5, No. 2 (jun. 2007); p. 31-32.

¹⁵ PEREZ SUAREZ, Salomón. Biofortificación y seguridad alimentaria y nutricional en Colombia. Un análisis de políticas. Cali - Colombia: Centro internacional de Agricultura Tropical, 2010

¹⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF, Op. Cit.

¹⁷ OMS. Op. Cit.

¹⁸ RICE. Op. Cit.

las frutas y las verduras; y el nivel de escolaridad por parte de los adultos encargados del cuidado de este grupo poblacional¹⁹. Por lo tanto entidades gubernamentales e industrias de alimentos han diseñado estrategias para combatir dicho problema. El gobierno ha implementado como estrategia de salud pública y a través del ICBF y las entidades territoriales, la intervención con alimentos fortificados como es el caso de la bienestarina²⁰ que se distribuye a todos los niños del país a través del programa de cero a siempre, el programa de alimentación escolar (PAE) y desayunos con amor (DIA), en el cuál se fortifican leche, galletas y otros cereales, con ácido fólico, hierro y zinc. Los programas departamentales y municipales también tienen sus propios alimentos fortificados, es el caso del departamento de Antioquia con su leche en polvo MANA fortificada con vitaminas A, C, D3, E, H, K1, B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12 e Inositol y minerales como el hierro, zinc, yodo, calcio, fósforo y magnesio²¹. Otro eje temático de gran importancia dentro de estos programas, es la capacitación y educación en alimentación infantil, dirigida a personas que tienen que ver con el desarrollo de estos niños. La industria alimenticia contribuye a través de alimentos y preparados infantiles fortificados; la desventaja es que son costosos y no están al alcance de las familias que más los necesitan.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un estudio exploratorio sobre la elaboración de una papilla fortificada para niños de 12 a 36 meses como alternativa de alimentación infantil; se hace énfasis en temas cómo la alimentación infantil, requerimientos nutricionales de los niños; la situación actual de Colombia, importancia de las vitaminas y los minerales deficitarios en la población colombiana; forma de elaboración de papillas para la población infantil, materias primas y equipos empleados en su fabricación; compuestos utilizados para la fortificación de alimentos y técnicas analíticas para cuantificar vitaminas y minerales.

¹⁹ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Tomo 3: Nutrición Humana en el Estado de Salud. En: Gil Hernández, Á. Tratado de nutrición. 2° ed. 2010.

²⁰ ICBF. Bienestarina. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bogotá D.C. 2008.

²¹ ANTIOQUIA. MANA. Manual para la atención integral de los niños y niñas con desnutrición: tablas. Medellín, Colombia. 2009.

1. ALIMENTACION INFANTIL

La alimentación es una acción compleja regulada por mecanismos fisiológicos y psicológicos, siendo la publicidad uno de los componentes de esos aspectos psicológicos que más la afectan²². La condición nutricional del niño está determinada por su alimentación y su estado de salud; la alimentación se asocia a la disponibilidad de recursos en el hogar del niño y a los patrones culturales que determinan las formas en que el mismo es alimentado²³.

Las prácticas de alimentación inadecuadas durante los primeros años de vida tienen consecuencias negativas inmediatas, y de larga duración, sobre el crecimiento y el desarrollo²⁴. Estas deben ser un medio educativo, familiar para la adquisición de hábitos alimentarios saludables, que repercutirán en el estado de salud del individuo²⁵.

El mejoramiento de la alimentación complementaria exige una combinación de estrategias tales como: darle alimento más a menudo, que sea de alta densidad calórica y nutricional, es decir que aporten macro y micronutrientes en cantidades adecuadas para esta etapa de la vida, otra estrategia es ir aumentando el tamaño de las porciones de los alimentos con el objetivo de proporcionar la cantidad de nutrientes que el niño necesita en una sola comida, sin la necesidad de suministrar alimentos de alto densidad calórica y nutricional²⁶.

Con relación a la alimentación complementaria existen varias razones por las cuales las madres dan ciertos alimentos a sus hijos, una de ellas es: que es el alimento más cultivado en la zona²⁷. Otra es el nivel socioeconómico y de educación de las familias con hijos de estas edades, cuanto más elevado sea el nivel educativo de las personas que cuidan niños (mayor será el consumo de proteínas cárnicas y lácteas, verduras, frutas; y menor el consumo de azúcar y comidas rápidas), el hábitat también influye en los hábitos del

²² MENENDEZ GARCÍA, R. A. y FRANCO DIEZ, F. J. Publicidad y alimentación: influencia de los anuncios gráficos en las pautas alimentarias de infancia y adolescencia. En: *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 24, No.3 (may. 2009); p. 318-325.

²³ LONDOÑO FRANCO, Ángela y MEJÍA LÓPEZ, Shirley. Factores de riesgo para malnutrición relacionados con conocimientos y prácticas de alimentación en preescolares de estrato bajo en Calarca. 2006-2007. En: *Revista Gerencia y Políticas de Salud*. Vol. 8, No.15 (sep. 2008); p. 77-90.

²⁴ CRUZ AGUDO, Yasmina, et al. Op. Cit.

²⁵ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit.

²⁶ CRUZ AGUDO, Yasmina, et al. Op. Cit.

²⁷ Ibid.

consumo de alimentos de los niños²⁸. Una dieta basada en algunos tipos de alimentos, o uno en especial, no permite que los niño/as logren satisfacer sus necesidades nutricionales; ya que no se incluyen una variedad de alimentos que le brinden al niño todos los nutrientes que el necesita para su adecuado crecimiento y desarrollo²⁹. Por lo que se hace necesario establecer tempranamente en los niños hábitos alimentarios que aseguren una ingesta rica y variada de estos, con diferentes nutrientes, texturas, colores y sabores que le permitan una adecuada nutrición, y crecimiento³⁰.

Es recomendable que los niños consuman una dieta balanceada en cuanto a carnes, frutas, verduras y legumbres para evitar ingestas inferiores a las recomendadas para determinados nutrientes, por ejemplo vitaminas y minerales como el calcio y el hierro y componentes bioactivos como los antioxidantes naturales³¹.

Entre las recomendaciones generales de alimentación de los niños de las edades de 1-3 años se indica:

- Dedicar tiempo suficiente solo para esta actividad y bajo la supervisión de los adultos.
- Establecer un horario regular de comidas y para los juegos.
- Favorecer el control de la ingesta y tamaño de las raciones.
- La oferta de alimentos debe ser variada, preferencialmente cocidos, a la plancha, al horno o guisados; incluyendo alimentos nuevos poco a poco, hasta que el niño se acostumbre al nuevo sabor.
- Cuidar la textura (para que puedan masticar adecuadamente y tragar sin dificultad, ser graduada de acuerdo al estado de desarrollo motriz oral de cada niño) y la forma de preparación de los alimentos^{32 33}.

²⁸ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit

²⁹ CRUZ AGUDO, Yasmina, et al. Op. Cit.

³⁰ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit

³¹ Ibid.

³² MAIER, A. et al. Effects of repeated exposure on acceptance of initially disliked vegetables in 7-month old infants. En: Food Quality and Preference. Vol. 18, No. 8 (2007); p. 1023-1032.

³³ BRAVO J, Paulina y HODGSON B. Isabel. Trastornos alimentarios del lactante y preescolar. En: Revista chilena de pediatría. Vol. 82, No. 2 (abr. 2011); p. 87-92

Tabla 1. Modelo para alimentación de niños de 1-3 años

Desayuno 20- 25%	Tres tipos de alimentos: lácteos, queso, yogurt, pan, cereales y fruta. Agregar aceite de oliva o jamón.
Media mañana 5- 10 %	Complemento que no debe restar apetito para el almuerzo. Lácteo, verdura, fruta o bocadillo pequeño, evitar productos de panadería y avena.
Almuerzo 30- 35%	1° plato: legumbres, arroz enriquecido, pastas, papas, verduras, hortalizas. 2° plato: carnes, pescados, pollo y huevo. Pan: preferiblemente integral. Postre: fruta. El consumo de lácteos (leche o yogur) nunca debería suplir a la fruta, en todo caso puede complementarla.
Media tarde 5- 10%	No debe ser excesiva en cantidad y debe ser variada: lácteos, avena, fruta o bocadillo pequeño.
Cena 20- 25%	Complementar los menús del almuerzo. En caso de necesitar un aumento del consumo de lácteos, un vaso de leche antes de acostarse puede resultar una práctica adecuada.

Fuente: Martínez De Victoria, E. Y Maldonado, J; Baby Center.

Según Torrejón y colaboradores³⁴, se recomienda iniciar la alimentación complementaria con papilla o puré mixto y postre de frutas, el puré puede contener cereales, verduras, aceite vegetal y alimentos proteicos (carne), y no se debe agregar sal a las comidas, ni azúcar a los postres. Además, los aportes de fibra dietaria deben suministrarse a niños de estas edades en forma de verduras, leguminosas y frutas, ya que ingestas superiores (a las recomendadas) podrían interferir en la absorción de Zn, Fe y otros minerales³⁵.

Los jugos, bebidas azucaradas y sodas no son recomendados ni necesarios en estos años; ya que aportan pocas calorías y reducen el consumo de otros alimentos más nutritivos³⁶.

Durante el segundo año de vida se debe ir incorporando en el niño los alimentos preparados en casa, los cuales incluyen leguminosas 1 a 2 veces por semana, carnes (vacuno, pollo, pavo o cerdo) 3 veces por semana, huevo 2 veces por semana y pescado 1 a 2 veces por semana, dos porciones de verduras al día y 2 frutas diarias^{37 38}.

³⁴ TORREJÓN S, Claudia et al. Alimentación del niño menor de 2 años: Recomendaciones de la Rama de Nutrición de la Sociedad Chilena de Pediatría. En: Revista chilena de pediatría. Vol. 76, No. 1 (ene. 2005); p. 91-97.

³⁵ Ibid.

³⁶ Ibid.

³⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Guías Alimentarias para la población colombiana mayor de dos años. ICBF, Bogotá, 1999

³⁸ TORREJÓN S, Claudia et al. Op.cit.

1.1 Recomendaciones nutricionales para niños de 1 a 3 años

La tabla 2 presenta un comparativo sobre las recomendaciones nutricionales (micro y macro nutrientes) para los niños especialmente de 1 a 3 años, tanto nacional (en Colombia) como internacional (DRIs).

Tabla 2. Recomendaciones nutricionales para niños de 1 a 3 años

ENERGÍA / NUTRIENTES	UNIDAD DE MEDIDA	NIÑOS MAYORES DE 6 MESES Y MENORES DE 4 AÑOS, COLOMBIA (SOCIAL 2011)*	NIÑOS DE 1 – 3 AÑOS DRIS (Medicine 2004; Medicine 2004; Medicine 2004)**
Energía /Calorías	Kcal	NE	ND
Grasa total	g	NE	ND
Grasa saturada		NE	ND
Grasa monoinsaturada		NE	ND
Grasa poliinsaturada		NE	ND
Colesterol, Máx.		mg	NE
Sodio, Máx.	mg	NE	ND
Carbohidratos	g	NE	130
Fibra dietaria		19	19
Proteínas		18	13
Vitamina A	UI	1332	700
Vitamina C/ Ácido Ascórbico	mg	32	13
Calcio		385	500
Hierro		12	7
Vitamina D	µg /UI	5 / 200	5 / 200
Vitamina E	mg / UI	3,85 / 6,26	6,0/ 13.9
Vitamina B1 /Tiamina	mg	0,4	0.4
Vitamina B2 /Riboflavina		0,45	0.4
Niacina / Ácido nicotínico		5	5
Vitamina B6/ Piridoxina		0,4	0.4
Ácido Fólico / Folacín /Folato		115	120
Vitamina B12/ Cobalamina		µg	0,7

Fósforo	mg	367	380
Yodo	µg	110	65
Magnesio	mg	77	65
Zinc		3	2.5
Cobre		0,28	0.26
Manganeso		NE	1,2
Cromo	µg	NE	11
Biotina		66	8
Acido pantotenico	mg	1,9	2
Vitamina K	µg	14	30
Molibdeno		NE	13
Cloro	mg	NE	ND
Selenio	µg	20	17
Potasio	mg	1650	-
Flúor		0,7	0,7

FUENTE: * Colombia, Resolución 333

** Institute of Medicine of the National Academies

NE: No Especificado para rotulado nutricional

ND: No Determinado

1.2 Alimentos preferidos por infantes

Según el estudio de Menéndez, los alimentos más aceptados por la población infantil de 12 a 36 meses son los refrescos, papas fritas, los productos de bollería y alimentos ricos en azúcares y grasas, por sus propiedades organolépticas. La mayoría de niños en estas edades ya han aprendido que las tortas, golosinas, caramelos, papas fritas, cereales azucarados, comidas rápidas, helados, bebidas y snacks son alimentos que están presentes en su dieta, en fiestas aumenta el consumo de estos alimentos, poco recomendados^{39 40}. Por lo que no es de sorprender, que los niños en estas edades tienen afición por los dulces y rechazo por el sabor amargo. Sin embargo, se debe enseñar a los niños a comer diferentes alimentos para que no se adecuen, o acostumbren a uno solo, la alimentación ofertada es deficitaria en frutas, legumbres, hortalizas y pescados⁴¹.

A los niños en edades de 12 a 18 meses se les debe suministrar alimentos que sean de consistencia suave y de tamaño pequeño, en edades superiores a 18 meses ya los niños pueden consumir alimentos de mayor tamaño, como verduras crudas y vegetales y se debe

³⁹ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit

⁴⁰ TORREJÓN S, Claudia et al. Op.cit.

⁴¹ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit

disminuir el aporte adicional de sal; ya que en este período el niño está formando sus hábitos⁴².

En el estudio realizado por Martínez De Victoria⁴³, se observó que el periodo sensible para incrementar la aceptación del alimento por parte del niño, es entre los 6 meses y los 2 años y medio de edad. Con la familia y en comedores educativos (guarderías y centros escolares) es donde los niños aprenden a comer y prueban nuevos alimentos⁴⁴.

Es necesario definir la situación nutricional de la población infantil para saber cuáles nutrientes, entre ellos las vitaminas y los minerales que cumplen varias funciones determinantes para el normal crecimiento y desarrollo de los niños, se deben de tener en cuenta al elaborar los productos dirigidos a ellos.

⁴² TORREJÓN S, Claudia et al. Op.cit.

⁴³ MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Op. Cit

⁴⁴ Ibid.

2. LAS PAPILLAS

2.1 ELABORACION DE PAPILLAS

El periodo entre el año y los 3 años de vida se caracterizan por ser una época de tránsito entre el crecimiento acelerado del lactante y el crecimiento estable del niño, este desarrollo se puede ver incluso por su dentadura⁴⁵; la mayoría de los niños tienen sus 20 dientes de leche (los primeros dientes que aparecen) al cumplir su tercer año⁴⁶, es por ello que se prefieren alimentos entre líquidos y semisólidos, como la papilla; con los cuales el niño no tiene que hacer mucho esfuerzo en masticar.

La papilla hace referencia a un alimento (líquido o espeso) de consistencia cremosa que consiste en una mezcla de alimentos triturados (cocidos o crudos), harina y agua, leche, yogur o caldo, que se da a los niños pequeños o las personas enfermas o mayores con problemas de digestión o de masticación⁴⁷. Las papillas se destinan a niños de corta edad (6 meses – 3 años). Las papillas en polvo instantáneas, son formulaciones de mezclas de harinas extruidas de cereales con un alto contenido calórico así como de macro y micronutrientes, las cuales al ser diluidas en agua hervida forman instantáneamente la papilla alimenticia⁴⁸.

En la actualidad, las papillas que existen en el mercado contienen alrededor de 1% de proteínas. Estas se formulan principalmente, de purés de frutos y de almidón, con lo cual se obtiene un alimento muy reducido o nulo de proteínas⁴⁹.

En el estudio realizado por Martínez, H. y colaboradores⁵⁰, para conocer la aceptación de productos líquidos y de papillas en la población de niños menores de 5 años, se encontró que los niños destetados menores de 2 años, la mayoría prefirió la papilla a la bebida, y que

⁴⁵ FRONTERA. Pedro, CABEZUELO. Gloria. Como alimentar a los niños: Guía para padres. España: amat editorial, 2004. 256p.

⁴⁶ CHARLIE J. INGA, D. Los bebés y la dentición. En: kidshealth, [en línea] 2011. http://kidshealth.org/parent/en_espanol/general/teething_esp.html#. [Citado el 15 de Agosto de 2012].

⁴⁷ LAROUSSE y S.L. Papilla. En: Diccionario Manual de la Lengua Española Vox, 2007.

⁴⁸ VARGAS DELGADO. Fernando y SALAS VALERIO, Francisco. Caracterización reológica de papillas alimenticias para niños de corta edad. En: Anales Científicos Unalm. Vol. 47, No. 2 (2001); p.64 – 81.

⁴⁹ VELA GUTIÉRREZ. Gilber et al. Impacto nutricional y sensorial de un alimento infantil (papilla) adicionado con lactosuero. En: Revista avances en seguridad alimentaria y nutricional. Vol. 1, No. 1(2009); p 31-36.

⁵⁰ MARTÍNEZ. Homero et al. Aceptabilidad a suplementos nutricios en mujeres embarazadas o lactando y niños menores de 5 años. En: Salud Pública Mexicana. Vol. 41, No. 3 (mar.1999); p. 163-69.

los niños destetados de 2 a 3 años de edad y desnutridos también preferían la papilla a los alimentos más líquidos.

Según el ministerio de salud en la Resolución 11488 de 1984⁵¹, de los alimentos elaborados a base de cereales y/o farináceos para niños de corta edad, son alimentos con bajo contenido de humedad, elaborados con harinas de cereales o farináceas, adicionados o no de oleaginosas y/o leguminosas crudas o modificadas por procesos térmicos o enzimáticos, las cuales se diluyen con agua, leche u otro liquido conveniente antes de su consumo. Las harinas más empleadas para la elaboración de papillas son las precocidas y las precocidas instantáneas:

La papilla de cereales es la mejor adaptada, ya que es innata la preferencia por el sabor dulce. La aceptación de los sabores salado y ácido requiere siempre un aprendizaje más o menos prolongado. Si no se produce la aceptación de las frutas, las legumbres y la carne con verduras, y la alimentación es a base de papilla de cereales, las consecuencias nutricionales pueden ser graves. Puede suponer carencia de proteínas y aminoácidos esenciales, de hierro y de vitaminas y oligoelementos⁵².

No hay que dejar de lado la importancia que tiene caracterizar reológicamente las papillas alimenticias, esto se hace por las siguientes razones: 1) Para definir si existen errores de formulación, de proceso o en la calidad de los insumos a mezclarse, 2) Para medir la estabilidad del producto a través del tiempo de almacenamiento, 3) Para su aplicación en el diseño de un sistema continuo de procesamiento⁵³, y para mejorar el proceso de elaboración de las papillas⁵⁴; ya que si las propiedades antes mencionadas no son verificadas van a influir en la aceptación del producto por parte del infante, además de que puede traer consigo alteraciones de índole nutricional⁵⁵.

2.1.1 Ingredientes utilizados en la elaboración de papillas

Las papillas son mezclas de nutrientes, entre los que se destacan leche y derivados lácteos (Leche en polvo, suero en polvo), diversos tipos de cereales y azúcares, fortificados con vitaminas y minerales, emulsificantes y saborizantes. Todos estos componentes tienen gran importancia debido a que ayudan a cubrir los requerimientos nutricionales de los niños de

⁵¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. RESOLUCION No. 11488. 22 de agosto de 1984.

⁵² FRONTERA, Op.cit.

⁵³ VARGAS DELGADO, Op. Cit.

⁵⁴ MELCÓN, B., ZAPICO, Julián, GARCÍA, C. Comportamiento Reológico de Papillas de Cereales. En: Revista de Agroquímica y Tecnología Alimentaria. Vol. 24, No. 3 (1984); p. 378-382.

⁵⁵ VELA GUTIÉRREZ, Op. Cit.

corta edad (1- 3 años) y en crecimiento; aportan un buen balance de nutricional en carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales⁵⁶. En la tabla 3, se mencionan las materias primas empleadas para la elaboración de papillas.

Tabla 3. Materias primas empleadas para la elaboración de papilla

MATERIAS PRIMAS	
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Leche en polvo Instantánea	<p>Producto que se obtiene por eliminación de agua de constitución de la leche entera, parcialmente descremada o descremada previamente higienizada. El contenido de grasa y/proteína pueden haber sido ajustados, mediante la adición y/o retiro de constituyentes lácteos, de tal forma que no se altere la relación entre proteína de suero y caseína de la leche usada como materia prima, cuyas características de reconstitución han sido modificadas mediante un proceso tecnológico para favorecer la disolución⁵⁷.</p> <p>La leche en polvo tiene muchas ventajas, una de ellas es su durabilidad, ocupa menos espacio y conservación al medio ambiente; es muy utilizada en la elaboración de formulas infantiles por su gran aporte nutricional, están compuestos por lactosa, proteínas, grasas, vitaminas y minerales y posee buena biodisponibilidad del calcio, fósforo y zinc⁵⁸. Aporta por 100g, 499 Kcal, carbohidratos 37g, proteína 26g, grasas totales 27g, grasas saturadas 16g, grasas trans 1.5g, fibra 0g y sodio 362mg⁵⁹.</p> <p>Ventajas para el infante: Los niños que consumen regularmente leche en polvo pueden tener más anticuerpos en la sangre y pueden tolerar mejor la leche entera⁶⁰.</p>
Harina de Arroz	<p>Se obtiene de arroz blanco o integral, finamente molido; de interes para el desarrollo de productos instantáneos en polvo y compatibles con otros ingredientes, como la leche entera, descremada o hidrocoloides, que favorecen el desarrollo de suspensiones viscosas en fase continua y de alta estabilidad, evitando la formación de grumos^{61 62 63}.</p>

⁵⁶ALIMENTARIAS, Industrias. Elaborador de alimentos infantiles [en línea] <<http://prometeo.us.es/recursos/guias/indualimen/IAAD50.htm>> [Citado el 12 de Septiembre de 2012]

⁵⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Productos Lácteos: Leche En Polvo. Bogotá: ICONTEC, 2010. (NTC 1036)

⁵⁸ UNIVERSITY, P. S. Curso N° 102 elaboración de helados. Curso de agricultura. Pennsylvania State.2009.

⁵⁹ MARTIN PEÑA, Gonzalo. Tabla de composición de alimentos. En: Guía rápida para hacer una dieta sana [en línea]. <<http://comedoresugr.tcomunica.org/docs/vitaminas.pdf>> [Citado el 23 de Enero de 2013].

⁶⁰ ROBERT Wood, J. H. La leche en polvo ayuda a los niños a superar la alergia a la leche. En: Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2008.

⁶¹ AURIS GARCÍA M., PACHECO-DELAHAYE, Emperatriz. Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (arracacia xanthorrhiza) con la adición de ácido fólico. En: Revista Chilena de Nutricion. Vol. 37, No. 4 (Dic. 2010); p.480-492.

	<p>La harina pregelatinizada: según CLW Alimentos Ltda⁶⁴, es un producto obtenido por extrusión, a partir de granos de arroz pulidos y seleccionados; permite la sustitución total o parcial de la harina de trigo, tiene bajo contenido de grasa, aporta proteína, minerales y fibra, elevando su valor nutricional, promueve efectos fisiológicos y disminuye el tiempo de tránsito intestinal y el colesterol^{65 66}.</p> <p>Es una buena alternativa en la formulación del alimento para niños de 12 a 36 meses ya que contribuyen al mejoramiento de la calidad de la proteína, por compensación de los aminoácidos esenciales, son de bajo costo y permite un aumento en la disponibilidad de productos para los niños intolerantes al gluten⁶⁷; puede ser usada para espesar, solubilizar o retener agua sin empleo del calor⁶⁸.</p>
Vitaminas	<p>Son sustancias orgánicas que requerimos en cantidades pequeñas y que el organismo no puede sintetizar, dependemos de los alimentos y multivitamínicos para obtenerlas, imprescindibles para la vida; ya que contribuyen al normal funcionamiento fisiológico y metabólico de nuestro cuerpo⁶⁹.</p>
Minerales	<p>Son los elementos químicos inorgánicos de la dieta. De los 90 que aportan los alimentos, solo 26 se reconocen como esenciales para la vida, debiendo formar parte regularmente de la alimentación diaria.</p>

⁶² BOU RACHED, Lizet et al. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. En: archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol. 56, No. 4 (Dic. 2006); p. 375-383.

⁶³ LUIZ, E. Conceptos y tecnología para la elaboración y uso de las harinas compuestas. En: Inst Nutr Centro America y Panama. Vol 3, 2006; p 3-11.

⁶⁴ CLW ALIMENTOS LTDA. Ficha técnica: Harina de arroz. Brasil.2003.

⁶⁵ PACHECO, E. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón. En: Acta Cient Venez. Vol. 52 (2001); p. 278-82.

⁶⁶ PACHECO. Emperatriz, TECHEIRA. Nora, GARCÍA Auris. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extrudida de ñame (*Dioscorea alata*). En: Revista Chilena de Nutrición. Vol. 35, No. 4 (Dic. 2008); p. 452-9.

⁶⁷ CEREZAL MEZQUITA, V. et al. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. En: Nutrición Hospitalaria Vol. 26 (2011); p. 161-169

⁶⁸ AURIS GARCÍA M., PACHECO-DELAHAYE, Emperatriz. Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. En: Revista Chilena de Nutrición. Vol. 37, No. 4 (Dic. 2010); p.480-492.

⁶⁹ CUELLAR, Nidia Alba y DURAN RAMIREZ, Felipe. Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos. 1ed. Bogota: grupo latino editores, 2008

	La carencia crónica de algunos de ellos provoca enfermedades específicas que desaparecen al aportarlo a la dieta ⁷⁰ .
Azúcares y Productos Azucarados	Según Restrepo C ⁷¹ se emplean en los alimentos por varias razones: dan el sabor dulce que pide el consumidor, dan cuerpo, son un aporte energético importante y actúan como conservantes. En la elaboración de la mezcla se usará un porcentaje de azúcar por su aporte calórico y además sabor dulce y agradable para esta población; los azúcares no poseen sustancias nutritivas como proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales indispensables para la nutrición ⁷² .
Lecitina	Es Emulsificante, antioxidante. Un constituyente común de los tejidos de plantas y animales, es una fuente nutriente colina. Impide que el agua y el aceite se separen, retarda la rancidez, reduce el salpicado de grasas cuando se fríe algún alimento y hace que las tartas sean más esponjosas. Las principales fuentes de lecitina son las yemas de huevo y la soya ⁷³ . Es necesario para el desarrollo tecnológico del producto. Se va a usar la lecitina de huevo, ya que tiene mayor aporte nutricional que la lecitina de soya y está permitida por la resolución 11488 de alimentos infantiles en Colombia ⁷⁴ .
Sabor y saborizante	El sabor se define como la sensación que se percibe en la boca cuando un alimento o bebida se ingiere, estimulando los sentidos del gusto y olfato ⁷⁵ . El saborizante es una sustancia natural, química o mezcla de ambas que proporcionan uno o todos los efectos que permiten paladear un alimento o bebida en la boca. La impresión que las personas tienen para un mismo sabor puede ser variable debido a la influencia de una nacionalidad, religión, edad, sexo, estado de ánimo y condiciones climatológicas ^{76 77} . Se empleará vainilla; permitida por la resolución 11488 de alimentos

⁷⁰ Ibid.

⁷¹ RESTREPO, C. E. Aditivos para Alimentos. Medellín: Universidad de Antioquia.2003. p. 45-49

⁷² NUTRICION, F. Propiedades nutricionales del azúcar y la evolución de su consumo en los últimos treinta años [en línea]. <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/18-Propiedades%20nutricion.pdf>. [Citado el 12/11/12].

⁷³ VELAZQUEZ ALVAREZ, Joaquín. Aditivos en los productos comestibles funciones, origen y efectos secundarios. En: cocina química, aditivos para los alimentos.Universidad Interamericana De Puerto Rico Recinto De Ponce; Departamento De Educacion Y Ciencias Sociales, 2010

⁷⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD, Op. Cit.

⁷⁵ GIVAUDAN, Victor Hugo. Saborista. sociedad americana de saborista. Mexico, 1988.

⁷⁶ Ibid.

⁷⁷ MULTON, J. L. Aditivos y Auxiliares de Fabricación en Las Industrias agroalimentarias. 2 ed. editorial Acibia S.A., 2000. 836p.

	infantiles en Colombia.
Estabilizantes o Gelificantes	<p>Se conocen también como aglutinantes, espesantes hidrocoloídes y son compuestos macromoleculares de origen natural, son usados para estructurar y ligar agua en los alimentos, gracias a su alto peso molecular, aumentan la viscosidad del medio o incluso actúan como gelificante^{78 79} .</p> <p>Además de su poder espesante y gelificante, estos pueden igualmente emplearse con otras funciones: estabilización de suspensiones y emulsiones, poder de retención de agua, poder ligante y formación de complejos con las proteínas. Es por esto que estas macromoléculas están entre los componentes más importantes de complejo “fibra alimentaria”, las cuales hacen parte de la alimentación pero no son degradadas por las enzimas intestinales propias del hombre⁸⁰ (Linden, 1996).</p> <p>Entre los existentes, los productos derivados de la celulosa (metilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa y carboximetilcelulosa), son los más aptos para el producto a nivel tecnológico ya que puede aportar a los productos los efectos deseados de consistencia, de apariencia, de cuerpo y de palatabilidad⁸¹ su viscosidad disminuye con el incremento de la temperatura, estables a pH 5 – 10; coopera con la solubilización de proteínas en los alimentos (gelatina, caseína y de soya)⁸² .</p>

2.1.2 Equipos para el desarrollo de papillas

En el desarrollo de papillas en polvo a base de cereales, los equipos más requeridos son balanza, mezcladora, tamizadora, llenadora.

A continuación describiremos cada uno de estos con sus ventajas y desventajas.

Tabla 4. Equipos para elaboración de papillas, ventajas y desventajas

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
BALANZA	La balanza es un instrumento que mide la masa de una sustancia o cuerpo, utilizando	Garantizar pesos exactos para la	En caso del equipo

⁷⁸ RHODIA. Ventajas de Utilizar “Sistemas de hidrocoloides” en productos cárnicos.1999

⁷⁹ CAMACHO, M. Martinez - Navarrete, N., y Chiralt, A. Influencia de mezclas de goma de garrofin/lambda-carragenato en las propiedades reológicas y de batido y en la estabilidad de la nata. En: Alimentación, equipos y tecnología, Vol. 20, No.157 (2001); p. 61 – 67

⁸⁰ LINDEN, G. Y. L., D.. Boquímica Agroindustrial. Zaragoza:Acribia.1996

⁸¹ Ibid.

⁸² FENNEMA, O. Química de los alimentos. 2 ed. Zaragoza: Acribia. 2000.

	como medio de comparación la fuerza de la gravedad que actúa sobre dicha ⁸³ . Entre los tipos de balanzas que se encuentran en el mercado, las analíticas son las mas utilizadas para pesar vitaminas y minerales en cantidades pequeñas; su capacidad y precio, varia de la marca, la precisión ofrecida, los materiales, el lugar de fabricación, etc.	elaboración del producto	descalibrado, pesos inexactos
MEZCLADOR	Es un equipo provisto de aspas o espirales, de forma redonda o rectangular que por medio de un motor giran las aspas o en ocasiones el tambor completo. Algunos a destacar son los mezcladores pantalón V, doble cono, para mezclas en polvo, de alimentos instantáneos ⁸⁴ ⁸⁵ ; los cuales dan facilidad en esta operación, y se ajustan a las necesidades de las empresas.	Facilita un producto homogéneo y sin grumos, se dan pérdidas bajas por proceso, alrededor del 2%; pérdida de nutrientes no se dan en esta etapa del proceso ⁸⁶ .	Al descargar el producto se requiere de mucho tiempo
TAMIZADOR	Es un equipo que técnicamente se usa para separar los componentes de una mezcla de sólidos de distinto tamaño o de sólidos no disueltos en un liquido, a través de un tamiz (colador), que es una malla o tela muy tupida ⁸⁷ .	Facilita seleccionar el tamaño de partícula adecuado	Daño de mallas, dejando pasar partículas de tamaño mayor.

⁸³ WARE, o. c. Balanzas [en línea]. <<http://ocw.uv.es/ocw-formacio-permanent/9.BALANZAS.pdf>>. [Citado el 10 de Octubre de 2012].

⁸⁴ COMASA S.A. Fichas técnicas, equipos industria alimenticia. Buenos Aires, Argentina [en línea]. <<http://www.comasa-sa.com/?cat=77>>. [Citado el 26 de enero de 2013].

⁸⁵ UdeA, Mecanismos de mezclado. farmacotecnia1.Medellín.2004

⁸⁶ ENTREVISTA con Blanca Lucia Cardona, "mezclado" Ingeniera química y docente de la Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia, 26 de Septiembre de 2012.

⁸⁷ 3º ESO C. Tamizado o Cribado, Separación de mezclas heterogéneas [en línea] <<http://www.colegiopioxii.com/Web%203%BA%20ESO/3%BA%20C/Laura%20Lacomba%20y%20Ana%20Requena/Tamizado%20o%20Cribado.htm>> [Citado el 10 de Octubre de 2012].

LLENADORA CONTINUA	Equipo acondicionado con una tolva para llenar con la cantidad de producto que se requiera ⁸⁸ .	Fácil de cargar, posee exactitud, optimización del tiempo de llenado	Consumo de energía
---------------------------	--	--	--------------------

En la elaboración de papillas hay que tener en cuenta la selección de las materias primas y equipos, y de ellos depende que el mezclado sea homogéneo, para obtener esto es necesario tener en cuenta el equipo a utilizar y factores que intervienen en la elaboración de la mezcla tal como el tiempo, tamaño de partícula y la proporción de los componentes en ella, entre otros.

2.1.3 Mezclado

La operación de mezclado en muchas empresas, constituye una solución a la dificultad que se presenta al intentar distribuir ingredientes o materias primas uniformemente en una mezcla. Es importante para esto establecer unas condiciones para la operación de mezcla como son el tiempo de operación y la forma de inclusión del compuesto en la mezcla, con el fin de garantizar la distribución uniforme en el producto final⁸⁹.

➤ Etapas del proceso de mezclado

El proceso de mezcla inicia cuando los componentes están agrupados pero aún conservan sus propiedades individuales. A medida que transcurre esta operación todas las muestras contendrán los componentes de la formulación en proporciones aproximadas a las proporciones globales de la mezcla. Cuando todas las muestras contienen los componentes en la misma proporción que la mezcla entera se considera que se ha completado esta operación. Pero este estado de homogeneidad no es obtenido en la práctica para todos los procesos de mezcla⁹⁰.

⁸⁸ EQUITEK. Equipos [en línea]. <<http://equitek.com.mx/equipos.php?gclid=CLmtp-2N-bICFQsGnQodb3AA2Q>> [Citado el 10 de Octubre de 2012].

⁸⁹ FERNANDEZ, Maria Teresa y CABRERA, Diana Paola . Evaluación de la operación de mezcla con hierro aminoquelado (bisglicinato ferroso) en dos productos de panificación destinados a refrigerios de niños escolares con deficiencia de éste Micronutriente. Bogotá, 2008, 175p. Trabajo de grado (Ingeniera de Alimentos). Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería de Alimentos.

⁹⁰ POTTER, Norman y HOTCHKISS, Joseph. Unit operations in food processing. En: Food science:. 5 ed. New York: springer us. 1998; p.69-89

La eficiencia de la operación de mezcla es específica para el equipo que se esté empleando y se mide teniendo en cuenta las propiedades del producto final, el tiempo empleado y el costo de la operación.

➤ **Mecanismos de segregación:**

Cuando las partículas de una mezcla de polvos sufren un movimiento diferencial, los distintos componentes tienden a agruparse, produciéndose el fenómeno de segregación o desmezclado.

➤ **Segregación o desmezclado**

- Vertido por planos inclinados: operaciones de trasvase de la mezcla
- Flujo desde la tolva en máquina de comprimir, sistemas de dosificación etc.
- Transporte y almacenamiento
- Tiempos de mezclado

De este parámetro depende la homogeneidad de la mezcla.

La homogeneidad no aumenta indefinidamente con el tiempo, sino que existe un tiempo de mezclado óptimo. Esto se debe a que durante el proceso de mezcla compiten mecanismos de mezclado y desmezclado o segregación de los componentes. Deben ensayarse diferentes tiempos de mezclado y realizarse pruebas de homogeneidad con cada una de las mezclas así obtenidas. De este modo se calcula el tiempo óptimo de mezcla⁹¹.

➤ **Tipos de mezclas**

- Mezcla de partículas sólidas (mezcla de sólidos pulverizados previamente).
- Suspensión de un sólido insoluble en un Líquido.
- Mezcla de líquidos miscibles.
- Dispersión de partículas en un medio.
- Semisólido, (preparación de pastas y cremas⁹²).

El grado de uniformidad de una mezcla varía de acuerdo al tipo de mezcla. Es así como las mezclas de líquidos miscibles o de sólidos solubles en líquidos presentan un mayor grado de uniformidad que las mezclas de polvos secos o pastas⁹³.

⁹¹ BORBOR HIDALGO, Anell Isabel y CRESPO ORDÓÑEZ, Alex Geovanny. Diseño de una línea de producción de fertilizantes pulverizados usando molino de pines. Ecuador, 2012. Trabajo de grado (ingenieros mecanicos). Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción.

⁹² BERMEJO, Marival. Mezcla. En: Tecnología Farmacéutica curso 2002-2003. Departamenteo de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universidad de Valencia.

Mezclas solidas

➤ **Mezcla física:**

Para que haya mezcla, es necesario que haya interpenetración de las partículas que ocupan las diferentes zonas del volumen a mezclar⁹⁴.

➤ **Mezcla en reacción química o cambio de estado:**

El contacto entre las partículas puede dar lugar a la combinación química, muy a menudo se escoge como criterio de mezcla la disminución de la concentración de uno o varios componentes en una muestra determinada⁹⁵.

En las mezclas de polvos se añade a esta complejidad el hecho de que están formadas por partículas de dos o más sustancias diferentes, lo cual puede implicar diferencias en forma, tamaño, densidad, etc.⁹⁶

➤ **Mezcla aleatoria:**

Es aquella en que la probabilidad de que una partícula de un determinado componente se encuentre en una muestra es proporcional al número de partículas del mismo en la mezcla total⁹⁷.

➤ **Mezcla ordenada:**

Es aquella en que los constituyentes no son independientes unos de otros. Se dan entre sólidos altamente cohesivos en los que uno de ellos actúa como portador de las partículas del otro sólido⁹⁸.

➤ **Mezcla real:**

La probabilidad de encontrar un componente es la misma en cualquier punto del sistema⁹⁹.

⁹³ BRENNAN, F. G. Las operaciones de la ingeniería de alimentos. Zaragoza, España. 1980.

⁹⁴ POTTER, Op.cit.

⁹⁵ Ibid.

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ BORBOR HIDALGO, Op.cit.

⁹⁸ Ibid.

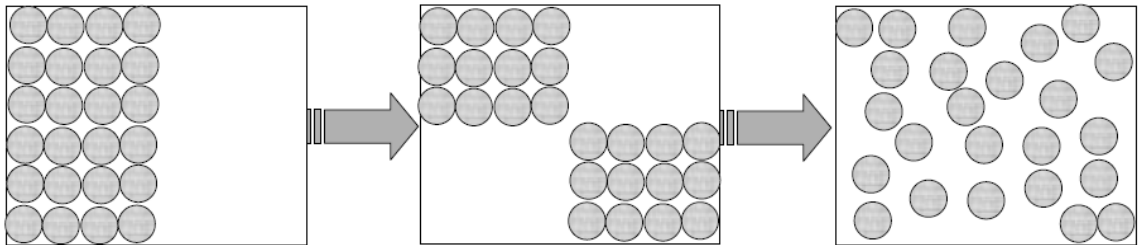
⁹⁹ ibid

Mecanismos de mezclado

➤ **Movimiento convectivo:**

Implica un movimiento de masas relativamente grandes de polvo generalmente mayores a 500 Kg. Este movimiento puede consistir en la inversión del lecho de polvo completo, en caso de mezcladores de volteo o bien puede producirse por arrastre mediante una hélice, mediante un tornillo sin-fin, etc.

Figura 1. Movimiento convectivo

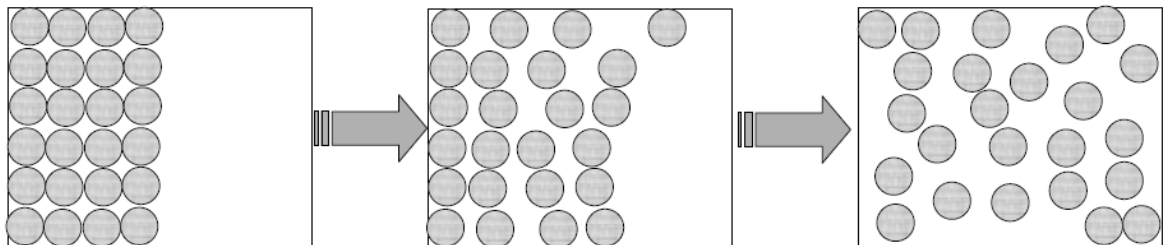


FUENTE: Bermejo.

➤ **Mezclado por difusión:**

Se debe al movimiento aleatorio individual de las partículas

Figura 2. Mezclado por difusión



FUENTE: Bermejo

➤ **Mezclado por Cizalla:**

Deslizamiento de planos entre diferentes regiones del lecho del mezclado. Esto puede ocurrir individualmente en las masas, o en forma de flujo laminar¹⁰⁰.

¹⁰⁰ UdeA, Op.cit.

Grado de Mezcla

La variabilidad se cuantifica a través de la desviación estándar de la media de un número de muestras suficientemente elevado¹⁰¹.

➤ **Índices de mezclado:**

Parámetros utilizados para caracterizar el grado de mezcla alcanzado, es decir el grado de homogeneidad.

La eficiencia del mezclado depende de las propiedades de los materiales a mezclar, del equipo utilizado y de sus condiciones de operación¹⁰².

2.1.4 Equipos de Mezclado

Un buen mezclador es aquel que mezcle todo el lote del producto en forma suave, además de ser fácil de limpiar, descargar, tener poca fricción, buena hermeticidad, alta movilidad, fácil mantenimiento y bajo consumo de energía.

Mezcladores Móviles

Se basan en el mecanismo de volcamiento del material causado por la rotación del recipiente y fuerza de la gravedad. Para un buen mezclado en estos equipos, los polvos deben ser de dimensiones similares y de flujo fácil¹⁰³.

Estos equipos nunca se deben llenar con más del 50% de su capacidad nominal.¹⁰⁴

Mezcladores de carcasa estacionaria

Son equipos donde la carcasa permanece estática, en cuyo interior poseen una serie de elementos que ejecutan el mezclado como aire a chorro, cuchillas, tornillos o paletas; algunos de éstos producen un flujo en forma de vortex o turbulento.

Estos equipos necesitan menos mantenimiento que los de carcasa móvil¹⁰⁵.

¹⁰¹ BERMEJO, Op. Cit.

¹⁰² Ibid.

¹⁰³ BORBOR HIDALGO, Op.cit.

¹⁰⁴ MEZA CORTES, María de los Ángeles.(2010). Calificación De Equipos De Fabricación De Fármacos Sólidos De Una Industria Farmacéutica. Guatemala, 2010, 259p

¹⁰⁵ Ibid.

2.1.5 Factores que influyen en el mezclado de polvos

Según Bermejo¹⁰⁶, los factores o variables que influyen en el mezclado son:

- Tamaño de las partículas: El tamaño de las partículas condiciona la relación entre las fuerzas de cohesión, dependientes de la superficie de las partículas, y las fuerzas inerciales y gravitacionales que dependen de la masa de las mismas. A menor tamaño de las partículas, las fuerzas de cohesión aumentan.
- Forma y rugosidad de las partículas: La principal influencia de la forma y rugosidad de las partículas en el proceso de mezcla se refiere a su capacidad para transmitir la energía cinética recibida de los órganos del mezclador o de otras partículas.
- Densidad de las sustancias: la diferencia de densidad de los componentes disminuye la estabilidad de las mezclas¹⁰⁷.
- Proporción de los componentes de la mezcla: La homogeneidad en el mezclado es tanto más difícil de conseguir cuanto más diferentes son las cantidades de cada componente, el que se encuentra en menor proporción, lo cual agrava el problema, ya que es precisamente la concentración de este componente la más difícil de homogenizar.
- Formación de cargas eléctricas: Si aparecen, se dificulta la obtención de una mezcla homogénea debido a la tendencia de las partículas a agruparse¹⁰⁸.
- Tiempo de mezcla: De este parámetro depende la homogeneidad de la mezcla. Deben ensayarse diferentes tiempos de mezclado y realizarse pruebas de la mezcla para calcular el tiempo óptimo de mezcla¹⁰⁹.
- El estado del mezclador, orden de adición, nivel de llenado del equipo, y segregación, pueden también influir en la homogeneidad de la mezcla.

Otros factores que influyen en la uniformidad de la mezcla son las propiedades de los materiales como su espesamiento, adherencia, humectabilidad, densidad, viscosidad las cuales deben ser tenidas en cuenta, puesto que desempeñan un papel importante en la formación de la masa a medida que transcurre la operación¹¹⁰.

La cantidad de los componentes es otro factor que también influye de manera significativa en el grado de uniformidad de la mezcla. Cuando las cantidades que son mezcladas se

¹⁰⁶ BERMEJO, Op. Cit.

¹⁰⁷ BORBOR HIDALGO, Op.cit.

¹⁰⁸ Ibid.

¹⁰⁹ Ibid.

¹¹⁰ POTTER, Op.cit.

encuentran aproximadamente en las misma proporciones la mezcla es simple; pero, en los casos donde uno de los componentes se encuentra en una relación muy pequeña con respecto a otro se dificulta la obtención de una mezcla uniforme¹¹¹. En estos casos la mezcla debe ser dividida en etapas guardando proporciones no tan lejanas en cada etapa y el proceso de mezcla debe ser analizado a través de cada etapa de mezcla. Una vez el tiempo de mezcla haya sido establecido para cada etapa sólo será necesario realizar análisis al producto final¹¹².

2.1.6 Calidad de Muestra

El coeficiente de variación (CV) es una medida de dispersión estadística que se relaciona con la homogeneidad de la mezcla.

Para determinar el CV (Coeficiente de Variación) de una mezcla o test de Homogeneidad, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones¹¹³:

- 1) Procedimiento para la recolección de las muestras
- 2) Tamaño y número de muestras.
- 3) La selección del indicador y el tipo de test que se hará
- 4) La forma como se hace el análisis.
- 5) La interpretación de los resultados.

Los estándares internacionales y las buenas prácticas de manufactura especifican que una excelente mezcla debe tener un CV menor o igual a 5 % y una buena mezcla un CV menor o igual a 10 %. Cada planta y empresa fija sus estándares de acuerdo a sus condiciones operacionales y los tipos de alimentos que produzca¹¹⁴.

Para determinar el CV hay que calcular la Desviación St y la Media.

- $CV = (\text{Desv.ST} / \text{Promedio}) * 100$ ¹¹⁵.

De un buen mezclado depende que la cantidad de micronutrientes se encuentre en la cantidad del producto preparado y su porción, para eso se requieren los análisis con técnicas analíticas para saber si se declaran lo que se pide, por ello en la sección siguiente, se hablara de las técnicas utilizadas para determinar la cantidad de vitaminas y minerales que tiene una porción.

¹¹¹ BRENNAN, Op. Cit.

¹¹² POTTER, Op.cit.

¹¹³ BIGLIANI, Giuseppe R. Determinación del coeficiente de variación en una mezcla [en línea]. <<http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/foros/determinacion-coeficiente-variacion-mezcla-t4328/800-p0.htm>> [Citado el 05 de Octubre de 2012].

¹¹⁴ Ibid.

¹¹⁵ Ibid.

3. FORTIFICACION CON VITAMINAS Y MINERALES

3.1 DEFICIENCIAS DE VITAMINAS Y MINERALES

Según la Organización Mundial de la Salud¹¹⁶, la anemia es una de las enfermedades más frecuentes de niños de 6 a 24 meses, especialmente en los países en vía de desarrollo por deficiencia de hierro. La anemia es un problema mundial de salud pública que afecta a 1,62 billones de personas en todo el mundo, con la mayor prevalencia entre los niños en edad preescolar (47,4% en todo el mundo y el 67,6% en África). La anemia ferropénica es considerada la enfermedad más importante que contribuye a los altos índices de anemia en el mundo¹¹⁷. También aportado en el estudio de Elalfy¹¹⁸.

Aunque el hierro es ubicuo en la naturaleza, la deficiencia ocurre con mayor frecuencia de lo esperado, porque la mayor parte de este mineral se encuentra en forma férrica (no hemo) que es difícil de absorber y, por tanto, poco biodisponible¹¹⁹. El hierro hemo, de origen animal, es la forma más fácilmente absorbible, con una biodisponibilidad 2 a 3 veces mayor que la del hierro no hemo, pero la escasez de carne en la alimentación de una gran proporción de la población del mundo hace que la deficiencia de hierro sea común en el planeta, debido a que, la dieta está basada en cereales y vegetales y es baja en productos de origen animal¹²⁰.

Gran cantidad de población a nivel mundial presenta deficiencias de zinc, por dietas insuficientes (pobre biodisponibilidad) y otras dietas ricas en vegetales que inhiben la absorción de este; estudios en niños entre 6 y 36 meses, han demostrado deficiencias de zinc por la velocidad de crecimiento de los niños. Una buena fuente de zinc es la carne, la cual no es disponible para toda la población¹²¹.

¹¹⁶ OMS. Op. Cit.

¹¹⁷ WHO: BENOIST Bruno, McLean Erin, COGSWELL Mary, EGLI Ines. Worldwide prevalence of anemia 1993-2005. En: WHO Global Database on Anemia. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2008.

¹¹⁸ ELALFY, M. S et al. Pattern of milk feeding and family size as risk factors for iron deficiency anemia among poor Egyptian infants 6 to 24 months old. En: Nutrition Research, Vol. 32, No.2 (feb. 2012); p. 93-99.

¹¹⁹ ALCARAZ LÓPEZ, Gloria Margarita et al. Anemia y anemia por déficit de hierro en niños menores de cinco años y su relación con el consumo de hierro en la alimentación. Turbo, Antioquia, Colombia. En: Investigación y Educación en Enfermería. Vol. 24, No. 2 (Dic. 2006); p.16-29

¹²⁰ Ibid.

¹²¹ SCHNEIDER, J. M. et al. The Prevalence of Low Serum Zinc and Copper Levels and Dietary Habits Associated with Serum Zinc and Copper in 12- to 36-Month-Old Children from Low-Income Families at Risk for Iron Deficiency. En: Journal of the American Dietetic Association. Vol. 107, No.11 (2007); p.1924-1929.

La deficiencia de vitamina A es una causa importante de la morbilidad, la mortalidad, y la ceguera en niños en edad preescolar. En países en desarrollo, las principales fuentes dietéticas de esta vitamina son carotenoides - provitamina A, que se pueden encontrar en vegetales de hojas verdes y frutas de color naranja y amarillo; la baja biodisponibilidad del carotenoide produce infecciones y diarreas, la vitamina A, tiene una biodisponibilidad de 12:1 para β -caroteno de los vegetales y frutas^{122 123}.

Colombia vive actualmente una transición demográfica y nutricional, debido a que su población presenta al mismo tiempo problemas por déficit y exceso de peso en los diferentes grupos etarios. En los niños aun se observa un retraso del crecimiento, en especial en aquellos de nivel 1 y 2 del sisben, de madres con menor grado de educación, y en regiones Atlántica, Orinoquía, Amazonia y Pacífica¹²⁴.

En Colombia, se encuentra deficiencia en la ingesta de vitamina A, hierro y el zinc que causa detención del crecimiento y alteraciones del desarrollo cognitivo^{125 126}. Uno de cada 6 niños de 1-4 años presenta anemia en mayor proporción en el área rural y en la población clasificada 1 y 2 del sisben¹²⁷. Uno de cada 4 niños de 1-4 años presentó deficiencia de vitamina A y cerca de 1 de cada 2 en este grupo de edad presenta niveles bajos de zinc, situación que es considerada como un problema severo de salud pública según la OMS¹²⁸. Existen diversos programas destinados a la población de menores recursos en los que se entregan alimentos especialmente diseñados en su composición en macro y micronutrientes, para cubrir los requerimientos básicos de los niños menores de 2 años que representan uno de los grupos más vulnerables. Si bien estos alimentos están fortificados con vitaminas y minerales, en su gran mayoría están compuestos por cereales, que aportarían fitatos responsables de la disminución de la biodisponibilidad de los minerales¹²⁹. Otro aspecto a considerar es que estas comidas se preparan con leche y las

¹²² KEITH P., WEST. J., DARNTON-HILL. Ian. Vitamin A deficiency. En: Nutrition and health in developing countries. New York: 2008. p. 377-433.

¹²³ SEMBA, R., et al. Low intake of vitamin rich foods among children, aged 12 a 35 months, in India: association with malnutrition, anemia, and missed child survival interventions. En: Nutrition. Vol. 26, No. 10 (2009); p. 958-962.

¹²⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF. Op.cit.

¹²⁵ PEREZ SUAREZ, Op. Cit.

¹²⁶ OMS. Op. Cit.

¹²⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF. Op.cit.

¹²⁸ OMS. Op. Cit.

¹²⁹ BINAGHI J, Maria et al. Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. En: revista chilena de nutrición. Vol. 34, No. 1 (mar. 2007); p. 56-60.

proteínas lácteas disminuyen también la absorción de hierro^{130 131}. Entre los programas de complementación nutricional tales como la bienestarina, la fortificación de harina de trigo con vitamina B1, B2, hierro y otros micronutrientes, la cual es de aplicación a nivel nacional, o la suplementación con hierro, ácido fólico y calcio, que son de índole departamental y municipal^{132 133}.

Los alimentos de mayor consumo en la alimentación complementaria de niños menores de tres años son cereales, líquidos no lácteos (agua, jugos, agua de panela u otros), y fuentes de proteína como carne, pescado o huevo, no es común el consumo de frutas y verduras en la dieta complementaria¹³⁴.

3.1.1 Importancia de las vitaminas y minerales en la nutrición y salud de la población infantil

Calcio Ca:

Es vital para la fortaleza de los huesos, dientes y salud de las encías. También es importante para mantener la regularidad de la frecuencia cardiaca, para la transmisión de los impulsos nerviosos. Disminuye el nivel de colesterol, ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, necesario para el crecimiento y las contracciones de los músculos. Aumenta la tasa de crecimiento óseo y la densidad mineral ósea en los niños; es esencial para la coagulación de la sangre, ayuda a bajar la presión arterial y prevenir la pérdida de hueso asociado con la osteoporosis. El calcio protege del plomo a los huesos y los dientes por que inhibe la absorción de este toxico^{135 136 137 138}.

¹³⁰ Ibid.

¹³¹ VERA. Gloria, D. P. S., HODGSON, Maria Isabel, ATALAH, Eduardo. Analisis críticos del PNAC: alternativas para optimizar la calidad nutricional de los alimentos destinados a los menores de 2 años de edad. Chile. 2010

¹³² BERMÚDEZ, Ana Silvia y GUZMAN Rosa. Química de alimentos: Vitaminas. Bogotá Colombia. 2008; p. 388- 98.

¹³³ ICBF. Bienestarina. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bogotá D.C. 2008.

¹³⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF, Op. Cit.

¹³⁵ PETTIFOR John M. Epidemiología de las deficiencias de vitamina D y calcio. En: Nestlé Nutrition Workshop Series Pediatric Program [en línea] Vol. 54, 2004.
http://www.nestlenutritioninstitute.org/intl/es/resources/library/Free/workshop/n_54/Documents/01Deficiencias%20de%20micronutrientes%20durante%20el%20per%C3%ADodo%20de%20destete.pdf#page=12. [Citado el 15 de Noviembre de 2012].

- Factores de la dieta que influyen en la biodisponibilidad:
Factores que favorecen: pH ácido, azúcares simples (lactosa, manosa, xilosa), ácido como el láctico y el cítrico, la presencia de vit. D es indispensable para la absorción, en consecuencia niveles adecuados de vit. D, favorecen la biodisponibilidad del Ca^{139 140 141}.
- Factores que disminuyen la biodisponibilidad: los fitatos y fosfatos, que forman complejos insolubles con Ca; alto contenido de fibra, el componente responsable parece ser el ácido urónico; la alta concentración de grasas, por la formación de jabones; la presencia de una esteatorrea. Ingesta excesiva de magnesio, en algunos casos se asocia a una menor absorción de Ca y en otros no tiene efecto^{142 143 144 145}.

Hierro Fe:

La función más importante del hierro en el organismo es producir hemoglobina, mioglobina, y oxigenar los glóbulos rojos y su deficiencia produce anemia en lactantes, niños menores de 5 años (especialmente en los menores de 24 meses), embarazadas y mujeres en edad fértil¹⁴⁶. Es el mineral más abundante en la sangre; es fundamental para muchas enzimas, entre ellas la catalasa y es importante para el crecimiento. Así mismo, el

¹³⁶ PENSANTI. Helen, HOFFMAN. Bárbara A. Una guía rápida sobre vitaminas, minerales y suplementos. Nashville, Estados Unidos: Editorial Caribe, Inc., 2005.

¹³⁷ TORRES ACOSTA, Rafael y CALVO ARAUJO, Félix Manuel. Enfermedad hipertensiva del embarazo y el calcio. En: Rev Cubana Obstet Ginecol, Vol.37, No.4 (2011).

¹³⁸ VIDAL, E. Manual práctico de Nutrición y Dietoterapia. 1° ed. España:Monsa- Prayma. 2009

¹³⁹ Ibid.

¹⁴⁰ VALENCIA GARCIA, Francia Elena; ROMAN MORALES, María Orfilia y CARDONA SANCHEZ, Diana Patricia. El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. En: Rev. Lasallista Investig. Vol.8, No.1; 2011

¹⁴¹ MARIANA Prieto, R. I. Vitaminas y Minerales [en línea]. <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/vita_min.html> [Citado el 12 de Mayo de 2012]

¹⁴² BALCH, P. y J. B. Vitaminas y minerales. New York. 2000

¹⁴³ MARIANA, Op. Cit.

¹⁴⁴ VIDAL, Op. Cit.

¹⁴⁵ MARTÍNEZ de VICTORIA, Op. Cit.

¹⁴⁶ SELVA SUAREZ, L., OCHOA ALONSO, Alcides Abad. Acciones para la prevención y control de la anemia por deficiencia de hierro en niños hasta cinco años. En: Revista Cubana de Salud Pública. Vol. 37 (2011); p. 200-206.

hierro se requiere para el sano funcionamiento del sistema inmunológico y para la producción de energía^{147 148}.

- Factores que influyen en la biodisponibilidad:
Tipos de hierro presentes en la dieta y cantidad de hierro hemo y no hemo: el Fe presente en las carnes se absorbe mejor, por ejemplo el hígado vacuno presenta una absorción de 12-18%, pescado 10% y las carnes de vacuno entre 18-20%. A medida que aumenta la cantidad de hierro hémico en la dieta mejor es la absorción.
El Fe no hemo de los vegetales tiene una menor absorción (1-5%) y es afectada por la dieta. Por ello la absorción de Fe presente en una dieta mixta, se estima que es de 5-7%.^{149 150}.

Zinc Zn:

El zinc es un elemento esencial en la nutrición del ser humano en todas las edades, principalmente para mujeres embarazadas, niños y adultos mayores¹⁵¹; actúa sobre el ADN, ARN, el metabolismo de la membrana, el crecimiento y división celular, promueve la salud del sistema inmune¹⁵², es útil para la cicatrización de las heridas, protege el hígado contra el daño que ocasionan los agentes químicos y es vital para la formación de los huesos y del colágeno; también ayuda a combatir y prevenir la formación de radicales libres¹⁵³, se debe tomar en la cantidad adecuada para cada período de vida¹⁵⁴.

Para que la sangre tenga una concentración adecuada de vitamina E se requiere un consumo suficiente de zinc y una absorción correcta de este mineral. Además el zinc aumenta la absorción de la vitamina A.^{155 156 157}.

¹⁴⁷ PABON MENDOZA. Luz, et al. Prevalencia de anemia por déficit de hierro en niños de 6 meses a 5 años de edad del municipio Arismendi del Estado Nueva Esparta: Venezuela 2001. En: Rev. Esp. Salud Publica. Vol.76, No.3, 2002.

¹⁴⁸ VIDAL, Op. Cit.

¹⁴⁹ BALCH, Op. Cit.

¹⁵⁰ VIDAL, Op. Cit.

¹⁵¹ SELOW. Marcela, et al. Use Of Zinc In Health from Early Childhood To Late Age. En: Alim. Nutr., Araraquara. Vol. 18 (2007); p. 457-469.

¹⁵² SELVA SUAREZ, Op.cit.

¹⁵³ VIDAL, Op. Cit.

¹⁵⁴ SELOW, Op. Cit.

¹⁵⁵ BALCH, Op. Cit.

Vitamina A:

Previene la ceguera nocturna, problemas oculares, trastornos cutáneos, como el acné. Esta vitamina aumenta la inmunidad, se requiere para preservar y reparar el tejido epitelial, del cual se compone la piel y las membranas mucosas. Es importante en la formación de los huesos y los dientes; actúa como antioxidante ayudando a proteger las células del cáncer y otras enfermedades^{158 159 160}.

Toxicidad: Es posible provocar hipervitaminosis A aguda con una dosis mayor de 200mg, de retinol en adultos o mas de 100mg. en niños. Los síntomas son: dolor y fragilidad ósea, hidrocefalea y vómitos (lactantes y niños), piel seca y agrietada, uñas frágiles, alopecia, gingivitis, queilosis, anorexia, irritabilidad, fatiga, hepatomegalia y función hepática anormal, ascitis e hipertensión portal. La hipervitaminosis A crónica se debe comúnmente al uso inadecuado de suplementos^{161 162 163}.

Vitamina B₁₂:

Es necesaria para prevenir la anemia. Esta vitamina le ayuda al ácido fólico a regular el desarrollo de los glóbulos rojos de la sangre y favorece la utilización del hierro. También es necesaria para la buena digestión, la absorción de los alimentos, la síntesis de las proteínas y el metabolismo de los carbohidratos y grasas; contribuye a la formación de células, previene el daño de los nervios. La vitamina B₁₂ se asocia con la producción de acetilcolina, un neurotransmisor que estimula la memoria y el aprendizaje^{164 165 166}.

¹⁵⁶PRIETO Mariana, R. I. Vitaminas y Minerales [en línea].
<http://www.nutrinfo.com/pagina/info/vita_min.html> [Citado el 12 de Mayo de 2012].

¹⁵⁷ VIDAL, Op. Cit.

¹⁵⁸ BALCH, Op. Cit.

¹⁵⁹ PRIETO, Op. Cit.

¹⁶⁰ VIDAL, Op. Cit.

¹⁶¹ BALCH, Op. Cit.

¹⁶² PRIETO, Op. Cit.

¹⁶³ VIDAL, Op. Cit.

¹⁶⁴ BALCH, Op. Cit.

¹⁶⁵ PRIETO, Op. Cit.

¹⁶⁶ VIDAL, Op. Cit.

La cobalamina casi nunca se encuentra libre sino conjugada con alguna de estas proteínas. La vitamina es liberada de los alimentos por la acción de los ácidos y la pepsina del estómago, aquí se une con la haptocorrina secretada en la saliva con una afinidad que persiste al pH ácido del jugo gástrico. En el duodeno la haptocorrina se hidroliza por las enzimas pancreáticas y la cobalamina se une al factor intrínseco secretado del estómago, que presumiblemente la envuelve protegiéndola de las enzimas proteolíticas. Este complejo es absorbido por un receptor específico en el íleon. La unión al receptor capacita al complejo factor intrínseco-B12 entrar en las células entéricas; dentro de la célula el factor intrínseco se degrada y la cobalamina es liberada, uniéndose a la transcobalamina II la cual la transporta a la circulación portal¹⁶⁷.

Vitamina B₉ (ácido fólico C₁₉H₁₉N₇O₆)

Interviene en la prevención de la anemia macrocítica¹⁶⁸. Se requiere para la producción de energía y la formación de los glóbulos rojos. Intensifica la respuesta inmunológica porque contribuye al adecuado desarrollo y funcionamiento de los glóbulos blancos. Debido a que funciona como coenzima en la síntesis de DNA y RNA, es importante para la correcta división y replicación de células, participa en el metabolismo de proteínas y se utiliza para prevenir anemia ocasionada por su deficiencia^{169 170 171}.

Toxicidad: No se han señalado toxicidades en adultos con dosis diarias de 15mg, pero aun no se comprobó el efecto que tiene en el feto^{172 173 174}.

¹⁶⁷ RODRÍGUEZ PITA, G.. Ácido fólico y vitamina B12 en la nutrición humana. En: Revista Cubana Alimentación Nutrición. Vol. 12 (1998); p.107-19.

¹⁶⁸ SAMANIEGO-VAESKEN. Maria de Lourdes, ALONSO-APERTE. Elena, VARELA-MOREIRAS, Gregorio. Analysis and evaluation of voluntary folic acid fortification of breakfast cereals in the Spanish market. En: Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 23, No.5 (Ago. 2010); p. 419-423.

¹⁶⁹ HO, Jacqueline. J., VYVEGANATHAN Lavitha y SEKARAN Jayaseelan. (2006). "Consumption of cereal flour in a Malaysian population: flour fortification to prevent neural tube defect may be feasible in a rice-eating country. En: Ecology of food and nutrition. Vol. 45, No. 1 (Ene. 2006); p. 53-60

¹⁷⁰ OLIVARES, A., et al. Calidad de los datos del contenido en Ácido fólico en vegetales recogidos en varias tablas de composición de alimentos españolas, y nuevos datos sobre su contenido en folatos. En: Nutrición Hospitalaria Vol. 21 (2006); p. 97-108.

¹⁷¹ SUÁREZ, M. Ácido Fólico: nutriente redescubierto. En: Acta Medica Costarricense. Vol. 45, No.1 (2003); p.5-9.

¹⁷² BALCH, Op. Cit.

¹⁷³ PRIETO, Op. Cit.

¹⁷⁴ VIDAL, Op. Cit.

Tradicionalmente, se ha considerado una vitamina segura, sin embargo, la ingesta excesiva podría derivar en el enmascaramiento de la deficiencia de vitamina B12 en los ancianos, una condición que causa daños neurológicamente irreversibles¹⁷⁵.

Dependiendo de las carencias de vitaminas y minerales, presentes en un grupo poblacional de un país, serán los micronutrientes adicionados en los alimentos a desarrollar; sin embargo se debe tener en cuenta factores tales como su biodisponibilidad, diferentes matrices alimentarias, pH, solubilidad, temperatura, procesos de elaboración, entre otros.

3.2 COMPUESTOS PARA FORTIFICAR

En la elección del compuesto a utilizar se tienen presentes varios aspectos como: biodisponibilidad, cambios que produzca en las características sensoriales del alimento y su incidencia sobre el costo final del producto¹⁷⁶.

Resulta más efectiva la fortificación de los alimentos con más de un mineral o vitamina, cuando sea necesario y factible de realizar. Sin embargo, cada nutriente posee sus propias implicancias científicas y tecnológicas, las cuales deberán ser cuidadosamente consideradas en el momento de planificar la estrategia de fortificación o el diseño de un alimento funcional fortificado¹⁷⁷; se menciona en la tabla 5 diferentes compuestos para fortificar de los micronutrientes.

Tabla 5. Compuestos para fortificar, ventajas y desventajas

NUTRIENTE	COMPUESTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HIERRO	Sulfato Ferroso	Su solubilidad es instantánea en el estómago. La absorción puede variar de aproximadamente un 1% a quizás un 50%, según el estado nutricional de hierro del individuo, la presencia de promotores e inhibidores de absorción del hierro en la comida y el contenido de hierro de	Puede causar cambios sensoriales (sabor, color y olor) debido a la oxidación de grasas (rancidez). Puede modificar las propiedades físicas del producto final hecho con los alimentos fortificados y precipitarse como complejos de hierro insolubles cuando se usa en preparaciones líquidas.

¹⁷⁵ SAMANIEGO-VAESKEN, Op. Cit.

¹⁷⁶ ALIMENTOS. "Claves para la fortificación de alimentos. En: revista para la industria de alimentos 5 ed. 2007.

¹⁷⁷ Ibid.

		la comida.	
	Hierro Aminoquelado	Su absorción a partir del bisglicinato es 1.1 a 5.0 veces mayor que la absorción de sulfato ferroso ¹⁷⁸ ; útil para fortificar la leche. Causa pocas reacciones en los alimentos	Tiende a causar reacciones sobre el color y la oxidación de grasas. Costo mayor que el sulfato ferroso
	Hierro EDTA	La absorción es dos a tres veces mayor que en el caso del sulfato ferroso ¹⁷⁹ . Evita la oxidación y la rancidez de las grasas.	Puede causar cambios de color inadmisibles en algunos vehículos alimentarios. Poco disponible en el mercado, alto costo
CALCIO	Citrato de Calcio	Se usa para fortificar jugos de naranja o uva, bebidas oscuras. Apto para el procesamiento de alimentos en frío o caliente, fácil dispersión ¹⁸⁰ 181 182	Soluble a temperaturas bajas ¹⁸³ . Aumento pulso cardíaco, reacciones alérgicas ¹⁸⁴ . Pocos efectos negativos en bebidas lácteas ¹⁸⁵ .

¹⁷⁸ BOVELL-BENJAMIN AC, V. F., ALLEN LH. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. En: American journal of Clinical Nutrition. Vol. 71, No. 6 (jun. 2000); p. 1563-9.

¹⁷⁹ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos. En: Guía para América latina y el Caribe, 2002 [en línea]. <http://www.paho.org/Spanish/AD/FCH/NU/FRM03_HierroGuias.pdf> [Citado el 30 de Octubre de 2012].

¹⁸⁰ EUROPE, Wellness Foods. Viabilidad de la fortificación con calcio de bebidas lácteas y de soya. En: Mundo Lácteo (nov. 2004)

¹⁸¹ GERSTNER Gerhard. Bebidas enriquecidas con calcio, el desafío de la fortificación. En: Énfasis Alimentación, N°4, agosto/septiembre 2002

¹⁸² MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause Dietoterapia. 12ª ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2009

¹⁸³ EUROPE, Op. Cit.

¹⁸⁴ ANSWER. Citrato de calcio [en línea]. <<http://www.answers.com/topic/citrato-de-calcio-colecalciferol-tableta-oral>> [Citado el 29 de Octubre de 2012].

¹⁸⁵ EUROPE, Op. Cit.

	Carbonato de Calcio	Actúa como antiácido. Insoluble en agua. Bajo costo ^{186 187} .	Sensaciones arenosas en el paladar y pueden promover la astringencia o regusto amargo en el producto final.
	Gluconato de Calcio	Ideal para preparaciones Instantáneas, usado en bebidas claras y fortificadas. Buena cantidad de calcio por porción, buena solubilidad ^{188 189}	Costo alto. Puede causar estreñimiento, náuseas y malestar estomacal
ZINC	Oxido de Zinc	Usado para fortificación de cereales, no causa problemas organolépticos en baja dosis ¹⁹⁰	Poco útil en lo nutricional, astringente ¹⁹¹
	Sulfato de Zinc	Se absorbe mejor que el oxido de zinc ¹⁹²	Astringente, Produce cambios en las características sensoriales del alimento, puede provocar náuseas
	Citrato de Zinc	Se absorbe bien ¹⁹³	Sabor fuerte, poco útil para fortificar a nivel Industrial
	Zinc Aminoquelado	Compuesto protegido estabilizado con glicina. Utilizado en productos lácteos y jugos de frutas.	Muy costoso con relación a su concentración de Zn

¹⁸⁶ GERSTNER, Op. Cit.

¹⁸⁷ MAHAN, Op. Cit.

¹⁸⁸ GERSTNER, Op. Cit.

¹⁸⁹ MAHAN, Op. Cit.

¹⁹⁰ SALGUEIRO. Maria Jimena et al. Fortification Strategies to combat zinc and iron deficiency. En: Nutr Rev. Vol. 60, No.2 (Feb.2002); p. 52-8.

¹⁹¹ Ibid.

¹⁹² Ibid.

¹⁹³ Ibid.

		Posee una buena biodisponibilidad ¹⁹⁴	
VITAMINA A	Propionato	Usado para fortificar aceites y grasas (margarinas y esparcibles) ¹⁹⁵	Sensible a la luz, calor, oxígeno, pH, temperatura, elementos de transición (Fe III y Cu II) y humedad ¹⁹⁶
	Acetato	Utilizado para suplementos encapsulados, Margarinas y aceites. Bajo costo ^{197 198}	
	Palmitato	Usado en margarinas, aceites, leches y derivados lácteos ¹⁹⁹	Alto costo ²⁰⁰
VITAMINA B₁₂	Cobalamina	Se puede usar con las vitaminas del complejo B, usada para productos de bebés y niños pequeños, productos para atletas y dietéticos, para jugos multivitamínicos y cereales para el desayuno ^{201 202} .	Se descompone por los rayos uv, la luz, temperaturas entre 210 y 220°C. Es altamente higroscópica
VITAMINA B₉	Acido Fólico	Se añade a un gran número de ingredientes y productos alimenticios tales como alimentos para los bebés y los niños	Poco soluble en alcohol y en agua

¹⁹⁴ Ibid.

¹⁹⁵ ROSA. María, et al. (2010). Capítulo22: vitamina A. En: Tratado de nutrición. Gil. Angel.

¹⁹⁶ BASF. Fichas técnicas de vitaminas. En: Human Nutrition, technical information. 2005.

¹⁹⁷ ROSA, Op.cit

¹⁹⁸ BASF , Op. Cit

¹⁹⁹ ROSA, Op.cit

²⁰⁰ BASF , Op. Cit

²⁰¹ Ibid.

²⁰² MOREIRAS, E. y. G. V. Capítulo 21 ácido Fólico y Vitamina B12. En: tratado de nutrición. Gil. Angel. 2010.

		pequeños, alimenticios para mujeres, dietéticos, multivitaminas, para el desayuno ²⁰³ .	productos para productos zumos y cereales ²⁰³ .
--	--	--	--

3.2.1 Minerales Aminoquelados

Los minerales quelados con aminoácidos son sales orgánicas, en las cuales el aminoácido funciona como vehículo para transportar el mineral en su forma natural al organismo. Estas sales a diferencia de las sales inorgánicas, tienen el 99% de probabilidad de ser absorbidas por el cuerpo, dependiendo de la dieta de las personas, edad y sexo; es la forma más natural por la cual el organismo puede absorber un mineral. Quelado significa unión, es decir, que el mineral no se desprenderá de su molécula, entrará directamente por las membranas del intestino y después al torrente sanguíneo donde cumplirá su función^{204 205 206 207}.

Según Arzú²⁰⁸, citas de numerosos estudios con animales y humanos han demostrado una y otra vez que los minerales aminoquelados:

- Son plenamente tolerados por el organismo
- Naturales (no tóxicos)
- Altos en biodisponibilidad, es decir, el cuerpo tendrá una alta capacidad en utilizar sus reservas cuando sean necesarias.
- Tienen mínima interacción con otros nutrientes
- Son superiores en actividades fisiológicas
- Poseen mejor absorción en el cuerpo humano.
- Mejores resultados nutricionales^{209 210 211 212}.

²⁰³ Ibid.

²⁰⁴ ASHMEAD, H. D. The absorption and metabolism of iron amino acid chelate. En: Archivos latinoamericanos de nutrición (ALAN). Vol. 51, No. 1, 2001.

²⁰⁵ HURRELL, Richard. Fortification: Overcoming Technical and Practical Barriers. En: Journal of nutrition. Vol. 132, No. 4 (abr. 2002); p. 8065-8125.

²⁰⁶ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Op.cit.

²⁰⁷ YEUN, Kong et al. Iron Absorption from NaFeEDTA is downregulated in Iron-loaded rats. En: Journal of Nutrition. Vol. 134 (2004); p. 2270-2274.

²⁰⁸ ARZÚ ARRIVILLAGA, Mónica. Distribución óptima de un suplemento vitamínico y minerales aminoquelados en la ciudad de Guatemala. Guatemala, 2004. Trabajo de grado (licenciada en Administración de empresas con especialización en Mercadeo). Universidad Francisco Marroquín. Facultad de ciencias económicas.

- se absorben en el yeyuno, por lo que en el tracto gastrointestinal no están sujetos a las interferencias de las sales inorgánicas de los mismos minerales
- Baja reactividad con factores inhibición y otros nutrientes presentes en el alimento
- Mayor absorción que sulfato y el óxido de Zn²¹³.

3.2.2 Sensibilidad de las vitaminas a los tratamientos térmicos

Tabla 6. Sensibilidad de vitaminas frente a diferentes factores

Vitamina	Solubilidad	Oxidación	Reducción	Calor	Luz	Ácidos	Bases
C	+++	+++	o	+++	i	o	+++
B1	+++	+	o	+++	o	o	+++
B2	+	o	+	+	+++	o	+++
B6	+++	o	o	+	+	+	+
B12	+	o	+	+	+	o	+++
Pp	+	o	+		o	o	o
Acido fólico	+	+++	o	+	i	+	o
Acido pantoténico	+	o	o	+	o	+++	+
A	o	+	o	+	+	+	o
D	o	+	o	o	+	o	o
E	o	+++	o	o	+	o	o

+++ Importante, + Moderado, o No efecto, i efecto indirecto.

FUENTE: Vásquez Martínez.

3.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES

La cromatografía es un método físico de separación basado en la distribución de los componentes de una mezcla entre dos fases inmiscibles, una fija o estacionaria y otra móvil. En la cromatografía líquida, la fase móvil es un líquido que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija²¹⁴.

²⁰⁹ ASHMEAD, Op.cit.

²¹⁰ HURREL, Op.cit.

²¹¹ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Op.cit.

²¹² YEUN, Op.cit.

²¹³ HARMONY, I. S. S. Fichas Técnicas [en línea]. <<http://trade.nosis.com/es/HARMONY-INGREDIENTS-SOLUTIONS-SA/30708432071/1/p>>. [Citado el 28 de Octubre de 2012].

²¹⁴ BIOLÓGICA, Química. Cromatografía Líquida De Alta Eficiencia - Hplc Cromatografía Gaseosa - Gc. En: Guía De Trabajos Prácticos, Vol. 4.

Luego de que la separación se ha realizado es necesario cuantificar y cualificar las sustancias que hemos separado, para ello es necesario utilizar detectores basados en una propiedad de la fase móvil, algunos de estos detectores son:

Detector Ultravioleta, el principio de este detector es la absorbancia que presenta la sustancia, hay tres tipos: longitud de onda fija, onda variable y arreglo de Diodos.

Detector de Fluorescencia. Este detector solamente puede detectar compuestos que tengan fluorescencia nativa o inducida por derivatización.

3.3.1 Análisis de vitaminas

Analizar vitaminas en los alimentos no es, a pesar de los recientes avances, una tarea fácil y se necesita experiencia y los conocimientos adecuados para producir resultados reproducibles, que sean exactos y válidos.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de las vitaminas son sensibles a la luz y algunas se oxidan muy rápidamente (debería evitarse la luz solar directa y la brillante), la iluminación artificial es mejor proporcionada por tubos fluorescentes dorados; el calor también contribuye a la isomerización o a una posterior alteración de las vitaminas (evitarse el calor innecesario). Por lo tanto, debe tenerse cuidado en que, la evaporación de los solventes se realice lo más suave posible utilizando un equipamiento adecuado con un buen control de la temperatura, un enfriamiento adecuado de los condensadores y un vacío óptimo²¹⁵.

Vitaminas liposolubles

Las vitaminas A, D, E, K y los carotenoides de provitamina A están siendo determinados principalmente utilizando HPLC. Los métodos para vitamina A y E son relativamente fáciles de seguir por analistas experimentados, si se tiene cuidado con las etapas más críticas. La determinación de la vitamina D y vitamina K es más difícil básicamente debido al bajo contenido encontrado en los alimentos²¹⁶.

Vitaminas hidrosolubles

Se han desarrollado métodos principalmente microbiológicos para la determinación de estos compuestos. Estos son capaces de medir cantidades muy pequeñas de una vitamina en particular en un amplio rango de matrices y con una precisión razonable. Por otra parte, estos métodos necesitan una infraestructura de laboratorio específica, personal capacitado y en general demandan mucho trabajo y tiempo. Algunas de las vitaminas del grupo B también pueden determinarse utilizando procedimientos HPLC o mediante métodos colorimétricos²¹⁷.

²¹⁵ SCHÜEP, W. Análisis de vitaminas en alimentos: producción y manejo de datos de composición química de alimentos. En Nutrición. FAO. 1997

²¹⁶ Ibid.

²¹⁷ Ibid.

El análisis de las vitaminas en los alimentos es un gran desafío para los analistas dado que se asocia con problemas significativos. Muchos de estos problemas han sido eliminados gracias a los recientes avances en la tecnología y el desarrollo de nuevos enfoques analíticos. Entre los métodos físico-químicos, principalmente la cromatografía gas líquido (GLC) y la cromatografía líquida de alta presión (HPLC) han sido aplicados para solucionar muchos problemas relacionados con el análisis de las vitaminas, otros métodos muy utilizados han sido los microbiológicos (EMB)²¹⁸.

La derivatización es muy aplicada en determinación de aminoácidos, vitaminas y proteínas, en dos de los artículos analizados se puede observar el uso de post-columnas para la derivatización de la niacina y la vitamina K1²¹⁹.

Tabla 7. Métodos de análisis para vitaminas

VITAMINAS HIDROSOLUBLES	METODO DE ANÁLISIS
B1 o Tiamina	HPLC derivatización pre UV fase reversa y post columna con fluorescencia de 366 a 435 nm
B2 o Riboflavina	HPLC de fase reversa con fluorescencia de 445 a 530 nm
B6 o Piridoxina	Metodos microbiologicos con <i>Saccharomyces carisbergensis</i> y medicion de turbidez a 580 nm
B12 o Cianocobalamina	Metodos microbiologicos con <i>Lactobacillus leichmanii</i> y medicion de turbidez a 580 nm
Folatos	Metodos microbiologicos con <i>Lactobacillus casei</i> y medicion de turbidez a 660 nm
Acido pantotenico y biotina	Metodos microbiologicos con <i>Lactobacillus plantarum</i> y medicion de turbidez a 660 nm
Niacina	Metodos microbiologicos con <i>Lactobacillus plantarum</i> y medicion de turbidez a 420 nm
C o Ácido ascorbico	HPLC UV 254nm
VITAMINAS LIPOSOLUBLES	
A o Retinol	HPLC fase normal (fluorescencia de 325 a 470 nm) y fase reversa (detector UV a 325 nm)
E o Tocoferol	HPLC fase normal (fluorescencia) de 292 a 330 nm

²¹⁸ Ibid.

²¹⁹ UDLAP. Métodos de derivatización para la separación cromatográfica de aminoácidos. Ciencias de la educación; 2005.

D o Calciferol	HPLC fase normal semipreparativo y luego analítico fase reversa, con detector UV a 265 nm
K o Antihemorrágica	HPLC fase normal semipreparativo y luego analítico fase reversa, con detector UV a 269 nm

FUENTE: Schüep

Los diferentes métodos tienen sus ventajas y desventajas frente a la cuantificación de ciertas vitaminas; sin embargo es importante resaltar que antes de escoger un buen método para determinar el contenido de vitaminas en una matriz debemos conocer su composición, si se trata de una vitamina hidrófila o liposoluble, como es su estabilidad frente a diferentes factores tales como temperatura, luz, calor, aire, etc., además de saber si estas se encuentran recubiertas o no, con la matriz donde va incorporada; aunque los detectores en algunos HPLC, era menos sensibles, esta técnica permitía realizar el análisis con errores mínimos, su selección dependerá además del tiempo, equipo con que se cuente, costos, la validación de métodos por el laboratorio, etc.^{220 221 222}

Se podría decir que para las vitaminas hidrosolubles analizadas el método más efectivo puede ser el HPLC de Fase reversa con fluorescencia; y para las vitaminas liposolubles un HPLC en fase normal con fluorescencia. La importancia de una adecuada cuantificación de vitaminas es por varios factores, entre ellos, que al momento de realizar el rotulado nutricional de los productos que las contengan, su contenido pueda ser verificado, además de poder reflejar las condiciones nutricionales de las personas por la presencia de vitaminas en el plasma.

²²⁰ ROSE-SALLIN C., et al. Comparison of microbiological and HPLC fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. En: Food Chemistry. Vol.73; 2001;p.473-480.

²²¹ RODRIGUEZ R. San José et al. Simultaneous determination of vitamin B1 and B2 in complex cereal foods, by reverse phase isocratic HPLC-UV. En: Journal of Cereal Science. Vol.55, No. 3 (May. 2012); p.293-299

²²² WANG LY, et al. Determination of phyloquinone (vitamin K1) in plasma and serum by HPLC with fluorescence detection. En: Clinica Chimica Acta. Vol. 347; 2004; p.199-207.

3.3.2 Análisis de minerales

En la actualidad, está disponible una amplia variedad de métodos analíticos para el análisis de minerales y elementos traza en los alimentos. Los métodos más frecuentemente utilizados incluyen:²²³

- Espectrofotometría
- Fluorometría
- Espectrometría de absorción atómica, -AAS- (atomic absorption spectrometry)
- Espectrometría de absorción atómica de llama, -FAAS- (flame atomic absorption spectrometry)
- Espectrometría de absorción atómica de horno de grafito, -GFAAS- (graphite furnace atomic absorption spectrometry)
- Espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros, -HGAAS- (hydride generation atomic absorption spectrometry)
- Espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente, ICP-AES- (inductively coupled plasma atomic emission spectrometry)
- Espectrometría de masa de plasma acoplado Inductivamente, -ICP- MS- (inductively coupled plasma mass spectrometry)

La elección del método analítico, por lo general, depende de la instrumentación disponible, la experiencia del laboratorio y los niveles de concentración del analito.²²⁴

Al realizar las pruebas analíticas es importante conocer las metodologías para determinar las cantidades por porción de cada micronutriente, que esté de acuerdo a la porción del alimento requerido. Para conservar estas cantidades es necesario tener en cuenta, que dichos micronutrientes son sensibles a la luz, temperatura, oxígeno, calor y humedad; por lo tanto el empaque cumple una función para la protección y conservación de estos en el medio.

3.4 EMPAQUES

Cada vez los empaques para alimentos toman mayor importancia, no solo para conservarlos adecuadamente, sino como fórmula exitosa para satisfacer las exigencias de los clientes al ofrecer los productos de manera más apetitosa, novedosa y atractiva. En un producto para niños de 12 a 36 meses es importante tener en cuenta un buen empaque que sea resistente,

²²³ KASTENMAYER PETER. Capítulo 20: análisis de minerales y elementos traza en alimentos. En: producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Edición ONU-FAO. Santiago, Chile. 1997

²²⁴ *Ibíd.*

que pueda llegar a zonas vulnerables, que sea llamativo, fácil de abrir, con la información necesaria y fácil de entender para las personas que van a suministrar este alimento a los niños²²⁵ y Los consumidores tienen la capacidad para asociar formas y colores con determinadas características que integran categorías (las cuales se ven influenciadas por creencias y emociones).²²⁶ Los colores y diseños facilitan la toma de decisión en el momento de compra. No solo estos juegan un papel importante, también los logos y elementos simbólicos tienen un significado de acuerdo con la experiencia²²⁷.

3.4.1 Conservación de alimentos

Una de las formas de conservar los alimentos es en atmósferas modificada (AM) que consiste en empaquetar los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de los gases, en los cuales el ambiente gaseoso ha sido modificado para disminuir el grado de respiración, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de alargar la vida útil del producto²²⁸.

Dependiendo de las exigencias del alimento a envasar, se requerirá una atmósfera con ambientes ricos en CO₂ y pobres en O₂ -los cuales reducen el proceso de respiración en los productos, conservando sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas por un mayor tiempo-, y en función de ésta, se elegirá el empaque o película de protección que también tendrá que ofrecer una transparencia que permita visualizar los productos y que brinde resistencia mecánica²²⁹. Hay que tener en cuenta que el aire y O₂ ejercen efectos destructores sobre las vitaminas (particularmente la vitamina A y C) sobre los colores, los sabores y otros componentes de los alimentos.

3.4.2 Tipos de películas

- **Polietileno de baja densidad.** Presenta una inercia química relativa y su permeabilidad es moderadamente baja al vapor de agua, pero alta para el O₂. En

²²⁵ GROUP, D. últimas tendencias en empaques para alimentos [en línea]. <<http://sites.paginasamarillas.com/empaqueeeditorial/docs/Ultimas%20tendencias%20en%20empaque.pdf>> [Citado el 18 de Noviembre de 2012].

²²⁶ LOKEN, B. Consumer psychology: categorization, inferences, affect, and persuasion. En: annual review of Psychology. Vol. 57(2006); p.453-485.

²²⁷ ARBOLEDA ARANGO, Ana María. Percepciones del color y de la forma de los empaques: una experiencia de aprendizaje. En: estudios gerenciales. Vol 24, No. 106; 2008, p. 31-45.

²²⁸ OSPINA MENESES. Silvia Marcela y CARTAGENA VALENZUELA, Jose R. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. En: Revista Lasallista De Investigación. Vol. 5, No. 2 (2008); p. 112-123.

²²⁹ Ibid.

general, la permeabilidad a los gases es alta, y también presenta un reducido efecto barrera frente a olores; los aceites esenciales pasan rápidamente a través de los polietilenos de baja densidad²³⁰.

- **El polipropileno.** Es químicamente similar al polietileno y puede ser extruído o coextruído con un elemento monómero para proporcionar características de sellado por calor. El polipropileno de tipo orientado, aunque tiene mayores rangos de barrera frente al vapor de agua que el polietileno, también proporciona una mayor barrera a los gases -siete a diez veces-, teniendo además una excelente resistencia a las grasas²³¹.
- **El policloruro vinilo.** En su forma no plastificada, esta película es la lámina base termoformable más ampliamente utilizada para envasado en atmósfera modificada. El policloruro vinilo posee una buena capacidad barrera frente a los gases y moderada al vapor de agua. Posee una excelente resistencia a grasas y aceites, y en su forma no plastificada, se pueden formar bandejas planas o profundas²³².

²³⁰ RESTREPO, R. Sistema de conservación de alimentos bajo el sistema de atmósfera modificada. Curso Internacional De Tecnología cárnica. 2003

²³¹ OSPINA MENESES, Op. Cit.

²³² Ibid.

4. CONCLUSIONES

- Se logró obtener la información necesaria sobre las materias primas más utilizadas, los equipos, las técnicas de elaboración y las técnicas analíticas para cuantificación de micronutrientes, para elaborar una papilla fortificada, económica y de fácil preparación para los niños de 12 a 36 meses.
- Fortificar alimentos para niños (1- 3 Años), con las vitaminas y minerales que ellos requieren; es parte de la solución frente a la deficiencia de estos micronutrientes y una manera de prevenir y contribuir con la disminución de esta problemática y su futura incidencia con el desarrollo del país.
- Al momento de desarrollar alimentos infantiles es necesario tener en cuenta el rango de edad, ya que de este dependen las deficiencias nutricionales de cada población, la preferencia de ciertos tipos de alimentos por parte del consumidor final y la cantidad del micronutriente que se va adicionar en este; por ello, las papillas fortificadas son una buena opción de alimentación para niños entre estas edades, ya que son de su agrado, aptas para la población que presenta deficiencias.
- Al seleccionar las fuentes de los micronutrientes adicionados a las papillas infantiles, se debe tener en cuenta que no afecten las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales del producto; los compuestos de minerales más utilizados son los aminoquelados ya que poseen mayor biodisponibilidad.
- Los equipos, materiales y procesos para la elaboración de papillas que se mencionan en el trabajo, son los necesarios para el desarrollo de este tipo de producto.

BIBLIOGRAFIA

- 3º ESO C. Tamizado o Cribado, Separación de mezclas heterogéneas [en línea] <<http://www.colegiopioxii.com/Web%203%BA%20ESO/3%BA%20C/Laura%20Lacomba%20y%20Ana%20Requena/Tamizado%20o%20Cribado.htm>> [Citado el 10 de Octubre de 2012].
- ALCARAZ LÓPEZ, Gloria Margarita et al. Anemia y anemia por déficit de hierro en niños menores de cinco años y su relación con el consumo de hierro en la alimentación. Turbo, Antioquia, Colombia. En: Investigación y Educación en Enfermería. Vol. 24, No. 2 (Dic. 2006); p.16-29.
- ALIMENTARIAS, Industrias. Elaborador de alimentos infantiles [en línea] <<http://prometeo.us.es/recursos/guias/indualimen/IAAD50.htm>> [Citado el 12 de Septiembre de 2012]
- ANGELA, M. y F. Yañez. Obesidad y síndrome metabólico en niños: Prevalencia y Fisiopatología. En: Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo. Vol. 5, No. 2 (jun. 2007); p. 31-32.
- ANSWER. Citrato de calcio [en línea]. <<http://www.answers.com/topic/citrato-de-calcio-colecalciferol-tableta-oral>> [Citado el 29 de Octubre de 2012].
- ANTIOQUIA. MANA. Manual para la atención integral de los niños y niñas con desnutrición: tablas. Medellín, Colombia. 2009.
- ARBOLEDA ARANGO, Ana María. Percepciones del color y de la forma de los paquetes: una experiencia de aprendizaje. En: estudios gerenciales. Vol 24, No. 106; 2008, p. 31-45.
- ARZÚ ARRIVILLAGA, Mónica. Distribución óptima de un suplemento vitamínico y minerales aminoquelados en la ciudad de Guatemala. Guatemala, 2004 . Trabajo de grado (licenciada en Administracion de empresas con especializacion en Mercadeo). Universidad Francisco Marroquín. Facultad de ciencias económicas.
- ASHMEAD, H. D. The absorption and metabolism of iron amino acid chelate. En: Archivos latinoamericanos de nutrición (ALAN). Vol. 51, No. 1, 2001.
- AURIS GARCÍA M., PACHECO-DELAHAYE, Emperatriz. Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (arracacia xanthorrhiza) con la adición de ácido fólico. En: Revista Chilena de Nutricion. Vol. 37, No. 4 (Dic. 2010); p.480-492.
- BABY CENTER .Guía para alimentar a tu hijo de los 12 a los 36 meses [en línea]. <<http://www.babycenter.es/a5700115/gu%C3%ADa-para-alimentar-a-tu-hijo-de-los-12-a-los-36-meses->>. [Citado el 22 de Octubre de 2012].
- BALCH, P. y J. B. Vitaminas y minerales. New York. 2000
- BASF. Fichas técnicas de vitaminas. En: Human Nutrition, technical information. 2005.
- BERMEJO, Marival. Mezcla. En: Tecnología Farmacéutica curso 2002-2003. Departamenteo de Farmacia y Tecnologia Farmacéutica. Universidad de Valencia.
- BERMÚDEZ, Ana Silvia y GUZMAN Rosa. Química de alimentos: Vitaminas. Bogotá Colombia. 2008; p. 388- 98.

- BIGLIANI, Giuseppe R. Determinación del coeficiente de variación en una mezcla [en línea]. <<http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/foros/determinacion-coeficiente-variacion-mezcla-t4328/800-p0.htm>> [Citado el 05 de Octubre de 2012].
- BINAGHI J, Maria et al. Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. En: revista chilena de nutrición. Vol. 34, No. 1 (mar. 2007); p. 56-60.
- BIOLÓGICA, Química. Cromatografía Líquida De Alta Eficiencia - Hplc Cromatografía Gaseosa - Gc. En: Guía De Trabajos Prácticos, Vol. 4.
- BORBOR HIDALGO, Anell Isabel y CRESPO ORDÓÑEZ, Alex Geovanny. Diseño de una línea de producción de fertilizantes pulverizados usando molino de pines. Ecuador, 2012. Trabajo de grado (ingenieros mecanicos). Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingenieria en mecanica y ciencias de la produccion.
- BOU RACHED, Lizet et al. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. En: archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol. 56, No. 4 (Dic. 2006); p. 375-383.
- BOVELL-BENJAMIN AC, V. F., ALLEN LH. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. En: American journal of Clinical Nutrition. Vol. 71, No. 6 (jun. 2000); p. 1563-9.
- BRAVO J, Paulina y HODGSON B. Isabel. Trastornos alimentarios del lactante y preescolar. En: Revista chilena de pediatria. Vol. 82, No. 2 (abr. 2011); p. 87-92.
- BRENNAN, F. G. Las operaciones de la ingeniería de alimentos. Zaragoza, España. 1980.
- CAMACHO, M. Martinez - Navarrete, N., y Chiralt, A. Influencia de mezclas de goma de garrofin/lambda-carragenato en las propiedades reológicas y de batido y en la estabilidad de la nata. En: Alimentación, equipos y tecnología, Vol. 20, No.157 (2001); p. 61 – 67
- CARVAJAL FERNANDEZ. Damaris, ALFARO CALVO Thelma, MONGE-ROJAS, Rafael. Deficiencia de Vitamina A en Niños Preescolares: ¿Un Problema reemergente en Costa Rica?. En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 53, No. 3 (sep. 2003); p. 267-270.
- CERECEDA FERNANDEZ, C. et al. Detección de malnutricion al ingreso en el hospital. En: Nutrición Hospitalaria, Vol.18; (2003); p. 95-100.
- CEREZAL MEZQUITA, V. et al. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. En: Nutrición Hospitalaria Vol. 26 (2011); p. 161-169.
- CHARLIE J. INGA, D. Los bebes y la denticion. En: kidshealth, [en línea] 2011. http://kidshealth.org/parent/en_espanol/general/teething_esp.html#. [Citado el 15 de Agosto de 2012].
- CLW ALIMENTOS LTDA. Ficha técnica: Harina de arroz. Brasil.2003.
- COLOMBIA. ICBF, MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Guías Alimentarias Para La Población Colombiana. Alimentación Saludable Para Todos. Bogotá, 2011.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 333: Rotulado nutricional. 10 de Febrero de 2011.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Guías Alimentarias para la población colombiana mayor de dos años. ICBF, Bogotá, 1999
- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. RESOLUCION No. 11488. 22 de agosto de 1984.
- COMASA S.A. Fichas técnicas, equipos industria alimenticia. Buenos Aires, Argentina [en línea]. <<http://www.comasa-sa.com/?cat=77>>. [Citado el 26 de enero de 2013].
- CRUZ AGUDO, Yasmina, et al. Lactancia materna, alimentacion complementaria y malnutricion infantil en los Andes de Bolivia. En: Archivos Latinoamericanos de Nutricion. Vol. 60, No. 1 (mar. 2010); p.7-14.
- CUELLAR, Nidia Alba y DURAN RAMIREZ, Felipe. Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos. 1ed. Bogota: grupo latino editores, 2008
- DAZA, Carlos Hernan. Nutrición infantil y rendimiento escolar. En: Colombia Médica. Vol. 28, No. 2 (ago. 1997); p. 92-98.
- ELALFY, M. S et al. Pattern of milk feeding and family size as risk factors for iron deficiency anemia among poor Egyptian infants 6 to 24 months old. En: Nutrition Research, Vol. 32, No.2 (feb. 2012); p. 93-99.
- ENTREVISTA con Blanca Lucia Cardona, "mezclado" Ingeniera química y docente de la Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia, 26 de Septiembre de 2012.
- EQUITEK. Equipos [en línea]. <<http://equitek.com.mx/equipos.php?gclid=CLmtp-2N-bICFQsGnQodb3AA2Q>> [Citado el 10 de Octubre de 2012].
- EUROPE, Wellness Foods. Viabilidad de la fortificación con calcio de bebidas lacteas y de soya. En: Mundo Lácteo (nov. 2004)
- FAO. Necesidades nutricionales, 2010 [en línea]. <<http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>> [Citado el 08 de Diciembre de 2012].
- FENNEMA, O. Química de los alimentos. 2 ed. Zaragoza: Acribia. 2000.
- FERNANDEZ, Maria Teresa y CABRERA, Diana Paola . Evaluación de la operación de mezcla con hierro aminoquelado (bisglicinato ferroso) en dos productos de panificación destinados a refrigerios de niños escolares con deficiencia de éste Micronutriente. Bogotá, 2008, 175p. Trabajo de grado (Ingeniera de Alimentos). Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería de Alimentos.
- FRONTERA. Pedro, CABEZUELO. Gloria. Como alimentar a los niños: Guía para padres. España: amat editorial, 2004. 256p.
- GERSTNER Gerhard. Bebidas enriquecidas con calcio, el desafio de la fortificación. En: Énfasis Alimentación, N°4, agosto/septiembre 2002
- GIVAUDAN, Víctor Hugo. Saborista. sociedad americana de saborista. Mexico, 1988.
- GROUP, D. últimas tendencias en empaques para alimentos [en línea]. <<http://sites.paginasamarillas.com/empaquededitorial/docs/Ultimas%20tendencias%20en%20empaque.pdf>> [Citado el 18 de Noviembre de 2012].
- HARMONY, I. S. S. Fichas Técnicas [en línea]. <<http://trade.nosis.com/es/HARMONY-INGREDIENTS-SOLUTIONS-SA/30708432071/1/p>>. [Citado el 28 de Octubre de 2012].
- HO, Jacqueline. J., VYVEGANATHAN Lavitha y SEKARAN Jayaseelan. (2006). "Consumption of cereal flour in a Malaysian population: flour fortification to

- prevent neural tube defect may be feasible in a rice-eating country. En: Ecology of food and nutrition. Vol. 45, No. 1 (Ene. 2006); p. 53-60
- HURREL, Richard. Fortification: Overcoming Technical and Practical Barriers. En: Journal of nutrition. Vol. 132, No. 4 (abr. 2002); p. 8065-8125.
- IALIMENTOS. "Claves para la fortificación de alimentos. En: revista para la industria de alimentos 5 ed. 2007.
- ICBF. Bienestarina. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Bogotá D.C. 2008.
- INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. Dietary Reference Intakes (DRI) and Recommended Dietary Allowances (RDA) for energy, carbohydrate, fiber, fats, fatty acids, cholesterol, proteins and amino acids. Washington D.C, 2004.
- INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. Dietary Reference Intakes (DRI) for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. Washington D.C.,2004.
- INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. Dietary Reference Intakes (DRI) for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, and, Vanadium. Washington D.C., 2004.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR ICBF. ENSIN: Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá, 2010, 513p.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Productos Lácteos: Leche En Polvo. Bogotá: ICONTEC, 2010. (NTC 1036).
- KASTENMAYER PETER. Capítulo 20: análisis de minerales y elementos traza en alimentos. En: producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Edición ONU-FAO. Santiago, Chile. 1997
- KEITH P., WEST. J., DARNTON-HILL. Ian. Vitamin A deficiency. En: Nutrition and health in developing countries. New York: 2008. p. 377-433.
- LAROUSSE y S.L. Papilla. En: Diccionario Manual de la Lengua Española Vox, 2007.
- LINDEN, G. Y. L., D.. Boquímica Agroindustrial. Zaragoza: Acribia.1996
- LOKEN, B. Consumer psychology: categorization, inferences, affect, and persuasion. En: annual review of Psychology. Vol. 57(2006); p.453-485.
- LONDOÑO FRANCO, Angela y MEJÍA LÓPEZ, Shirley. Factores de riesgo para malnutrición relacionados con conocimientos y prácticas de alimentación en preescolares de estrato bajo en Calarca. 2006-2007. En: Revista Gerencia y Políticas de Salud. Vol. 8, No.15 (sep. 2008); p. 77-90.
- LUIZ, E. Conceptos y tecnología para la elaboración y uso de las harinas compuestas. En: Inst Nutr Centro America y Panama. Vol 3, 2006; p 3-11.
- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause Dietoterapia. 12ª ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2009
- MAIER, A. et al. Effects of repeated exposure on acceptance of initially disliked vegetables in 7-month old infants. En: Food Quality and Preference. Vol. 18, No. 8 (2007); p. 1023-1032.
- MARTIN PEÑA, Gonzalo. Tabla de composición de alimentos. En: Guía rápida para hacer una dieta sana [en línea]. <<http://comedoresugr.tcomunica.org/docs/vitaminas.pdf>> [Citado el 23 de Enero de 2013].

- MARTÍNEZ. Homero et al. Aceptabilidad a suplementos nutricios en mujeres embarazadas o lactando y niños menores de 5 años. En: Salud Pública Mexicana. Vol. 41, No. 3 (mar.1999); p. 163-69.
- MARTÍNEZ de VICTORIA, E. y MALDONADO, J. Tomo 3: Nutrición Humana en el Estado de Salud. En: Gil Hernández, Á. Tratado de nutrición. 2º ed. 2010
- MELCÓN, B., ZAPICO, Julián, GARCÍA, C. Comportamiento Reológico de Papillas de Cereales. En: Revista de Agroquímica y Tecnología Alimentaria. Vol. 24, No. 3 (1984); p. 378-382.
- MENENDEZ GARCÍA, R. A. y FRANCO DIEZ, F. J. Publicidad y alimentación: influencia de los anuncios gráficos en las pautas alimentarias de infancia y adolescencia. En: Nutrición Hospitalaria. Vol. 24, No.3 (may. 2009); p. 318-325.
- MEZA CORTES, María de los Ángeles.(2010). Calificación De Equipos De Fabricación De Fármacos Sólidos De Una Industria Farmacéutica. Guatemala, 2010, 259p. Trabajo de grado (Ingeniera Química). Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad Ingeniería.
- MOREIRAS, E. y. G. V. Capitulo 21 ácido Fólico y Vitamina B12. En: tratado de nutricion. Gil. Angel. 2010.
- MULTON, J. L. Aditivos y Auxiliares de Fabricación en Las Industrias agroalimentarias. 2 ed. editorial Acribia S.A., 2000. 836p.
- NUTRICION, F. Propiedades nutricionales del azúcar y la evolución de su consumo en los ultimos treinta años [en línea]. <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/18-Propiedades%20nutricion.pdf>. [Citado el 12/11/12]
- OLIVARES, A., et al. Calidad de los datos del contenido en Ácido folico en vegetales recogidos en varias tablas de composicion de alimentos españolas, y nuevos datos sobre su contenido en folatos. En: Nutricion Hospitalaria Vol. 21 (2006); p. 97-108.
- OMS. Informes Técnicos 916, dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra. 2003. [en línea] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ac911s/ac911s00.pdf>.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos. En: Guía para América latina y el Caribe, 2002 [en línea]. <http://www.paho.org/Spanish/AD/FCH/NU/FRM03_HierroGuias.pdf> [Citado el 30 de Octubre de 2012].
- OSPINA MENESES. Silvia Marcela y CARTAGENA VALENZUELA, Jose R. La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. En: Revista Lasallista De Investigación. Vol. 5, No. 2 (2008); p. 112-123.
- PABON MENDOZA. Luz, et al. Prevalencia de anemia por déficit de hierro en niños de 6 meses a 5 años de edad del municipio Arismendi del Estado Nueva Esparta: Venezuela 2001. En: Rev. Esp. Salud Publica. Vol.76, No.3, 2002.
- PACHECO, E. Evaluación nutricional de sopas deshidratadas a base de harina de plátano verde. Digestibilidad in vitro del almidón. En: Acta Cient Venez. Vol. 52 (2001); p. 278-82.
- PACHECO. Emperatriz, TECHEIRA. Nora, GARCÍA Auris. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extrudida de ñame (Dioscorea alata). En: Revista Chilena de Nutricion. Vol. 35, No. 4 (Dic. 2008); p. 452-9.
- PENSANTI. Helen, HOFFMAN. Bárbara A. Una guia rapida sobre vitaminas, minerales y suplementos. Nashville, Estados Unidos: Editorial Caribe, Inc., 2005.

- PEREZ SUAREZ, Salomon. Biofortificación y seguridad alimentaria y nutricional en Colombia. Un análisis de políticas. Cali - Colombia: Centro internacional de Agricultura Tropical, 2010
- PETTIFOR John M. Epidemiología de las deficiencias de vitamina D y calcio. En: Nestlé Nutrition Workshop Series Pediatric Program [en línea] Vol. 54, 2004. http://www.nestlenutritioninstitute.org/intl/es/resources/library/Free/workshop/n_54/Documents/01Deficiencias%20de%20micronutrientes%20durante%20el%20per%20C3%ADodo%20de%20destete.pdf#page=12. [Citado el 15 de Noviembre de 2012].
- POTTER, Norman y HOTCHKISS, Joseph. Unit operations in food processing. En: Food science:. 5 ed. New York: springer us. 1998; p.69-89
- PRIETO Mariana, R. I. Vitaminas y Minerales [en línea]. <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/vita_min.html> [Citado el 12 de Mayo de 2012].
- RESTREPO, C. E. Aditivos para Alimentos. Medellín: Universidad de Antioquia.2003. p. 45-49
- RESTREPO, R. Sistema de conservación de alimentos bajo el sistema de atmósfera modificada. Curso Internacional De Tecnología cárnica. 2003
- RHODIA. Ventajas de Utilizar “Sistemas de hidrocoloides” en productos cárnicos.1999
- RICE, Amy et al. Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. En: Bulletin of the World Health Organization, Vol. 78, No. 10 (2000); p. 1207-1221.
- ROBERT Wood, J. H. La leche en polvo ayuda a los niños a superar la alergia a la leche. En: Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2008
- RODRÍGUEZ PITA, G.. Ácido fólico y vitamina B12 en la nutrición humana. En: Revista Cubana Alimentación Nutrición. Vol. 12 (1998); p.107-19.
- RODRIGUEZ R. San José et al. Simultaneous determination of vitamin B1 and B2 in complex cereal foods, by reverse phase isocratic HPLC-UV. En: Journal of Cereal Science. Vol.55, No. 3 (May. 2012); p.293-299
- ROSA. María, et al. (2010). Capítulo22: vitamina A. En: Tratado de nutrición. Gil. Angel.
- ROSE-SALLIN C., et al. Comparison of microbiological and HPLC fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. En: Food Chemistry. Vol.73; 2001;p.473-480.
- SALGUEIRO. Maria Jimena et al. Fortification Strategies to combat zinc and iron deficiency. En: Nutr Rev. Vol. 60, No.2 (Feb.2002); p. 52-8.
- SALGUEIRO. Jimena, et al. Deficiencia de zinc en relación con el desarrollo intelectual y sexual. En: Revista Cubana de Salud Pública. Vol. 30, No. 2 (2004).
- SAMANIEGO-VAESKEN. Maria de Lourdes, ALONSO-APERTE. Elena, VARELA-MOREIRAS, Gregorio. Analysis and evaluation of voluntary folic acid fortification of breakfast cereals in the Spanish market. En: Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 23, No.5 (Ago. 2010); p. 419-423.
- SCHNEIDER, J. M. et al. The Prevalence of Low Serum Zinc and Copper Levels and Dietary Habits Associated with Serum Zinc and Copper in 12- to 36-Month-Old Children from Low-Income Families at Risk for Iron Deficiency. En: Journal of the American Dietetic Association. Vol. 107, No.11 (2007); p.1924-1929.

- SCHÜEP, W. Analisis de vitaminas en alimentos: producción y manejo de datos de composición química de alimentos. En Nutrición. FAO. 1997
- SELOW. Marcela, et al. Use Of Zinc In Health from Early Childhood To Late Age. En: Alim. Nutr., Araraquara. Vol. 18 (2007); p. 457-469.
- SELVA SUAREZ, L., OCHOA ALONSO, Alcides Abad. Acciones para la prevención y control de la anemia por deficiencia de hierro en niños hasta cinco años. En: Revista Cubana de Salud Publica. Vol. 37 (2011); p. 200-206.
- SEMBA, R., et al. Low intake of vitamin rich foods among children, aged 12 a 35 months, in India: association with malnutrition, anemia, and missed child survival interventions. En: Nutrition. Vol. 26, No. 10 (2009); p. 958-962.
- SUÁREZ, M. Ácido Fólico: nutriente redescubierto. En: Acta Med Costarricense. Vol. 45, No.1 (2003); p.5-9.
- SUAREZ, Teresa. et al. Deficiencias de hierro, ácido fólico y vitamina B12 en relación a anemia, en adolescentes de una zona con alta incidencia de malformaciones congénitas en Venezuela. En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición Vol 55, No.2 (jun. 2005); p.118-123.
- TORREJÓN S, Claudia et al. Alimentación del niño menor de 2 años: Recomendaciones de la Rama de Nutrición de la Sociedad Chilena de Pediatría. En: Revista chilena de pediatría. Vol. 76, No. 1 (ene. 2005); p. 91-97.
- TORRES ACOSTA, Rafael y CALVO ARAUJO, Félix Manuel. Enfermedad hipertensiva del embarazo y el calcio. En: Rev Cubana Obstet Ginecol, Vol.37, No.4 (2011).
- UdeA, Mecanismos de mezclado. farmacotecnia1.Medellín.2004
- UDLAP. Métodos de derivatización para la separación cromatográfica de aminoácidos. Ciencias de la educación; 2005.
- UNIVERSITY, P. S. Curso N° 102 elaboración de helados. Curso de agricultura. Pennsylvania State.2009
- VALENCIA GARCIA, Francia Elena; ROMAN MORALES, María Orfilia y CARDONA SANCHEZ, Diana Patricia. El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. En: Rev. Lasallista Investig. Vol.8, No.1; 2011.
- VARGAS DELGADO. Fernando y SALAS VALERIO, Francisco. Caracterización reológica de papillas alimenticias para niños de corta edad. En: Anales Científicos Unalm. Vol. 47, No. 2 (2001); p.64 - 81.
- VASQUEZ MARTÍNEZ, Clotilde et al. Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico. Madrid: editorial Diaz Santos, 2005. 488p.
- VELA GUTIÉRREZ. Gilber et al. Impacto nutricional y sensorial de un alimento infantil (papilla) adicionado con lactosuero. En: Revista avances en seguridad alimentaria y nutricional. Vol. 1, No. 1(2009); p 31-36.
- VELASQUEZ ALVAREZ, Joaquín. Aditivos en los productos comestibles funciones, origen y efectos secundarios. En: cocina química, aditivos para los alimentos.Universidad Interamericana De Puerto Rico Recinto De Ponce; Departamento De Educacion Y Ciencias Sociales, 2010.
- VERA. Gloria, D. P. S., HODGSON, Maria Isabel, ATALAH, Eduardo. Analisis críticos del PNAC: alternativas para optimizar la calidad nutricional de los alimentos destinados a los menores de 2 años de edad. Chile. 2010

- VIDAL, E. Manual practico de Nutrición y Dietoterapia. 1° ed. España: Monsa- Prayma. 2009
- WANG LY, et al. Determination of phylloquinone (vitamin K1) in plasma and serum by HPLC with fluorescence detection. En: Clinica Chimica Acta. Vol. 347; 2004; p.199-207.
- WARE, o. c. Balanzas [en línea]. <<http://ocw.uv.es/ocw-formacio-permanent/9.BALANZAS.pdf>>. [Citado el 10 de Octubre de 2012].
- WHO: BENOIST Bruno, McLean Erin, COGSWELL Mary, EGLI Ines. Worldwide prevalence of anemia 1993-2005. En: WHO Global Database on Anemia. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2008.
- YEUN, Kong et al. Iron Absorption form NaFeEDTA is downregulate in Iron-loaded rats. En: Journal of Nutrition. Vol. 134 (2004); p. 2270-2274.