

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

**Estudio Exploratorio del Estado de Vitamina A en Niños de 1
a 2 Años Residentes en Hermosillo Sonora**



Karla Maria Olivas Matas

Hermosillo, Sonora

Mayo del 2015

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



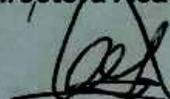
Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

FORMA DE APROBACIÓN

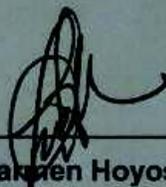
Los miembros del Jurado Calificador designados para revisar el trabajo de Tesis de **Karla Maria Olivas Matas**, lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Licenciatura en Ciencias Nutricionales.



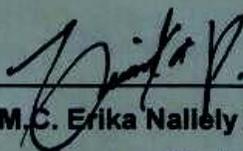
Dra. Verónica López Teros
Directora Académica



Dr. Mauro E. Valencia Juillerat
Secretario



M.C. Luz del Carmen Hoyos Nuño
Vocal



M.C. Erika Nallely Ibarra Pastrana
Suplente

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios la **Universidad de Sonora** especialmente al programa de la **Licenciatura en Ciencias Nutricionales**, por permitirme superarme tanto en el ámbito profesional como personal.

Al coordinador del programa el **Dr. Rolando Giovanni Díaz Zavala** por su apoyo y confianza. A la **M.C. Reyna Isabel Sánchez Mariñez**, por haber compartido sus conocimientos y sobre todo su amistad. A cada uno de mis maestros por sus grandes enseñanzas y ejemplos, brindados a lo largo de mi formación; en especial **Dra. Trinidad Quizán Plata**, **Dra. Clara Rosalía Álvarez Chávez** y **M.C. Francisca Ofelia Muñoz Osuna**, por impulsarme en el campo de la investigación científica y creer en mí.

A la **Agencia Internacional de la Energía Atómica** por el financiamiento del presente proyecto (contrato no. 16880).

A los **niños y padres de familia** por dejarme entrar en sus hogares, así como a los **maestros y autoridades de los Centros de Desarrollo Infantil** por el apoyo para la realización de este proyecto.

Al **Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.**, principalmente al **Dr. Humberto Astiazarán García**, por permitirme formar parte y ser partícipe del presente proyecto.

Muchas Gracias a las personas por el apoyo técnico y en trabajo de campo **M.C. Orlando Tortoledo Ortiz** y **M.C. Mariela Paz Cassini**.

Finalmente y de manera muy especial e importante, me gustaría agradecer a mi asesora de tesis la **Dra. Verónica López Teros**, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, orientación, su manera de trabajar, su persistencia, paciencia, consejos y su motivación que han sido fundamentales para mi formación tanto académica como personal. Muchas gracias por su amistad.

DEDICATORIA

A **Dios** por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza de seguir adelante en aquellos momentos de debilidad a lo largo de la realización de este proyecto.

A **mis padres Luz Amanda Matas Ramírez y Juan Mariano Olivas López** por su apoyo incondicional, por motivarme con su ejemplo día a día, con la finalidad de ser mejor persona. Gracias por estar siempre conmigo, por ser mi ejemplo de vida, por promover el desarrollo e unión familiar y por creer en mí.

A **mis hermanos Juan Eduardo y Anel Andrea**, les doy gracias por todo el tiempo que hemos compartido. Gracias por aportar a mi vida mucha alegría, amor y calidez de familia, cuando más lo he necesitado.

A **mis amigos y amigas** por brindarme su amistad, por ser mis compañeros de aventuras, anécdotas y desvelos a lo largo de estos años.

A mi secretaria preferida **Judith Calvillo** por ser mi amiga, confidente, por sus regaños y por todos esos buenos momentos compartidos a lo largo del curso de mi carrera, muchas gracias.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón especialmente: **Jordán Alberto Salazar Ruiz**, sin importar en donde estés quiero darte las gracias por formar parte de mí; por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. ¡Muchas gracias!

CONTENIDO

RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
OBJETIVOS	x
Objetivo General	x
Objetivos Específicos	x
ANTECEDENTES.....	1
Antecedentes Históricos.....	1
Estructura.....	1
Unidades de Equivalencia	3
Digestión, Absorción y Metabolismo.....	4
Funciones Biológicas	4
Fuentes	5
Requerimientos de Vitamina A	6
Causas de Deficiencia de Vitamina A.....	7
Manifestaciones Clínicas y Sintomatología de Carencia de Vitamina A.....	7
Vitamina A como Problema de Salud Pública.....	10
Prevalencia de deficiencia de Vitamina A.....	11
Toxicidad.....	13
METODOLOGÍA.....	14

Selección de Participantes	14
Evaluación Antropométrica.....	15
Peso	15
Talla.....	15
Indicadores de Crecimiento	15
Indicadores Bioquímicos	16
Extracción Sanguínea.....	16
Determinación Sérica de Retinol y Carotenoides Provitamina A.....	17
Hemoglobina	18
Determinación de Hemoglobina por Método Hemocue	18
Proteína C Reactiva (PCR).....	19
Examen Coproparasitológico Seriado.....	20
Evaluación Dietaria	20
Procedimiento Para la Determinación del Tamaño de Porciones Consumida en los Centros de Desarrollo Infantil (CENDI).....	20
Análisis Estadístico	21
RESULTADOS y DISCUSIÓN	22
Características Descriptivas de la Población.....	22
Análisis Bioquímicos	23
Hemoglobina	24
Proteína C Reactiva.....	25
Coproparasitológico Seriado.....	25
Evaluación Dietaria	25
Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.....	25
Evaluación del Menú Institucional.....	29

Asociación entre Retinol Sérico y Carotenoides de Provitamina A con la Ingesta Dietaria de Vitamina A.....	30
CONCLUSIONES	32
REFERENCIAS	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de VA y su Equivalencia Después de la Bioconversión.....	3
Tabla 2 Principales alimentos con actividad de Vitamina A.....	6
Tabla 3 Requerimiento de Vitamina A en niños de 0-8 años.....	7
Tabla 5 Concentraciones en suero de retinol para establecer la prevalencia de la carencia de vitamina A en niños de 6-72 meses.....	17
Tabla 6 Concentraciones Séricas de Carotenoides en Niños Saludables	17
Tabla 7 Concentraciones de Hemoglobina para Diagnosticar Anemia a Nivel del Mar (g/dL) en población de Niños de 6- 59 Meses de edad.....	18
Tabla 8 Mediciones Antropométricas en los niños participantes.....	22
Tabla 9 Concentraciones en Suero de Retinol y Carotenos.....	23
Tabla 10 Consumo de Macronutrientes y Micronutrientes CFCA.....	26
Tabla 11 Principales aportadores dietarios de vitamina A, hierro y cinc, en los menores participantes.....	28
Tabla 12 Consumo de Micronutrientes y Macronutrientes del Menú Institucional de CENDI.....	29
Tabla 13 Comparación de Ingesta Asociación Americana del Corazón y Menú Institucional CENDI.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura química del retinol.....	2
Figura 2 Estructura química del β -caroteno	2
Figura 3 Manifestaciones clínicas de DVA	8
Figura 4 Progresión de la Deficiencia de Vitamina A.....	9
Figura 5 Carencia bioquímica de VA en Preescolares 1995-2005	12
Figura 6 Hemocue	19
Figura 7 Progresión de la Deficiencia de Vitamina A.....	24
Figura 8 Distribución Energética CFCA por Día	27

RESUMEN

La vitamina A (VA) es un nutriente indispensable para el óptimo funcionamiento del sistema visual, la diferenciación celular, la integridad epitelial, la producción de glóbulos rojos, la inmunidad y la reproducción. La deficiencia de vitamina A (DVA) es de importancia a nivel mundial, sobre todo en los países de economías emergentes. En la actualidad, México se considera un país con problema de salud pública debido a una elevada prevalencia de DVA subclínica (>20% en preescolares). El objetivo de este estudio fue evaluar el estado nutricional y de VA en menores de 1-2 años, residentes en Hermosillo, Sonora. En el estudio participaron 15 niños de ambos sexos. Se realizó una evaluación antropométrica, bioquímica, parasitológica y dietaria. La presencia de anemia o inflamación subclínica fueron criterios de exclusión. Se evaluó las concentraciones de retinol y carotenoides séricos por cromatografía líquida de alta definición (HPLC). El valor medio de retinol en suero fue de $1.22\mu\text{mol/L}$, clasificándose dentro de la normalidad; sin embargo, 2/15 cursaron con DVA leve. Los carotinoides provitamina A de: β -Criptoxantina de $0.9\mu\text{mol/L}$, α -caroteno $0.10\mu\text{mol/L}$ y β -caroteno $0.73\mu\text{mol/L}$; estuvieron dentro de los intervalos normales para individuos sanos. Con respecto a la evaluación dietaria, se calculó el consumo de VA, energía, macronutrientes, hierro y cinc, a partir del menú institucional de Centro de Desarrollo Infantil; así como de la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA). Al analizar los menús institucionales se encontró que el aporte promedio de VA por platillo fue de 76.01 ± 63.82 RAE/día (RAE: equivalente de actividad de retinol), cubriendo el 36.5% de la ingesta dietética recomendada (IDR). Resultados del CFCA, muestran que los menores cumplen con el consumo de VA requerido con un promedio de 100% del IDR. A pesar de que tanto el consumo de vitamina A y de precursores fueron adecuados, 2 de los 15 niños mostraron una deficiencia leve por los niveles de retinol sérico. Los menores de dos años son la población más susceptible a la deficiencia de vitamina A y tienden a tener bajos consumos de alimentos ricos en vitamina A y sus precursores; especialmente, aquellos que provienen de familias de bajos ingresos. Por esto, es fundamental generar estrategias de intervención que permitan una mejor elección de alimentos aportadores o buscar alternativas no convencionales para subsanar la DVA en este grupo etario.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y el desarrollo del niño son los ejes conceptuales alrededor de los cuales se centra su atención, para el desarrollo de un estado nutricional óptimo del niño. El monitoreo de su crecimiento se destaca como una de las estrategias básicas para la supervivencia infantil. Desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad, los niños crecen en promedio alrededor de 37 centímetros (cm). Esta velocidad de crecimiento de alrededor de 25 cm en el primer año y 12 cm en el segundo, no se volverá a alcanzar en ninguna otra etapa de la vida postnatal. Por ello, la vigilancia del crecimiento adquiere tanta sensibilidad en esta etapa como indicador positivo de salud (UNICEF, 2012, Treviño, 2009).

El estado de nutrición es consecuencia de diferentes conjuntos de interacciones de tipo biológico, psicológico y social. Tal diversidad obliga a ser específicos cuando se trata de evaluar el estado nutricional. Un estado nutricional óptimo favorece el crecimiento y el desarrollo, mantiene la salud general, brinda apoyo a las actividades cotidianas y protege al individuo de las enfermedades y trastornos. Cualquier situación de desequilibrio por deficiencia o exceso de nutrientes, comprometerá el estado nutricional y sus funciones vitales (Casanueva y Col., 2008). La valoración periódica del estado nutricional es una técnica que permite detectar, prevenir, diagnosticar y tratar el problema.

La VA es un indispensable para el óptimo funcionamiento del sistema visual, para la diferenciación celular, la integridad epitelial, producción de glóbulos rojos, la inmunidad y la reproducción. La DVA es uno de los trastornos nutricionales más serio y generalizado en los menores de 2 años de países en desarrollo (Sommer y West, 1996), considerado como un factor crítico en la salud y supervivencia infantil. La causa de la DVA puede ser muy compleja y depende del tipo y cantidad de VA y provitamina A (principalmente de β -caroteno) ingerida, de la capacidad de absorción, transporte y almacenamiento en el sujeto y de sus necesidades metabólicas (Amaya y col., 2002). Actualmente se conocen dos tipos de DVA, la clínica, cuya característica principal es la xeroftalmia y la subclínica, definida como la prevalencia de nivel de retinol sérico $<0.70 \mu\text{mol/L}$ (Instituto Nacional de Salud de Perú, 2001; West, 2002). En la actualidad, la DVA es un problema de salud pública generalizado. A nivel mundial, los grupos más vulnerables de padecer DVA son los niños en edad preescolar y las mujeres en edad reproductiva especialmente mujeres embarazadas y lactantes (WHO, 2009). En la actualidad México se encuentra clasificado con severo problema de salud pública debido a la alta

prevalencia (>20 %) en la deficiencia bioquímica de VA evaluado en niños preescolares (WHO, 2009).

El presente trabajo propone la evaluación del estado nutricional y el estado de VA en niños de 1-2 años de Hermosillo, Sonora, así como la determinación de la concentración sérica de retinol y carotenoides provitamina A; y su asociación con la ingesta dietaria de VA.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluación el estado de vitamina A en menores de 1 a 2 años, en residentes de Hermosillo, Sonora.

Objetivos Específicos

Determinación la concentración sérica de retinol y carotenoides provitamina A en los menores participantes.

Evaluación el estado nutricio de los menores participantes empleando indicadores antropométricos y dietarios.

Evaluación la asociación entre el estado nutricio y el estado de vitamina A en los menores participantes.

ANTECEDENTES

Antecedentes Históricos

La VA fue descubierta en 1915 por Mc Collum y sus colegas de la Universidad de Wisconsin (factor liposoluble A), atribuyéndole como propiedad principal de la estimulación del crecimiento. Fue hasta 1920 cuando se le asignó el término de VA por Durmmond y fue aislada en 1937 por Morton. En 1923 se establece su relación con la ceguera nocturna y la xeroftalmía. Doce años después de su descubrimiento, en 1924, se demostró el efecto negativo de la DVA en el crecimiento en los animales de laboratorio; además se encontró su capacidad de proteger contra algunas infecciones en niños que se encontraban hospitalizados. En 1982 Sommer demostró la asociación entre queratomalacia y mayor mortalidad infantil. Finalmente entre 1986 y 1992 mediante varios estudios, se demostró que en zonas con elevada prevalencia de DVA la mortalidad por diarrea y sarampión se veía disminuida de manera importante cuando los niños, especialmente menores de un año, eran suplementados con dicha vitamina (Zemplin y Col., 2007, Bourges y Col., 2005).

Estructura

La VA, es un alcohol poliénico isoprenoide que se conoce también con otros nombres como retinol, axeroftol, biosterol, vitamina antixerofáltmica y vitamina antifecciosa. Con el nombre de VA se engloba una serie de compuestos con características de pigmento y estructura química relacionada con los isoprenos, formada por un núcleo cíclico de seis carbonos con una cadena lateral de 11 carbonos (Bourges y Col., 2005). Debido a su enlace doble conjugado los retinoides y los carotenoides, son moléculas que absorben luz en el intervalo del ultravioleta o absorción de luz visible en el espectro, respectivamente la cual es muy útil para su identificación y cuantificación. Cabe mencionar, que la VA es fotosensible y soluble en la mayoría de los solventes orgánicos pero insoluble en agua. Su sensibilidad a la oxidación, la isomerización y la polimerización ocasionan su rápida destrucción, especialmente cuando son absorbidos como películas de superficie delgada en presencia de la luz y el oxígeno (Zemplin y Col., 2007, McLaren y Frigg, 1999). La VA también se ve afectada por el calor, el aire, la acidez, y la humedad. Su absorción es más eficaz con la presencia de vitamina C, D, E, complejo B, calcio, fósforo y cinc. Sus antagonistas son: cafeína, alcohol, aceite mineral, exceso de hierro, tabaco y rayos ultravioletas (<http://www.unicef.org.co>).

El compuesto con mayor actividad de VA es el retinol (**Figura 1**) el cual existe principalmente en tejidos animales esterificado con ácidos grasos de cadena larga y en su forma cristalina pura, es una sustancia amarillo verdoso (Bourges y Col., 2005; <http://www.fao.org>). En realidad, el palmitato de retinilo es la forma usual de almacenamiento de la VA, y el 11-cis retinal es una forma muy específica de la VA que actúa como grupo proteico adherido a la proteína opsina para la formación de rodopsina, necesaria para una correcta visión nocturna (Mc Laren y Frigg, 1999).

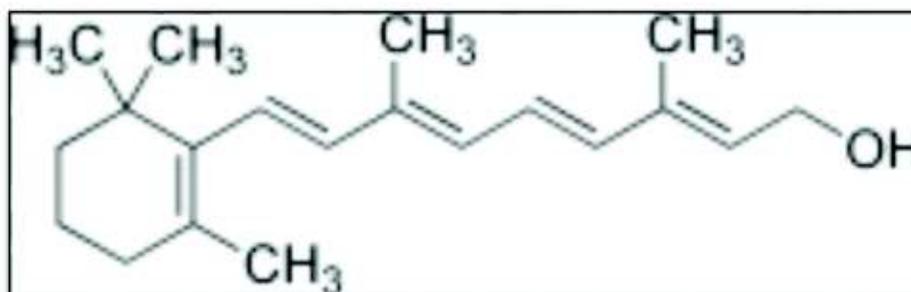


Figura 1 Estructura química del retinol (**Fuente:** [HTTP://WWW.SCIENTIFICPSYCHIC.COM](http://www.scientificpsychic.com))

Los carotenoides son compuestos con actividad de VA y cuya estructura es muy similar a la del retinol. La estructura del β -caroteno (**Figura 2**) corresponde a dos moléculas de retinol unidas por los extremos de sus cadenas laterales. Las formas isoméricas son las más abundantes y se encuentran en los vegetales. En la naturaleza se encuentran formados por cinco unidades de carbono que se unen para formar una variedad amplia de moléculas. El isopentenilo difosfato es el elemento fundamental básico del isopreno.

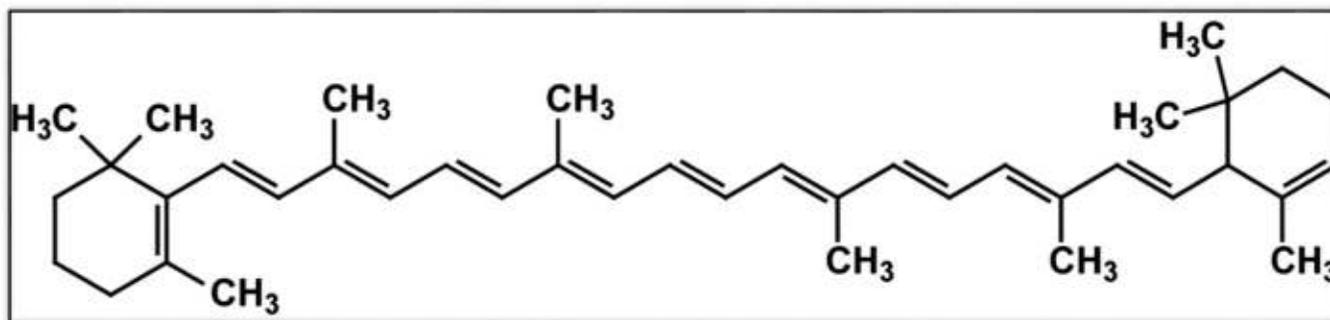


Figura 2 Estructura química del β -caroteno (**Fuente:** [HTTP://1.BP.BLOGSPOT.COM](http://1.bp.blogspot.com))

Los carotenoides son los más generalizados de todos los grupos de pigmentos naturales, son rojos, anaranjados o amarillos y se encuentran en muchas plantas y animales. Hasta el presente se han aislado y caracterizado más de 600 carotenoides, pero solo un décimo de estos se presentan en la dieta humana; aproximadamente 20 de ellos se han encontrado en la sangre y en los tejidos. Los cinco carotenos más importantes para el cuerpo humano son: β -caroteno, α -caroteno, licopeno, luteína y la β -criptoxantina; sin embargo, solo el β -caroteno, α -caroteno y la β -criptoxantina poseen actividad de VA (Zemplin y Col., 2007).

Unidades de Equivalencia

Para expresar la actividad de VA proveniente de carotenoides en un común denominador, la FAO-OMS introduce el concepto de equivalente de retinol (RE). Dichas equivalencias fueron derivadas de un estudio sobre la eficiencia de absorción de carotenoides y su bioconversión a VA (WHO-FAO, 2004). Las relaciones se muestran en la **tabla 1**.

Tabla 1. Consumo de VA y su Equivalencia Después de la Bioconversión (Zemplin y Col., 2007, WHO-FAO, 2004, DRI, 2000)

Consumo	Equivalencia Después de la Bioconversión
Dietario o Suplemento de VA (1mcg)	Retinol (1mcg)
Suplementación de α -caroteno (puro en solución de aceite)(2g)	Retinol (1mcg)
β -caroteno dietario (12ug)	Retinol (1mcg)
1 mcg β -caroteno	0.167 μ g RE
1 mcg de retinol	1 RE
1 mcg de otro carotenoide provitamina A	0.084 mcg RE
1 mcg retinol	3.33 UI de VA
10 IU β -caroteno	3.33 UI de VA
24mcg de otros carotenoides provitamina A	1 RAE

Dónde: RE= Equivalentes de Retinol y RAE= Equivalentes de Actividad de Retinol

Digestión, Absorción y Metabolismo

Los esteroides de retinilo ingeridos son hidrolizados por la lipasa pancreática para su conversión en retinol en la luz intestinal y los carotenos se liberan de su unión a las estructuras celulares de los alimentos por medio de las enzimas proteasas intestinales. Es importante mencionar, que tanto el retinol como los carotenos son solubilizados en las micelas formadas por las sales biliares, junto con otros lípidos provenientes de la dieta. El retinol es absorbido por los enterocitos mediante difusión facilitada, sin embargo, cuando la cantidad es muy elevada, se absorbe de manera pasiva; pero con una eficiencia de 75%. Los carotenos también se absorben de manera pasiva, más sin embargo con una eficiencia del 10-50%, la cual depende también de la cantidad de lípidos ingeridos. Los esteroides de retinol son transportados por los quilomicrones hacia la circulación en general. En el hígado se une a una proteína transportadora de retinol (RBP), para que pueda ser distribuida por los tejidos mediante la circulación y el plasma. Las células hepáticas controlan el almacenamiento y movilización del retinol (Bourges y Col., 2005).

El caroteno se utiliza pobremente cuando la dieta contiene un bajo en grasa, las dietas DVA frecuentemente lo son en grasa. Ciertas enfermedades intestinales como disentería, enfermedad celíaca y esprue limitan la absorción de VA y la conversión de caroteno. Los síndromes de malabsorción y las infecciones con parásitos intestinales, pueden además reducir la capacidad del cuerpo para convertir el caroteno en VA. Las sales biliares son indispensables para absorber la VA y el caroteno, por lo tanto las personas con obstrucción del conducto biliar quizá sufran carencia de VA. Inclusive en condiciones ideales, los bebés y los niños pequeños no pueden convertir el caroteno en VA con la misma facilidad que una persona adulta (www.fao.org).

Funciones Biológicas

El retinol participa de manera importante en la función visual como retinal y en la expresión genética, la diferenciación celular, participa en el desarrollo embrionario y el crecimiento como ácido retinoico (Bourges y Col., 2005, Gibson, 2005).

La VA también presenta funciones dermatológicas, inmunitarias y en el metabolismo del hueso, además interviene en la reproducción celular, sin embargo, no se conocen las bases

biológicas en su funcionamiento. Por un lado, la VA tiene un rol esencial en el metabolismo normal del hueso, esto es esto se hace evidente que tanto en la ingesta elevada de VA así como su carencia alteran la densidad mineral del hueso. Por otro, la VA tiene un importante papel en el soporte de la inmunidad celular; se ha visto que tanto los animales como los humanos deficientes de VA son más susceptibles a presentar infecciones en comparación con aquellos individuos, cuyos aportes de VA son adecuados. Finalmente, la VA tiene un importante rol en la salud de la piel; los fenotipos epiteliales celulares, están regulados por ciclos hormonales y la ingesta de VA, una DVA impide la diferenciación terminal de los queratinocitos, produce descamación de la piel (Combs, 2008). De acuerdo con una serie de estudios realizados el consumo apropiado y moderado de VA puede prevenir la aparición de cáncer de pulmón (Biesalki, Grimm, 2009). Pocos estudios sustentan la relación protectora de la VA en cáncer colorectal (Zemplin y Col., 2007).

Fuentes

Las comunidades humanas disponen de una amplia gama de alimentos tanto de origen animal (vitamina A preformada) como vegetal (carotenoides provitamina A) para satisfacer los requerimientos alimentarios de VA (Mc Laren y Frigg, 1999). La **tabla 2** muestra los principales alimentos con actividad de VA.

La dieta Sonorense se basa principalmente de leguminosas (frijol), cereales, refrescos y productos de origen animal como lo son: la carne, huevo, embutidos, leche y queso. Con un escaso consumo de frutas y verdura, salvo aquellos empleados como sazonadores de guisados (tomate, chile verde, cebolla)(Hoyos Nuño, 1991, González Siqueiros, 2008). Cabe mencionar, que el consumo de frutas y verduras en Sonora, no forman parte de la base de las comidas y son considerados de importancia secundaria. Por lo tanto, para esta población los principales aportadores de vitamina A son: huevo, carne de res y pollo, queso, leche y cereales fortificados.

Tabla 2 Principales alimentos con actividad de Vitamina A (Mc Laren y Frigg, 1999, Zemplin y Col., 2007, USDA, 2014, Willet W., 1998)

Alimento	RE (µg)/100g
Productos de Origen Animal	
Hígado de res	35,346
Mantequilla	3,058
Huevo	1,839
Leche descremada	220
Carne de pollo	140
Leche entera	87.74
Productos de Origen Vegetal	
Zanahoria	11,000
Chile rojo (pimiento morrón)	21,600
Durazno	1,330
Margarina	3,307
Calabaza	1,600
Aceite de palma roja	3,000
Kale	769
Camote naranja	709
Verduras de hojas de color verde oscuro	685
Mango	307
Papaya	124

Requerimientos de Vitamina A

La cantidad de VA requerida por los niños suele variar y esta es dependiente de la edad. La **tabla 3** muestra el consumo requerido de vitamina A de 0 meses hasta 8 años de edad (DRI, 2000).

Tabla 3 Requerimiento de Vitamina A en niños de 0-8 años (DRI, 2000)

Grupo	IDR (μg RAE/día)
0-6 meses	400
7-12 meses	500
1-3 años	300
4-8 años	400

Causas de Deficiencia de Vitamina A

Entre las causas de DVA se encuentran las siguientes: un consumo inadecuado de carotenos o VA preformada, una deficiente absorción de la vitamina o una mayor demanda metabólica, la carencia puede también estar ligada a otros factores, por ejemplo, infecciones parasitarias intestinales, gastroenteritis o malabsorción. El sarampión con frecuencia precipita la xeroftalmía debido a que lleva a una reducción del consumo alimenticio (donde la anorexia y la estomatitis pueden ser factores) y a mayores demandas metabólicas de VA. El virus puede también afectar el ojo agravar las lesiones causadas por la carencia de VA. La malnutrición proteica energética (MPE) es además una importante causa directa o asociada a la xeroftalmía. En Indonesia y otros países los reportes sugieren que rara vez ocurre un serio compromiso de la córnea en la xeroftalmía, excepto en los niños con MPE moderada o grave. (www.fao.org, Bourges y Col, 2005).

Manifestaciones Clínicas y Sintomatología de Carencia de Vitamina A

La manifestación ocular más temprana de DVA es la aparición de ceguera nocturna, es decir, la dificultad para adaptarse a la oscuridad. También se manifiesta por otras alteraciones oculares (figura 3) como la xeroftalmia. Cuando la DVA progresa, aparecen manifestaciones de xerosis conjuntival y corneal. La *xerosis conjuntival* se encuentra caracterizada por despulimiento de la conjuntiva y la córnea, por la aparición de defectos puntiformes que le dan apariencia de cáscara de naranja, edema estroma. La *queratomalacia* es la lesión ocular más grave, la cual suele ir acompañada de la pérdida total de la visión. La **figura 4** muestra la progresión de la

DVA (Bourges y Col., 2005). Se considera que a nivel mundial entre 500,000 y 1 millón de niños cada año desarrollan xeroftalmía activa con algún compromiso de la córnea. De los cuales, quizá la mitad quedarán ciegos o tendrán una grave deficiencia visual, y una gran proporción de ellos morirá. Además, millones de niños sufren de carencia de VA o están en riesgo de sufrirla, pero no presentan manifestaciones oculares de xeroftalmía. La carencia se manifiesta por bajas reservas de retinol en el hígado y bajos niveles séricos de VA (www.fao.org).

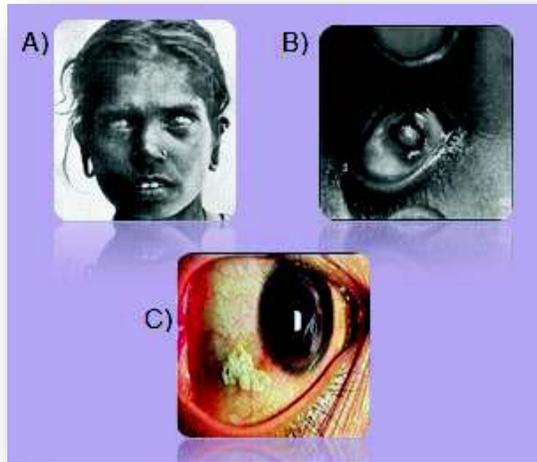


Figura 3 Manifestaciones clínicas de DVA Donde: A) Xerosis conjuntival, B) Queratomalacia C)

Manchas de Bitot **Fuente:** ([HTTP://WWW.FAO.ORG](http://www.fao.org))

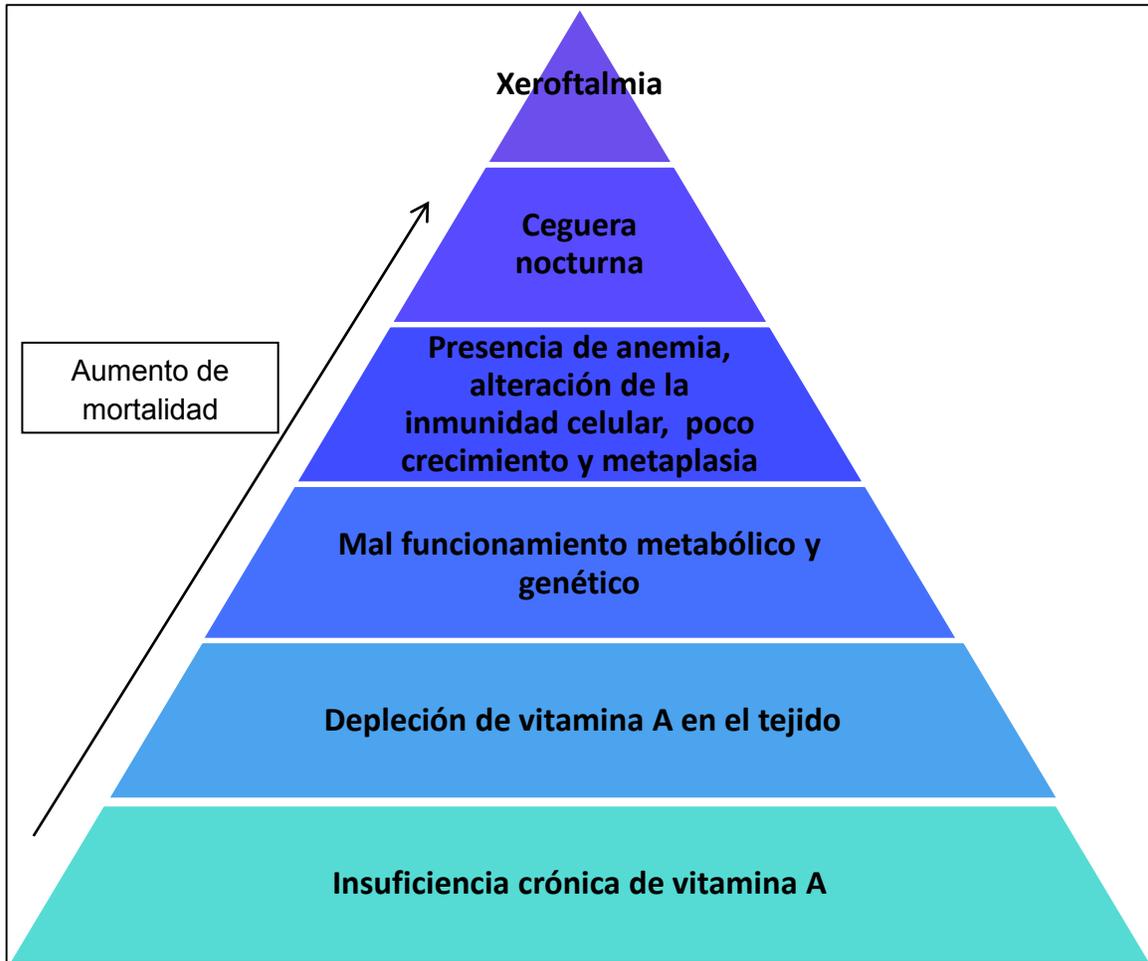


Figura 4 Progresión de la Deficiencia de Vitamina A (West, 2002)

El sistema inmunitario se encuentra alterado en la DVA, pues la producción y la maduración de linfocitos son reducidas. Los mecanismos mediante los cuales la VA desempeña un papel en el mantenimiento de la función normal de la respuesta inmunitaria aún no se comprende completamente. También pueden sufrir otros tejidos epiteliales y además no es raro encontrar la queratosis folicular en piel (Mc Laren y Frigg, 1999).

Se ha comprobado que la VA es necesaria para cada etapa del proceso reproductivo de la mujer. La DVA en la madre puede dar lugar a malformaciones congénitas en el feto; sin embargo, también se ha demostrado que cantidades elevadas de vitamina A en mujeres en gestación produce daños teratógenos al feto (Mc Laren y Frigg, 1999).

Los signos oculares de la xeroftalmía permiten el diagnóstico sobre bases clínicas, especialmente cuando la enfermedad está moderadamente avanzada. La xerosis de la córnea y la ulceración se descubren con facilidad y no se confunden con el tracoma que por lo general empieza en la superficie conjuntival del párpado superior. Una historia de ceguera nocturna, en regiones donde hay falta de VA, es una buena prueba de la carencia. El diagnóstico frecuentemente se pasa por alto, debido a que el niño enfermo presenta desnutrición energético-protéica grave (kwashiorkor o marasmo nutricional), sarampión, tuberculosis, deshidratación o alguna otra enfermedad que ocupa la atención del médico tratante. No examinar los ojos de un niño enfermo, es una razón por la cual se puede pasar por alto la presencia de xeroftalmía y prevenir la ceguera. (www.fao.org).

Vitamina A como Problema de Salud Pública

Sommer sugiere que la DVA debe ser considerada como un problema de salud pública cuando la prevalencia es mayor o igual al 20% en mujeres o niños (Combs, 2008). Se define la DVA cuando la concentración sérica de retinol es menor a 0.70 $\mu\text{mol/L}$ (WHO/NMH/NHD/MNM/11.3, 2011).

La DVA es un problema de salud pública que precisa intervención cuando se cumple al menos una de estas dos condiciones: por un lado, la prevalencia de retinol en suero y otro indicador biológico de la situación nutricional respecto de la VA (como ceguera nocturna, retinol en la leche materna, respuesta a la dosis relativa, respuesta a la dosis modificada o estudio citológico de la impronta conjuntival) se encuentran por debajo del punto de corte considerado como adecuado.

Por otro, o si bien la prevalencia de concentraciones bajas de retinol en suero indica una carencia generalizada y se cumplen al menos cuatro de los siguientes factores de riesgo personal y ecológico:

Tasa de mortalidad de menores de 1 año superior a 75 por 1,000 nacidos vivos y tasas de mortalidad de menores de 5 años superior a 100 por 1,000 nacidos vivos.

- * Cobertura con vacunación completa de menos del 50% de los niños de 12 a 23 meses de edad.
- * Prevalencia inferior al 50% de la lactancia materna en niños de 6 meses de edad.
- * Mediana de ingesta alimentaria inferior al 50% del nivel seguro recomendado en el

75% de los niños de 1 a 6 años de edad.

- * Prevalencia de diarrea en un periodo de dos semanas del 20% o más.
 - * Tasa de letalidad del sarampión del 1% o más.
 - * Ausencia de escolarización formal en el 50% o más de las mujeres de 15 a 44 años de edad.
 - * Menos del 50% de las viviendas disponen de una fuente de agua potable.
- (WHO/NMH/NHD/MNM/11.3, 2011).

La deficiencia subclínica a nivel de retinol sérico $0.70\mu\text{mol/L}$, es más complicada de diagnosticar y afecta principalmente la respuesta inmunitaria del paciente predisponiéndolo ser más susceptible de contraer enfermedades infecciosas como: diarrea y/o infecciones respiratorias; esto trae como consecuencia un incremento de riesgo de muerte (WHO/NMH/NHD/MNM/11.3, 2011).

Prevalencia de deficiencia de Vitamina A

La DVA, es un problema de salud pública principalmente en las personas que viven en países en desarrollo. La deficiencia clínica de VA afecta aproximadamente a tres millones de niños preescolares a nivel mundial, afecta con mayor prevalencia a Asia y África (Instituto Nacional de Salud, Perú, 2001).

En 1987, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calculó que la carencia de VA era endémica en 39 países, basándose en las manifestaciones oculares de xeroftalmía o en las concentraciones de retinol sérico insuficientes ($< 0.35\mu\text{mol/L}$). En 1995 la OMS actualizó estas estimaciones e informó de que la carencia de VA era un problema de salud pública en 60 países probablemente era un problema en otros 13 países. Las presentes estimaciones corresponden al período que comprende de 1995 a 2005, e indican que, en niños en edad preescolar, la carencia de VA representa un problema de salud pública importante en 45 países si se mide por la prevalencia de la ceguera nocturna, y en 122 si se mide la carencia bioquímica de VA (www.who.int).

Se calcula que la ceguera nocturna afecta aproximadamente a 5.2 millones de niños en edad preescolar en todo el mundo y a 9.8 millones de embarazadas, lo que a su vez corresponde al 0.9% y al 7.8% de la población en riesgo de carencia de VA, respectivamente. Sin embargo,

aunque ha aumentado notablemente el número de datos presentados, muchos países no disponen de datos de ellos sobre la prevalencia nacional. México se encuentra considerado como parte de un grupo de países con deficiencia subclínica de VA y con un problema significativo de salud pública. Según reportes de la OMS, en el año 2009, México se clasificaba con un problema severo de DVA en niños preescolar (**Figura 5**), basado en la prevalencia de retinol sérico $<0.70 \mu\text{mol/L}$ (www.who.int).

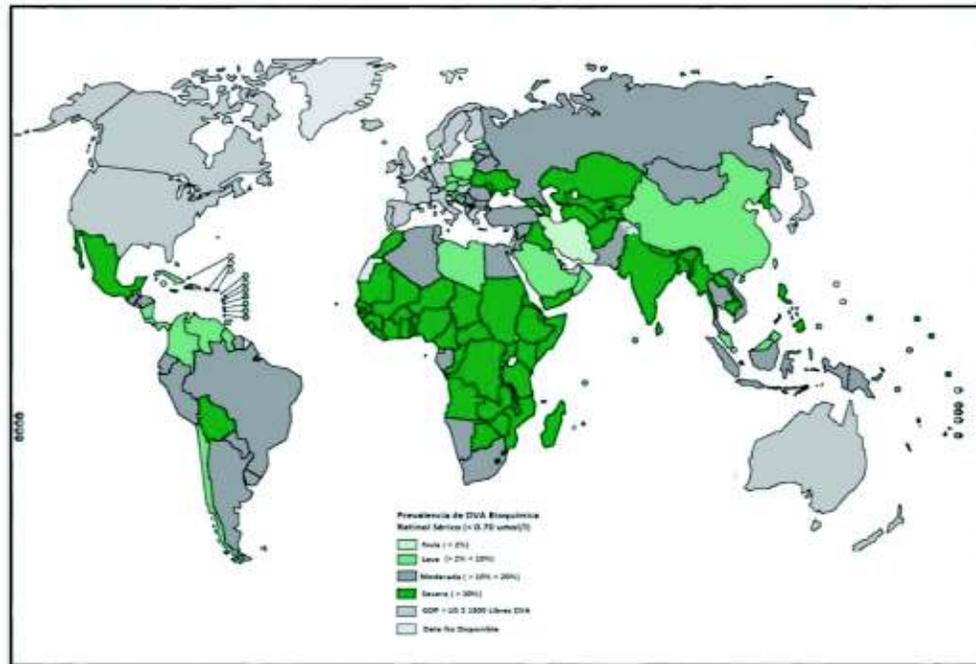


Figura 5. Carencia bioquímica de VA en Preescolares 1995-2005

Fuente: [HTTP://WWW.WHO.INT/VMNIS/DATABASE/VITAMINA/STATUS/ES/](http://www.who.int/vmnis/database/vitamina/status/es/)

En el estado de Sonora, Cervera y Zazueta en 1995 y Valencia y col en 1999 reportaron DVA subclínica en el 46.3% (40% deficiencia moderada y 6.3% deficiencia severa) de niños de 6 a 10 años de edad de la comunidad Yaqui en Sonora. Robles y Col., en 1998 en Hermosillo, Sonora, observaron que el 48.3% de un grupo de niños de 6 a 36 meses de edad presentó DVA. (Valencia y Col., 1999).

Toxicidad

Los efectos tóxicos de la VA abarcan una amplia serie de manifestaciones. Estos efectos tóxicos se producen por el consumo elevado de VA. Existen dos tipos de hipervitaminosis de VA. Por un lado, la **hipervitaminosis aguda de VA**, en niños fue descrita por Marie y Sée en 1954 y los casos de adultos, fueron representados por muchos exploradores árticos; la hipervitaminosis aguda de VA se presenta primariamente con manifestaciones del sistema nervioso central debidas a un marcado incremento de la presión del líquido cefalorraquídeo. Esto se hace evidente a las pocas horas de ingerir una dosis única de VA en el orden de 100 mg de retinol para un niño, y de dosis ≥ 200 mg de retinol en adultos. La presentación de los síntomas clínicos varía con la dosis y la duración de la exposición así como con la edad del individuo. En particular, en los primeros meses de vida el cuadro clínico de intoxicación por retinol difiere de los otros períodos de la vida, y un diagnóstico correcto puede, ser difícil. Por otro, la **hipervitaminosis crónica** de VA refleja el mal uso de los suplementos alimenticios; puede presentarse con la ingesta repetida de VA en cantidades de hasta 10 veces las dosis diarias permitidas de 4,2 mg de retinol para un lactante o de 10 mg de retinol para un adulto. La respuesta al exceso crónico es muy variable en cada persona. Los síntomas desaparecen en semanas o meses cuando los suplementos se suspenden (Alarcón-Corredor, 2006).

Es importante mencionar, que los β -carotenos no son tóxicos como el retinol en dosis elevadas. Sin embargo, no se pueden ignorar varias pruebas que cuestionan su capacidad protectora y se ha visto mayor incidencia de cáncer en grandes consumidores de aceite de palma. Un consumo mayor a los 30 mg/día de β -carotenos puede conducir a Carotenemia, la cual es una condición por lo general inocua e inofensiva que usualmente aparece cuando se comen demasiados alimentos que contienen β -carotenos (ej., calabaza, zanahoria y la mayoría de los vegetales amarillos o anaranjados), lo que conduce a su vez a dar una coloración anaranjada a la piel. La información disponible no permite establecer una recomendación dietética, debido a que es prácticamente imposible alcanzar mediante la ingestión dietética dosis muy elevadas de consumo (Bourges y Col., 2005, Coomb, 2008 y Lascarid, 1981).

METODOLOGÍA

Selección de Participantes

El presente estudio fue de carácter exploratorio y transversal. Fue evaluado y aprobado por el comité de ética del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A. C. (CIAD). Así mismo, fue aprobado por la Coordinación Estatal de Salud y Seguridad Escolar y por las autoridades del Centro de Desarrollo Infantil.

En reuniones en cada uno de los dos planteles participantes a participar en el estudio, se invitó a los padres y madres que tuvieran hijos (as) 1 y 2 años de edad. Aquellos que firmaron el consentimiento informado fueron preseleccionados. Cabe destacar, que el estudio fue totalmente voluntario y que los padres podían retirar a su hijo (a) en cualquier momento, si así lo deseaban, además, los padres fueron informados sobre los beneficios que obtendrían los niños participantes. Dichos beneficios constaban de los siguientes:

1. Conocer el estado de nutrición, mediante evaluación antropométrica, bioquímica y dietaria del niño (a).
2. Evaluar el estado de vitamina A.
3. Recibir tratamiento en caso de estar infectados con parásitos intestinales patógenos.
4. Detección de Anemia.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- ❖ Hemoglobina (11.0 g/dL), (WHO, 2008).
- ❖ Proceso infeccioso activo.
- ❖ Presencia de parásitos intestinales patógenos.
- ❖ Desnutrición ($z < -2$) P/T, T/E y P/E.

Evaluación Antropométrica

Peso

El peso se midió con una báscula electrónica modelo Seca 876 con una precisión de $\pm 100\text{g}$. Los niños se pesaron sin zapatos y con el mínimo de prendas posibles de acuerdo a lo establecido con la técnica de Cameron (Cameron, 1978).

Talla

En niños menores de 85 cm o en su caso menores de 2 años fueron medidos posición recumbente (decúbito supino), en un infantometro modelo Seca 416 con un intervalo de medición de 33-100cm. En niños con una estatura mayor a las 85 cm y que ya se podían sostener de pie sin ayuda, se utilizó estadiómetro Seca modelo 213 montado en un ángulo recto entre el nivel del piso contra una superficie vertical recta como una pared. El niño se colocó en plano de Frankfort sus talones juntos, glúteos y escapula estarán en contacto con la pared (Gibson, 2005, www.who.int).

Indicadores de Crecimiento

Se calcularon los indicadores antropométricos Puntaje Z (Score Z) peso para la talla (Z P/T), Score Z talla para la edad (Z T/E) y Score Z peso para la edad (Z P/E) y en base a éstos se clasificó el estado nutricional de los niños empleando los estándares de referencia del software antrop V 3.2.2 OMS. Los puntos de corte se muestran en la **tabla 4**.

Tabla 4 Puntos de corte para los indicadores antropométricos OMS Fuente: (WWW.CALCULO-IMC.COM)

Color	Aplicado a	Puntajes Z	Percentiles
Verde	Intervalo numérico	≥ -1 y $\leq +1$ DE	Percentil 50
	Línea en la grafica	Mediana	
Amarillo	Intervalo numérico	≥ -2 y ≤ -1 DE o $> +1$ y $\leq +2$ DE	Percentiles 15 y 85
	Línea en la grafica	-1 DE y +1 DE	
Rojo	Intervalo numérico	≥ -3 y < -2 DE o $> +2$ y $\leq +3$ DE	Percentiles 3 y 97
	Línea en la grafica	-2 DE y +2 DE	
Negro	Intervalo numérico	< -3 o $> +3$ DE	NA
	Línea en la grafica	-3 DE y +3 DE	

Dónde: DE = Desviación Estándar

Indicadores Bioquímicos

Extracción Sanguínea

Las muestras de sangre se tomaron por medio de vía venosa periférica, las cuales se recolectaron directamente en tubos Vacutainer tapón amarillo (13 x 100 con gel activador de coagulo); para la prevención de hemoconcentración, el torniquete fue posicionado con 5cm como mínimo por arriba del sitio de la punción. Una vez que se retiró la aguja se colocó un algodón en el sitio de la punción y se le pidió a la madre que lo presionara un poco. La aguja se descartó en contenedores de residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI) rojos, de acuerdo con la legislación vigente. El tubo Vacutainer se cubrió con papel aluminio para prevenir la fotodegradación de la vitamina A. los tubos se centrifugaron a 3000 rpm, 10 min, 4°C Thermo Scientific™ Heraeus™ megafuge™ 16R) para la separación del suero del paquete globular. El suero se almacenó en crioviales a -70°C hasta su posterior análisis.

Determinación Sérica de Retinol y Carotenoides Provitamina A

La medición de la concentración de retinol sérico (**Tabla 5**) se utiliza para evaluar la deficiencia subclínica de VA en las poblaciones. En la **tabla 6** se muestran las concentraciones séricas en niños saludables de acuerdo con lo publicado por Cser M.A. y cols en 2004 (Cser M. y cols; 2004).

Deficiencia Leve	0.7- 1.05 $\mu\text{mol/L}$
Deficiencia Moderada	0.35 - 0.70 $\mu\text{mol/L}$
Deficiencia Severa	< 0.35 $\mu\text{mol/L}$

Tabla 5 Concentraciones en suero de retinol para establecer la prevalencia de la carencia de vitamina A en niños de 6-72 meses (West K p., 2000).

Carotenos	Promedio \pm DE
β -criptoxantina ($\mu\text{mol/L}$)	0.16 \pm 0.09
α -Caroteno ($\mu\text{mol/L}$)	0.05 \pm 0.03
β -caroteno ($\mu\text{mol/l}$)	0.56 \pm 1.30

Tabla 6 Concentraciones Séricas de Carotenoides en Niños Saludables (Cser M. y cols; 2004)

Procedimiento Para la Determinación de Retinol Sérico y Carotenos. Para la determinación de la cantidad de retinol sérico y carotenos en los niños se recolectaron muestras de sangre en ayuno, mediante una punción de la vena antecubital del antebrazo, se empleó el sistema Vacutainer, recolectándolo en un tubo Vacutainer de tapón amarillo. Es importante resaltar, que la muestra fue protegida de la luz, debido a que es fotosensible. Posteriormente se obtuvo el suero, por medio de centrifugación a 3,500 rpm a 4 grados centígrados por un lapso de 15 minutos. El suero (aproximadamente 200 μL) se adicióno solución salina al 0.85% y para verificar la eficiencia en la extracción, se utilizó acetato de retinilo y equinona como estándares internos. El retinol y carotenoides provitamina A se extrajeron con una mezcla de cloroformo: metanol (2:1 vol./vol) y posteriormente con hexano, ambos extractos se integraron y se evaporaron bajo una corriente suave de nitrógeno. Posteriormente se reconstituyeron en etanol

en un vial de cristal, se sonicaron y se analizaron por HPLC. (Yeum y Col., 1996). Todos los solventes empleados en el proceso fueron de grado HPLC.

Hemoglobina

La concentración de hemoglobina por sí sola no puede utilizarse como parámetro para diagnosticar la carencia de hierro (anemia ferropénica). Sin embargo, debe medirse, aunque no todas las anemias estén causadas por ferropenia. La prevalencia de la anemia es un indicador sanitario importante; puesto que, cuando se utiliza con otras determinaciones del estado nutricional con respecto al hierro, la concentración de hemoglobina puede proporcionar información sobre la intensidad de la ferropenia (WHO, 2004). La **tabla 7** muestra los puntos de corte para el diagnóstico de anemia y su gravedad en niños de 6 a 59 meses de edad.

Tabla 7 Concentraciones de Hemoglobina para Diagnosticar Anemia a Nivel del Mar (g/dL) en población de Niños de 6- 59 Meses de edad (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1, 2011).

Sin Anemia	Anemia Leve	Anemia Moderada	Anemia Grave
11.0 o superior	10.0-10.9	7.0-9.9	menos de 7.0

Determinación de Hemoglobina por Método Hemocue

El analizador Hemocue (**Figura 6**) es un fotómetro portátil, el cual brinda una medición exacta, precisa y rápida de la hemoglobina total en sangre, con la misma calidad que un analizador de hematología, pero con la ventaja de obtener resultados en campo, debido a que es un aparato portátil; sin embargo, en campo, algunos autores encuentran una adecuada precisión y exactitud mientras que otros no. Existe precisión y exactitud a partir de las muestras de origen capilar versus las obtenidas de sangre venosa periférica, al comparar el Hemocue con un método de referencia (Neufeld y Col., 2002)



Figura 6 Hemocue

Procedimiento Medición Hemoglobina por Hemocue. Se colocó una gota de la sangre recolectada en una microcúspula específica para el sistema Hemocue, para poder llevar a cabo el análisis de hemoglobina. El sistema Hemocue utiliza únicamente 10 μL de sangre. Las microcúspulas de Hemocue, tienen sus paredes recubiertas con reactivos secos. Por ello, los reactivos reaccionan espontáneamente con la muestra de sangre. Donde es formada la metahemoglobina, a partir de la conversión de hierro ferroso a hierro férrico. Los resultados son leídos en absorbancia en dos longitudes de onda, con la finalidad de controlar la turbidez de la muestra. El aparato convierte las lecturas en Hemoglobina en g/dL ; donde se muestran los resultados de manera digital. El Hemocue es calibrado diariamente con una cubeta estándar proporcionada por el fabricante (Neufeld y Col., 2002).

Proteína C Reactiva (PCR)

La PCR en látex es un marcador inespecífico para la detección de procesos infecciosos o de necrosis, debido a que se encuentra normalmente en niveles séricos bajos o no detectables normalmente pero que en procesos inflamatorios o infecciosos y otras enfermedades donde hay presencia de necrosis se incrementa. Niveles mayores a 6 mg/dL de partícula aglutinarán dando como resultado una muestra positiva. Los niveles de PCR se mantienen elevados mientras persiste la infección; pero tras su resolución caen rápidamente debido a que su vida media es muy pequeña, pues duran entre 6 a 8 horas (Ruza Tario, 2002; Laboratorios Randox, 2012).

Examen Coproparasitoscópico Seriado

Se realizó un coproparasitoscópico seriado de 3 muestras de heces de acuerdo al establecido por la técnica de Faust (Bayardo, 1978, Boteros, 2003, Faust y cols., 1939).

Evaluación Dietaria

Los métodos de evaluación dietética, permiten realizar una valoración cuantitativa y cualitativa del consumo de alimentos del individuo y por ende de nutrientes y energía. Para conocer el consumo alimentario individual o de un grupo de la población se dispone de encuestas alimentarias que estiman el consumo durante un periodo de tiempo determinado. Las primeras encuestas de valoración del consumo alimentario publicadas datan de los años treinta. Consistían en un registro alimentario y realizaban el análisis químico de alimentos, debido a la carencia de tablas de composición. En la actualidad, los métodos de valoración de consumo más utilizados son los de entrevista, CFCA, registro pesado y recordatorio de 24 horas (Suverza y Hauh, 2010, Salas, 2008).

En la práctica clínica la valoración del consumo alimentario es un instrumento de cribado, que permite ejecutar acciones preventivas. El conocimiento de los hábitos alimentarios de los individuos permite promocionar la dieta saludable de acuerdo con los objetivos nutricionales y las guías alimentarias. Así mismo, permite la detección de errores alimentarios en las personas de esta manera poder prevenir hábitos alimentarios desequilibrados (Suverza y Hauh, 2010, Salas, 2008)

Procedimiento Para la Determinación del Tamaño de Porciones Consumida en los Centros de Desarrollo Infantil (CENDI)

Para cuantificar la VA que se consumía en los centros educativos, se realizó un registros semanal de los alimentos y su preparación CENDI, así mismo, se registró el peso promedio de las porciones servidas a los menores participantes, tanto del desayuno como la comida en kg.

Con el fin de cubrir la alimentación de los niños fuera de CENDI (cena y fines de semana) se aplicó un CFCA validado para la cuantificación de VA y β -caroteno, a los padres con respecto a la alimentación de los niños. Este cuestionario se dividió por secciones: frutas y jugos, verduras, productos lácteos, alimentos para desayuno, platillos preparados, carnes, salsas, aderezos y sazónadores, tortillas, panes y botanas, pescado y mariscos, dulces y postres y bebidas. El cuestionario constaba de 72 ítems y se les preguntó al padre o tutor con qué frecuencia el niño consumía un determinado alimento, al igual que un tamaño aproximado de la ingesta (Chico, mediano y grande).

Codificación para la Aplicación de Cuestionario de Consumo de Frecuencia de Alimentos. Caso 1. Se reporta que el alimento se consume todos los días.

- a) En este caso, se multiplican los gramos de la porción (Chica (Ch), Mediana (M) o Grande (G)) de alimento consumido, por el número de veces al día que lo consume.
- b) En caso de que se trate de alimentos estacionales, (los que se consumen sólo 2, 3 ó 4 meses en el año –como las ciruelas-); el resultado anterior, se multiplica por el número de meses que dura la temporada de este alimento y luego se divide entre 12.

Caso 2. Se reporta que el alimento se consume 1, 2, 3 veces a la semana.

- a) En este caso, se multiplica el número de gramos de la porción de alimento que corresponda (Ch, M o G) por el número de días a la semana que lo consume; al resultado de esta operación se divide entre 7.
- b) En caso de alimentos estacionales, el resultado anterior se multiplica por el número de meses que dura la temporada del alimento y luego se divide entre 12. Para alimentos reportados al mes los resultados se dividen entre 30 y al año 365 es lo mismo que lo anterior.

Análisis Estadístico

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables y se calcularon medidas de tendencia central (medias y medianas) y medidas de dispersión (desviación estándar e intervalo intercuartilico). Para evaluar la asociación entre la concentración sérica de retinol y carotenos con la ingesta dietaria de VA, se empleó un análisis de correlación de Spearman y se definió como significativa cuando $P \leq 0.05$.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Características Descriptivas de la Población

La población fueron niños de 1-2 años de edad aparentemente sanos y con medias de peso y talla normales para la edad. En la **tabla 8** se muestran las características descriptivas de la población. Donde cerca del 7% (n=1) de la población presenta sobrepeso. No se encontró emaciación o desmedro en los menores. Es importante mencionar, que tres meses antes del inicio nuestro estudio, los niños recibieron suplementación con VA como parte de la campaña nacional de vacunación, la cual fue una dosis de 60 mg de VA, sin embargo esto no altera los resultados del presente estudio; pues de acuerdo a lo publicado con Robles y cols, tres meses posteriores a la suplementación con VA, los valores en sangre disminuyen, y no son significativamente distintos a los valores basales antes de la suplementación (Robles y cols, 1998).

Tabla 8 Mediciones Antropométricas en los niños participantes

	Mediana (Percentil 25 y 75)
Edad (años)	2.21 (1.52 2.62)
Peso (kg)	13.05 (11.83 13.39)
Talla (cm)	87.5 (82.23 90.43)
Z P/E	0.34 (-0.82 0.47)
Z P/T	0.75 (0.2 0.46)
Z T/E	0.34 (-0.82 0.47)

Dónde: Z P/E = Puntaje Z Peso/Edad; Z P/T = Puntaje Z Peso/Talla; Z T/E = Puntaje Z Talla/ Edad

Análisis Bioquímicos

Determinación Bioquímica de Vitamina A

La **tabla 9** muestra las concentraciones en suero de retinol y carotenoides, provitamina A, los cuales se encuentran dentro de los intervalos normales de acuerdo con los puntos de corte establecidos por West. Así mismo, se encontró normalidad en la concentración de carotenos de acuerdo con lo reportado por Cser y cols en 2004 (Cser M. y cols, 2004, West, 2002). Sin embargo, al evaluar a los menores de forma individual, se observó que el 13.3% (n=2) presentó DVA ligera ($< 1.05\mu\text{mol/L}$), lo cual es un sitio de atención, pues 3 meses antes los menores habían recibido una megadosis de VA, como parte de la campaña de vacunación, con lo cual se esperaba no encontrar DVA. Una deficiencia leve de VA podría producir cambios en la conjuntiva denominados manchas de Bitot, además, se encuentra relacionada con una mayor prevalencia de anemia, mayor incidencia de mortalidad y morbilidad, aumento en la tasa de infecciones, finalmente incrementa el retraso en crecimiento; es importante mencionar, que el estado nutricional del niño, se va agravando conforme el estatus de VA vaya declinando (**Figura 7**) (Sommer A., 1994; www.lpi.oregonstate.edu,2015, Robles y cols, 1998).

Tabla 9 Concentraciones en Suero de Retinol y Carotenos

	Mediana (Percentil 25 y 75)
Retinol ($\mu\text{mol/L}$)	1.22 (1.20;1.49)
β-Criptoxantina ($\mu\text{mol/L}$)	0.9 (0.36;0.98)
α- Caroteno ($\mu\text{mol/L}$)	0.18 (0.11;0.23)
β- Caroteno ($\mu\text{mol/L}$)	0.73 (0.42;0.94)



Figura 7 Progresión de la Deficiencia de Vitamina A (Sommer A., 1995)

Hemoglobina

La concentración promedio de hemoglobina en los niños participantes fue de 12.47 ± 0.92 g/dL, cabe mencionar, que ninguno de los menores curso con valores por debajo del punto de corte para anemia. Con valores del percentil 25 de 11.98 g/dL y con un percentil 75 de 13.4 g/dL.

Actualmente existe poca información acerca de los efectos de la deficiencia de hierro sobre el estado VA; sin embargo cuando se presenta deficiencia de hierro, este afecta la eficiencia de las intervenciones, para poder incrementar el estado de VA, evaluado ya sea por parámetros bioquímicos o clínicos. Por ello, se han utilizado modelos animales que han contribuido a comprender la deficiencia de hierro, sobre la distribución y movilización de VA (Amine y cols, 1970). Adicionalmente, un estudio en preescolares mexicanos, mostro que si los niños eran suplementados con hierro, incrementaban significativamente el retinol sérico, RBP y la concentración de transtiretina, comparados contra el grupo placebo (Muñoz y cols, 2000).

México presenta el 24% de anemia en menores de 2 años, clasificándose como causa principal de anemia nutricional en preescolares, debido a que la dieta es deficiente en hierro o

una dieta deficiente que además se combina con productos con un alto contenido de Fitatos; de acuerdo con los resultados emitidos por la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (De la Cruz Góngora V., y cols 2012, ENSANUT, 2012).

Proteína C Reactiva

Es importante mencionar que la presencia de inflamación subclínica fue negativa al evaluar la PCR en suero como marcador, resultados fueron < 6 mg/dL (Laboratorios Randox, 2013).

Coproparasitoscópico Seriado

Al analizar las muestras coprológicas se encontró ausencia de parásitos intestinales patógenos, únicamente se observó la presencia de *Edolimax nana* en 7% (n=1) de la población; lo cual no representa riesgo para los niños pues es un parásito intestinal no patógeno (Asociación Española de Gastroenterología, 2011). El interés en evaluar la presencia de parásitos patógenos en la población deriva por el hecho de que se ha observado que, la giardiasis y la ascariasis, parasitosis común a nivel mundial y frecuente en países en vías de desarrollo, se han encontrado asociadas con un decremento en la energía en la absorción del Cinc (Zn). Así mismo, se encuentran asociadas con esteatorrea, lo cual a su vez reduce la absorción de VA, lo cual conduce a una malabsorción intestinal (Rosaldó y cols, 2009). Además ambos parásitos han demostrado comprometer la movilización de VA desde su reserva en el hígado (Astiazaran y cols, 2010; Tanumihardjo y cols, 2004).

Evaluación Dietaria

Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos

En la **Tabla 10** se presenta la mediana de consumo de macronutrientes y micronutrientes del CFCA. El consumo promedio de macronutrientes y micronutrientes es normal para la edad de los niños, cubriéndose el 100% de sus requerimientos. Sin embargo el 27% (n=4) de los pequeños no cubre su requerimiento energético diario, de acuerdo a lo estimado para su edad y

peso (IOM-FMB). El 13% (n=2) no cumple con el requerimiento de consumo de carbohidratos. El 7% (n=1) no satisfizo sus necesidades de hierro.

Tabla 10 Consumo de Macronutrientes y Micronutrientes CFCA

	Mediana	% de Adecuación Consumo
Energía (kcal)	1309	> 100 %
Proteínas (g)	43.21	> 100 %
Carbohidratos (g)	168.22	> 100 %
Lípidos (g)	47.15	> 100 %
Vitamina A (µg RAE)	640.81	> 100 %
Hierro (mg)	11.32	> 100 %
Cinc (mg)	6.64	100 %

Los resultados obtenidos de macronutrientes son muy similares a los obtenidos en el estudio de Sharma S. y colaboradores, donde la población estudiada fueron niños de 13 a 24 meses, de Baltimore, Maryland, Estados Unidos. Cabe mencionar que el consumo de micronutrientes fue mayor en el presente estudio (Sharma S., y cols; 2013).

En cuanto al consumo de VA proveniente de la dieta el 100% de los prescolares presentaron un consumo alto con respecto a lo establecido por el IOM que es de 300µg de RAE por día. Sin embargo, cabe aclarar que el CFCA tiende a sobreestimar el consumo tanto de macronutrientes como micronutrientes, particularmente de VA al compararlo versus el recordatorio de 24 horas (Humphrey y cols., 2000).

Se encontró que el mayor aporte energético por día del CFCA fueron los carbohidratos (**Figura 8**) con un 54% por ciento de ingesta, seguido por lípidos con 33% finalizado con proteína con aporte del 13%, mismos que se encuentran dentro de los intervalos de normalidad de acuerdo con la IOM.

Distribución Energética CFCA por Día

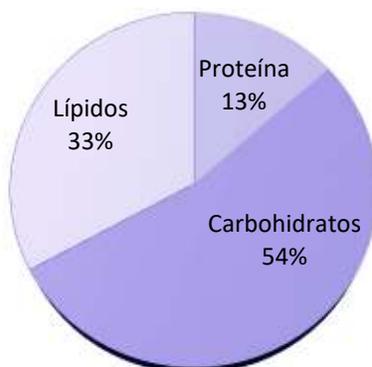


Figura 8 Distribución Energética CFCA por Día

A su vez se analizaron los diez principales aportadores de VA, hierro y cinc provenientes del CFCA (**Tabla 11**). Donde el principal aportador de VA es la leche entera, dato común por el grupo de edad en que se encuentra la población. El principal aportador de hierro se vio en el cereal de arroz, el cual se encuentra fortificado con hierro. En cuanto al principal aportador de cinc fue la leche entera. Un dato relevante y muy alarmante a la vez fue el bajo consumo de verduras y frutas, lo cual es característico de la población sonoreense, pero que se debe abordar desde temprana edad, con el objetivo de modificar los hábitos alimentarios de la población.

Tabla 11 Principales aportadores dietarios de vitamina A, hierro y cinc, en los menores participantes

Vitamina A	Hierro	Cinc
Leche entera	Cereal de arroz	Leche entera
Hígado	Jugo de manzana	Sabritas Fritos con Limón
Zanahoria cocida	Cereal Zucaritas Nestlé	Caldo de pollo
Cereal de Arroz Inflado	Cereal Froot Loops Kellogs	Carne a la plancha
Huevo Frito	Cereal Cornflakes	Chilaquiles
Sopa de Pasta en Caldo	Leche	Huevo frito
Caldo de Pollo con Verduras	Huevo frito	Pozole
Néctar de Mango	Néctar de mango	Cereal Froot Loops Kellogs
Zanahoria cruda	Crema de trigo	Tortilla de Maíz
Chilaquiles	Galletas de Nieve	Ensalada de atún
Cereal Froot Loops Kellogs	Chilaquiles	Sopa de arroz

Se analizó el consumo de hierro, y Zn, debido a que la DVA puede ser un factor que desencadene la presencia de anemia por deficiencia de hierro, por la relación intermetabólica que existe entre ambos nutrientes (Miller J., 1998) El Zn influye en la absorción, transporte y utilización de VA, mediante la síntesis proteica o como cofactor en enzimas dependientes de Zn. La deficiencia de VA y deficiencia de Zn puede contribuir al desarrollo de anemia, problemas oculares y retraso en el crecimiento (Chen y cols., 2012, De la Cruz Góngora V., y cols., 2012)

La deficiencia de Zn puede producir un decremento en la síntesis de la RBP en el hígado, lo cual tiene como consecuencia la concentraciones en plasma disminuyan. Otro mecanismo de interacción de la VA y el Zn es la conversión oxidativa de retinol en retinaldehído, lo cual es un paso fundamental en el metabolismo de la VA en el ciclo de la visión; pues requiere de la enzima retinol deshidrogenasa dependiente del Zn (Christian P. y West Jr K. P, 1998).

Evaluación del Menú Institucional

Al evaluar los Menús institucionales de una semana, se encontró que no se cumplía con los requerimientos energéticos; con porcentaje de cumplimiento de 28% de la ingesta diaria recomendada (IDR). También se encontró deficiencia en el consumo de carbohidratos con un porcentaje de cumplimiento del 29%. Además el porcentaje de adecuación de los tres micronutrientes estudiados fue bajo (**Tabla 12**).

Tabla 12 Consumo de Micronutrientes y Macronutrientes del Menú Institucional de CENDI

	Desayuno	Comida	Total en el CENDI	2/3 IDR	% de Cumplimiento
Energía (kcal/d)	84.6 ± 36.5	105.6 ± 52.4	190.1 ± 89	679.3	28
Proteína (g/d)	3.4 ± 1.7	5.1 ± 3.2	8.5 ± 4.7	8.7	100
Carbohidrato (g/d)	11.9 ± 7.3	13.2 ± 6.2	25.1 ± 13.5	87	29
Lípidos (g/d)	2.7 ± 1.4	4.03 ± 2.6	6.76 ± 4		
Vitamina A (RAE/d)	46.4 ± 42	29.6 ± 21.8	76 ± 63.8	200	36.5
Hierro (mg/d)	0.9 ± 0.8	1.2 ± 1.3	2.1 ± 2.1	4.7	44
Cinc (mg/d)	0.6 ± 0.3	0.9 ± 0.8	1.5 ± 1.1	2	74

La mayor distribución de carbohidratos se encuentra en la comida con 13.2 ± 6.2 gramos; sin embargo el contenido energético es muy bajo para la edad. La mayor concentración de VA se encuentra en el desayuno con 46.4 ± 41.2 RAE, cabe mencionar que si se suma el contenido de VA con la comida no se cumple con el IDR para la edad; obteniéndose un porcentaje de cumplimiento del 37 %. Así mismo, los porcentajes de cumplimiento en la ingesta de hierro y cinc, fueron deficientes con valores de 44 % y 74% respectivamente. Se recomienda una reestructuración del menú institucional, con la finalidad de mejorar el aporte tanto de macronutrientes y micronutrientes. Lo cual es posible, con una dieta variada, con un alto aporte de frutas y verduras y proteínas de alto valor biológico. Así mismo, incrementar el tamaño de las porciones servidas en cada tiempo de alimentación correspondiente. La Asociación Americana del Corazón (American Heart Association) recomienda que los pequeños tengan un consumo diario de 500 ml de productos lácteos, 56 gramos de proteína (carnes y frijol), como mínimo una

taza de fruta (150 gramos) y 85.1 gramos de granos integrales (www.heart.org; 2014). En la **tabla 13** se muestra una comparación de la ingesta recomendada por la American Heart Association y la ingesta del menú institucional de CENDI donde los valores de productos lácteos, frutas y granos integrales, son muy superiores a las recomendaciones; sin embargo tenemos, que el consumo proteico se encuentra muy superior a la recomendación con una ingesta de 61 gramos, cuando la recomendación, es de 56 gramos al día.

Tabla 13 Comparación de Ingesta Asociación Americana del Corazón y Menú Institucional CENDI

	Productos Lácteos	Proteína (carne y frijol)	Fruta	Granos Integrales
Asociación Americana del Corazón	334 ml	37.4 gr	100 gr	59 gr
Menú Institucional CENDI	162 ml	61 gr	37.5 gr	32.0 gr

Asociación entre Retinol Sérico y Carotenoides de Provitamina A con la Ingesta Dietaria de Vitamina A

Se evaluó la asociación entre la ingestión dietaria de α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina, VA preformada; y no se observó correlación significativa bajo estos criterios. Sin embargo, se encontró asociación de la ingestión energética con el retinol dietario con un p valor de 0.001 y un valor de r de Spearman de 0.80.

Humphrey y col., reportaron una asociación significativa entre la ingesta dietaria y niveles séricos de retinol en niños preescolares de Indonesia con la aplicación de recordatorio de 24 horas. Cabe mencionar que, ellos también analizaron la asociación entre la ingesta dietaria de VA y retinol sérico; donde no se encontró asociación entre dicha relación, lo que concuerda con los resultados del presente estudio. Por lo tanto, ellos recomiendan que cuando el objetivo del estudio se la identificación de una población con consumo inadecuado de VA, se aplique un

recordatorio de 24 horas pues brinda información más confiable y certera que al emplear el CFCA (Humphrey y cols, 2000).

En México actualmente a la fecha no existen referencias bibliográficas acerca de estudios de asociación entre las concentraciones de retinol sérico y carotinoides provitamina A y la ingestión de VA procedente de la dieta.

CONCLUSIONES

Debido a la naturaleza del estudio, no se presentó asociación entre la ingesta dietaria de carotenoides con los carotenoides séricos, dichos resultado, se deben a las limitaciones encontradas en el presente estudio, que se debieron al diseño transversal del estudio, el método empleado no era el adecuado, así mismo el tamaño de muestra empleado fue menor al deseado; por lo tanto para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el muestro y utilizar recordatorio de 24 horas en lugar de un CFCA.

Los prescolares presentaron DVA leve en 13% (n=2) de la población, al analizar los casos por separado, lo cual es un indicativo, de que en la población sonoreense existe la prevalencia de DVA; sin embargo, se encontró que en promedio se presentaron valores de retinol sérico y carotenos provitamina A dentro de los intervalos de normalidad.

A pesar de que la mayoría de los prescolares cumplieron con un consumo adecuado de macronutrientes y micronutrientes a partir de los datos obtenidos mediante el CFCA, es importante darle seguimiento al contenido calórico de los alimentos consumidos; puesto que el menú institucional de CENDI era deficiente de energía, carbohidratos, VA, hierro y cinc; lo cual a su vez representa un foco rojo en la conducta alimentaria del pequeño; pues dichos menús deberían de satisfacer las 2/3 partes del IDR para su edad, lo cual no se cumple. Cabe mencionar, que el CFCA, a pesar de ser la herramienta utilizada en estudios poblacionales, para evaluar la ingesta dietaria, puesto que permite conocer la ingesta a largo plazo; tiende a sobreestimar la ingesta. Por ello, se deben analizar los resultados obtenidos con cautela. Una dieta equilibrada con un abundante consumo en frutas y verduras aunado a un moderado consumo de productos de origen animal contribuirán a alcanzar la recomendación dietaria de VA.

REFERENCIAS

1. Amine EK, Corey J, Hegsted DM, Hayes KC. Comparative hematology during deficiencies of iron and vitamin A in the rat. *J Nutr* 1970; 100:1033-40.
2. Alarcón Corredor O. M. 2006. La Hipervitaminosis A: una Enfermedad Multisistémica. *Revista de la Facultad de Farmacia Vol. 48 (2) 2006.*
3. Amaya, D., Viloria, H., Ortega, P., Gómez, G., Urrieta, J. R., Lobo, P., Estévez, J. 2002. Deficiencia de vitamina A y Estado Nutricional Antropométrico en Niños Marginales Urbanos y Rurales en el Estado Zulia, Venezuela. *Investigación Clínica. 43(2) Maracaibo.*
4. Asociación Española de Gastroenterología. 2011. *Tratamiento de Enfermedades Gastroenterológicas.* Editorial Elsevier. 3ª edición. España.
5. Biesalki, Grimm. 2009, *Nutrición: Texto y Atlas.* Editorial Médica Panamericana.
6. Bourges R. H., Casanueva E., Rosado J. L. 2005. *Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana Bases Fisiológicas Tomo I.* Editorial Panamericana. México. P 29-37.
7. Calculo-imc.com/anthro_pc_manual_v322_es.pdf Manual WHO Antro.
8. Cameron. 1978. *The Methods of Auxological Anthropometry.* In: Falkner, F. and Tanner, J. *Human Growth. Post natal growth.* Plenum Press, London.
9. Casanueva E., Kuafer-Horwitz M., Pérez-Lisaur A.B., Arroyo P. 2008. *Nutriología Médica.* 3 ed. Editorial Panamericana. P 2-30.
10. Chen M.D., Yong-Fang Liu Ms, Min Gong, Wei Jiang, Zhen Fan, Ping Qu BA, Jie Chen, You-Xue Liu, Ting-Yu Li. 2012. *Effects of Vitamin A, Vitamin A plus Zinc, y*

Multiple Micronutrients on Anemia in Preschool Children in Chongqing, China. *Asia Pac J Clin Nutr* 2012;21 (1):3-11

11. Christian P y West Jr K. P .1998. Interactions Between Zinc and Vitamin A: an Update . *Am J Clin Nutr* 1998;68(suppl):435S–41S.
12. Combs Jr G. F. 2008. *The Vitamins Fundamental Aspects in Nutrition and Health* Third edition, Editorial Elsevier. P 97-140.
13. De la Cruz Góngora V., Villalpando S., Rebollar R., Chem Tech, Shamah-Levy T., Gómez Humarán I. M. 2012. Nutritional Causes of Anemia in Mexican Children Under 5 years. Results from the 2006 National Health and Nutrition Survey. *Salud Pública de México / vol. 54, no. 2, marzo-abril de 2012*
14. Encuesta Nacional de Nutrición. 2012 (ENSANUT). Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca Morelos. Impreso en México.
15. fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0f.htm Capítulo 11 Vitaminas.
16. Faust E, D'Antoni J, Odom V, Miller J, Peres C, Sawitz W, Thomen L, Tobie J, Walker J. A critical study of clinical laboratory technics for the diagnosis of protozoan cysts and helminth eggs in feces. *Am J Trop Med.* 1939;18:169-83.
17. Gibson R. S. 2005. *Principles of Nutritional Assessment.* 2 ed. Editorial Oxford University Press. Estados Unidos. P252.
18. González Siqueiros L. E., 2008. *Cambios en el Patrón de Consumo de Alimentos y su Relación con el Riesgo de Enfermedades Crónicas en la Población Sonorense.* Hermosillo Sonora.
19. www.heart.org/HEARTORG/GettingHealthy/Dietary-Recommendations-for-Healthy-Children_UCM_303886_Article.jsp. 2014. Dietary Recommendations for Healthy Children.

20. Hoyos Nuño L. C. 1991, Canasta Estatal de Consumo de Alimentos y Aporte de Nutrimientos. Hermosillo Sonora
21. Humphrey J., Friedman D., Natadisastra G., Muhilal. 2000. 24 Hour History is Closely Associated with Vitamin A Status and Provides a Better Estimate of Dietary Vitamin Intake of Deficient Indonesian Preschool Children than a Food Frequency Method. *Journal of the American Dietetic Association*. 100(12):1501–1510.
22. Instituto Nacional de Salud de Perú. 2001. Informe Nacional de Deficiencia de Vitamina A en Niños Menores de 05 Años y Mujeres en Edad Fértil 1997-2001. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria y Nutricional. Perú.
23. Laboratorio Randox 14 de Octubre 2013. C-Reactive Protein Latex Test: CP2714
24. Linus Pauling Institute, 2015. <http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/vitaminas/vitamina-A>
25. Miller J. 1998. Vitamin A, Iron, and Anemia: from observation to hypotheses. *Nutrition Bytes*, 4(2), Article 5 (1998).
26. McLaren D. S. y Frigg M. 1999. Manuel de Ver y Vivir Sobre los Trastornos por Deficiencia de Vitamina A. Editorial Organización Panamericana de la Salud. P 1-5, 11,16,73-79.
27. Muñoz E. C., Rosado JL, López P, Furr HC, Allen LH. Iron and zinc supplementation improves indicators of vitamin A status of Mexican preschoolers. *Am J Clin Nutr* 2000;71:789-94
28. Neufeld L., García-Guerra A., Sánchez-Francia D., Newton-Sánchez S., Ramírez-Villalobos M. D., Rivera-Dommarco J. 2002. Hemoglobin Measured by Hemocue and a Reference Method in Venous and Capillary Blood: A Validation Study. *Salud Publica Mex* 2002;44:219-227.
29. Sharma S., Kolaheed F., Butler L., Budd N., Rushovich B., Galina L M, Gittelsohn J., Caballero B. 2013. Assessing dietary intake among infants and toddlers 0–24 months

of age in Baltimore, Maryland, USA. Sharma et al. Nutrition Journal 2013, 12:52

30. Sommer A. 1995. Vitamin A Deficiency and Its Consequences. A Field Guide to Detection and Control. Tercera Edición. World Health Organization. Inglaterra.
31. Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of DRIs, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine 2000: DRI. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: National Academy Press
32. Robles S. A., Astiazaran G. H., Davlos N. R., Quihui C. L., Cabrera P. R., Valencia. J. M. 1998. Efecto de la Suplementación con una Dosis Masiva de Vitamina A en Niños de 6 a 36 meses de Edad. Instituto Nacional de Salud Pública. México Salud Pública de México, vol. 40, núm. 4, julio-agosto, 1998, pp. 309-315.
33. Rosaldo J.L., Camaraño M.C., Montoya Y.A., Solano M de Lourdes, Santo J. I., Long KZ. 2009. Interaction of Zinc or Vitamin A Supplementation and Specific Parasite Infections on Mexican Infants' Growth: a Randomized Clinical Trial. European Journal of Clinical Nutrition (2009) 63, 1176–1184.
34. Ruza Tario F., 2002. Tratado de Cuidados Intensivos Pediátricos. 3era Edición. Editorial Norma-Capitel España. Volumen II.
35. Sommer, A y West, K. P. 1996. Vitamin A deficiency: Health Survival and Vision. Oxford University Press, New York.
36. Suverza A. y Hauh K. 2010. El ABCD de la Evaluación del Estado de Nutrición. 1ª ed. Editorial Mc Graw –Hill. México. P 4, 173-179.
37. Tanumihardjo S. A., Permaesih D., Muhilal. 2004. Vitamin A Status and Hemoglobin Concentrations are Improved in Indonesian Children with Vitamin A and Deworming

- Interventions. *European Journal of Clinical Nutrition* (2004) 58, 1223–1230.
38. Treviño Martínez G. 2009. *Pediatría*. 2 a ed. Editorial Mc Graw Hill. México. P 813
 39. (UNICEF) Fondo de Naciones Unidas para la Infancia. 2012 .Evaluación del crecimiento de niños y niñas. Ed. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Argentina.
 40. United State Department of Agriculture (USDA)
<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2968>
<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3242?fg=&man=&lfacet=&format=&count=&max=25&offset=&sort=&qlookup=sweet+potatoe>
 41. Valencia M. E., Astiazarán H., Esparza J., González L., Grijalva M., Cervera A. y Zazueta P. 1999. Vitamin A and Low Prevalence in Yaqui Indian Children in Northwest Mexico *J Nut Sci Vitaminol*, 1999, 45,747-757.
 42. West, K. 2002 Extent of Vitamin A Deficiency among Preschool Children and Women of Reproductive Age *J. Nutr.* 132: 2857S–2866S, 2002.
 43. who.int/childgrowth/standards/es/ Patrones de Crecimiento Infantil.
 44. who.int/childgrowth/training/apoyo_midiendo.pdf Material de Apoyo – Pesando y Midiendo a un Niño.
 45. WHO-FAO.2004. Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004 P 17-44.
 46. WHO/NMH/NHD/MNM/11.3. 2011. Concentraciones en Suero de Retinol Para Establecer la Prevalencia de la Carencia de Vitamina A a Escala Poblacional. Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.

47. WHO. 2004. Assessing Iron Status of Population. 2a Ed. Editorial World Health Organization.
48. WHO. Worldwide Prevalence of Anemia 1993-2005. Global Data Base on Anemia 2008.
49. WHO.2009.Global prevalence of Vitamin A Deficiency in Populations at Risk 1995-2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva, World Health Organization.
50. Yeum K. J., Booth S. L., Sadowski J. A., Liu C., Tang G., Krinsky N. L., Russell R. M. 1996. Human Plasma Carotenoid Response to the Ingestion of Controlled Diets High in Fruits and Vegetables. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:594-602.