



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

**“EFECTO DE LA ORIENTACIÓN ALIMENTARIA Y LA SUPLEMENTACIÓN CON
MICRONUTRIMENTOS Y ÁCIDOS GRASOS POLINSATURADOS EN EL
RENDIMIENTO ESCOLAR DE NIÑOS OBESOS”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

MAESTRO EN NUTRICIÓN HUMANA

Presenta:

L.N. Sara Paulina Escobedo De Los Cobos

Dirigida por:

Dra. Olga Patricia García Obregón

M.N.H Dolores Ronquillo González

Querétaro, Qro. 2014



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Nutrición Humana

**“EFECTO DE LA ORIENTACIÓN ALIMENTARIA Y LA SUPLEMENTACIÓN CON
MICRONUTRIMENTOS Y ÁCIDOS GRASOS POLINSATURADOS EN EL
RENDIMIENTO ESCOLAR DE NIÑOS OBESOS”**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Nutrición Humana

Presenta:

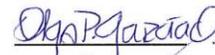
Sara Paulina Escobedo De Los Cobos

Dirigido por:

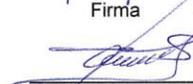
Dra. Olga Patricia García Obregón

M.N.H Dolores Ronquillo González

Dra. Olga Patricia García Obregón
Co-Directora


Firma

M.N.H. Dolores Ronquillo González
Co-Directora


Firma

Dr. Jorge Luis Rosado Loria
Secretario


Firma

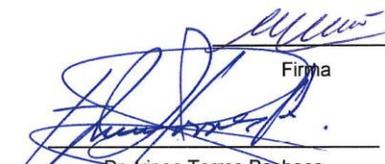
Dr. Miguel Duarte Vázquez
Vocal


Firma

M.C María del Carmen Caamaño Pérez
Suplente


Firma

Dra. Margarita Teresa De Jesús García Gasca
Directora de la Facultad


Firma
Dr. Irineo Torres Pacheco
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro
Octubre de 2014
México

RESUMEN

Estudiar el efecto de la orientación alimentaria y la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos poliinsaturados en el rendimiento escolar de niños obesos de una zona rural del estado de Querétaro, México. Participaron 134 niños (6 – 10 años) de ambos sexos, en un estudio longitudinal, aleatorizado y controlado. Los participantes se asignaron a los siguientes grupos de tratamiento: a) Suplemento con micronutrientes y ácidos grasos poliinsaturados (237 mL/día) y orientación alimentaria; b) orientación alimentaria solamente. Durante 24 semanas los participantes recibieron el tratamiento. A todos los participantes se les tomó peso, talla, altura de rodilla, circunferencia de cintura.). Se tomó una muestra de sangre en ayunas al inicio y al final del estudio para la determinación de hemoglobina, hierro, zinc, y vitaminas A, C y D. La dieta fue evaluada al inicio y al final con 3 recordatorios de 24 horas. Se evaluó rendimiento escolar considerando las calificaciones escolares y la percepción del desempeño escolar de los padres y maestros fue evaluado con un cuestionario CONNERS, este fue aplicado después de las 24 semanas de tratamiento de los participantes. Se observó una asociación positiva entre el consumo de vitamina A y C, con las calificaciones de español, matemáticas y promedios generales ($p < 0.05$) al inicio del tratamiento. Sin embargo no se observaron diferencias significativas entre grupos de tratamiento y el rendimiento escolar al finalizar el estudio. Las puntuaciones de Connors en cuanto a la percepción de maestros y de padres de familia, no expresan un cambio en el desempeño escolar de los niños después del periodo de tratamiento. En conclusión; en este estudio la orientación alimentaria y la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos poliinsaturados no reflejaron una mejora el rendimiento escolar de niños obesos, lo que demuestra que en este estudio las calificaciones grupales por si solas no fueron una herramienta asertiva para evaluar el rendimiento académico de los participantes.

Palabras clave: micronutrientes, Ácido Docosahexaenoico (DHA), Ácido Araquidónico (AA), rendimiento escolar.

SUMMARY

The effect of nutrition education and supplementation with multiple micronutrients (MM) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the school performance of obese children in a rural area of Queretaro, Mexico, was evaluated in a longitudinal, randomized, controlled trial. A total of 134 children (6-10 y) were assigned to one of the two groups: a) 237mL/day of a supplement with MM and PUFA's (SMP) and nutrition education; b) nutrition education alone (CON). All treatments were administered for 24 wks. Weight, height, waist circumference and body composition (by DXA) were measured at 0 and 24 wks. Diet was evaluated at the beginning and at the end of the study using 3-24h recalls. School performance was evaluated with school grades before and after the intervention, and with the CONNERS questionnaire at 24 wks. At the beginning of the study, vitamins A and C intake was positively associated with spanish, mathematics and overall grades ($p < .05$). There were no differences between groups in school performance at the end of the study. Connors scores in the perception of teachers and parents, do not express a change in school performance of children after the treatment period. In conclusion; in this study the nutritional counseling and supplementation with polyunsaturated fatty acids and micronutrients did not reflect improved school performance of obese children, demonstrating that on their own group ratings were not assertive tool in this study to evaluate the academic performance of participants.

Keywords: micronutrients, Docosahexaenoic Acid (DHA), Arachidonic Acid (AA), school performance.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la oportunidad de vivir esta experiencia en mi vida, que trajo consigo no solo un gran crecimiento académico, también me brindó grandes amistades y momentos llenos de felicidad.

A mis padres Raúl Rafael Escobedo Moreno y Georgina de los Cobos Arredondo, por su noble corazón, paciencia y confianza, por darme lo mejor de su vida, por ser mis guías y sobretodo unos grandes padres. Gracias por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por darme la libertad de elegir mi futuro, por brindarme con las manos abiertas su amor, apoyo, confianza y sus consejos en mi preparación, he llegado a realizar una de mis grandes metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir, los amo.

A mi hermana Martha Eugenia Escobedo de los Cobos por brindarme su apoyo, por ser mi amiga, por su cariño y amor, y sobre todo gracias por ser mi hermana. Te amo

A mi novio Jesus Miguel Arandia Uribe, por haberme acompañado en esta etapa, y siempre brindarme una palabra de aliento y confianza, para luchar por mis anhelos. Te amo

A mis sinodales Dra. Olga Patricia Garcia Obregón, M.N.H. Dolores Ronquillo Gonzalez, Dr. Jorge Luis Rosado Loria, M.C. María del Carmen Caamaño Pérez y Dr. Miguel Duarte Vázquez, por todo el apoyo que brindaron en esta etapa, el tiempo que me regalaron para aclarar mis dudas, muchas gracias por compartirme sus conocimientos.

A mis amigos y compañeros de trabajo por su apoyo emocional, y tenderme su mano cuando más lo necesitaba.

A mis profesores que fueron parte de mi formación profesional.

A la Universidad Autónoma de Querétaro y a mis profesores que me brindaron la oportunidad de formarme para adquirir el acervo de conocimientos que me compromete con la sociedad, para ella mi gratitud

INDICE

RESUMEN	iii
SUMMARY	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.0 EPIDEMIOLOGÍA	3
1.1 Epidemiología de la obesidad infantil en México	3
2.0 CAUSAS DE LA OBESIDAD INFANTIL	5
2.1 Factores genéticos	6
2.2 Factores biológicos	7
2.3 Condiciones Médicas y obesidad	7
2.4 Sedentarismo	9
2.5 Alimentación en centros escolares y contextos familiares	9
3.0 ALIMENTACIÓN, COGNICIÓN Y RENDIMIENTO ESCOLAR	10
3.1 Vitaminas y Minerales, cognición y rendimiento escolar	12
3.1.1 Hierro	13
3.1.2 Zinc	15
3.1.3 Vitamina A	15
3.1.4 Vitamina D	16
3.1.5 Vitamina C	16
3.2 Ácidos grasos esenciales, cognición y rendimiento escolar	17
4.0 RENDIMIENTO ESCOLAR, COGNICIÓN Y OBESIDAD	21

III. HIPOTESIS	24
IV. OBJETIVOS	24
Objetivo General	24
Objetivos Particulares	24
V. MATERIALES Y METODOS	24
5.1 SUJETOS Y LUGAR DEL ESTUDIO TRANSVERSAL	25
5.1.1 Tamaño de muestra	25
5.2 Diseño del estudio	25
5.2.1 Procedimientos	25
5.2 SUJETOS Y LUGAR DEL ESTUDIO LONGITUDINAL	26
5.2.1 Tamaño de muestra	26
5.2.2 Criterios de inclusión	26
5.1.3 Criterios de exclusión	27
5.1.4 Criterios de eliminación	27
5.2 Diseño del estudio	27
5.2.1 Procedimientos	28
5.2.3 Descripción de tratamientos	29
5.3 Instrumentos para la obtención de datos	30
5.3.1 Cuestionarios	30
5.3.1.1 Historia clínica	30
5.3.1.2 Cuestionario nivel socioeconómico	31
5.3.1.4. Evaluación de la dieta	31
5.3.1.5. Rendimiento Escolar	32
5.3.1.5.1 Conners	32
5.3.4 Determinaciones bioquímicas	34
5.3.4.1. Biometría hemática.	35
5.3.4.2 Vitaminas	35
5.3.4.3 Minerales	36
5.3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
VI RESULTADOS	38

5.3	Diagrama de la población del estudio transversal _____	38
5.4	Características generales de la población de estudio _____	38
5.3	Distribución porcentual del índice de Masa Corporal (IMC) en niños escolares _____	39
5.3	Rendimiento escolar de la población por estado nutricional y género ____	39
5.3	Correlaciones del estado nutricional del niño con el rendimiento escolar 42	
5.4	Diagrama de la población del estudio longitudinal _____	43
5.5	Características generales de la población de estudio _____	44
5.6	Prevalencia de deficiencias y bajas concentraciones de vitaminas y minerales _____	45
5.7	Rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento al inicio y al final de la intervención _____	45
5.8	Percepción por padres y maestros del rendimiento en la escuela y en el hogar de niños obesos _____	48
5.11	Relación rendimiento escolar y micronutrientes en sangre _____	49
5.12	Descripción de la dieta _____	50
5.13	Relación de la dieta con el rendimiento escolar _____	53
	VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS _____	54
	VIII CONCLUSIONES _____	57
	LITERATURA CITADA _____	59

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Comparativo de la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en niños.....	4
<i>FIGURA 2. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares del estado de Querétaro.....</i>	<i>5</i>
<i>FIGURA 3. Consecuencias de la obesidad pediátrica.....</i>	<i>8</i>
<i>FIGURA 4. Clasificación de los ácidos grasos.....</i>	<i>17</i>
FIGURA 5. Diagrama de la población evaluación transversal.....	38
FIGURA 6. Diagrama de la población evaluación longitudinal.....	43
FIGURA 7. Distribución porcentual del Índice de Masa Corporal (IMC) en niños escolares.....	45

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Puntos de corte para diagnóstico de anemia _____	35
TABLA 2. Puntos de corte para deficiencias de las vitaminas en niños _____	36
TABLA 3. Puntos de corte para deficiencia de minerales en niños _____	36
TABLA 4. Características generales de la muestra _____	39
TABLA 5. Rendimiento escolar por estado nutricional y género _____	41
TABLA 6. Correlaciones de rendimiento escolar con IMC (kg/cm ²) e IMC/Edad _____	42
TABLA 8. Cambios en el rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento. _____	46
TABLA 9. Cambios en el rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento por género. _____	47
TABLA 10. Percepción del rendimiento escolar por padres y maestros medido por CONNERS por grupo de tratamiento. _____	48

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. INFORMACIÓN DEL SUPLEMENTO	66
ANEXO 2. ORIENTACIÓN ALIMENTARIA Y EJEMPLOS DE MENÚS	69
ANEXO 3. Cuestionario CONNERS padres	72
Anexo 4. Cuestionario CONNERS maestros	74

I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es la forma más común de mala nutrición y ha ido alcanzando proporciones epidémicas.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de 2012, reportó que la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad infantil a nivel nacional no aumentó en los últimos seis años, se ha mantenido en 34.4%; esta cifra representa alrededor de 5,664,870 de niños mexicanos con sobrepeso y obesidad.

Se sabe que la mala nutrición en los niños afecta su rendimiento escolar, emocional y físico. Existe evidencia de que el rendimiento escolar en niños obesos es inferior a los de peso normal, sin embargo esta relación aún no es clara. El rendimiento escolar no depende exclusivamente de las aulas, es un evento multifactorial en el que intervienen diversos factores la familia, la sociedad, la cultura, el ambiente escolar, el grupo de iguales, la salud y todos los factores que tienen que ver con el individuo en formación.

En la actualidad se ha asociado la obesidad y disminución de la función cognitiva por diversas causas, entre ellas:

1. Asociación con deficiencias de micronutrientes
2. Dislipidemias y trastornos hormonales
3. Trastornos psicológicos
4. Disminución de la actividad física.

El cerebro está constituido por sustancias presentes en la dieta, entre ellas micronutrientes (vitaminas y minerales) y macronutrientes (aminoácidos y ácidos grasos esenciales), que influyen en la estructura del cerebro y por lo tanto en su función, lo que incluye la parte cognitiva e intelectual.

No existe evidencia científica del impacto de la suplementación con vitaminas, minerales y ácidos grasos polinsaturados en el rendimiento escolar de niños

obesos, es por esto que el objetivo de este trabajo fue evaluar la relación del rendimiento escolar con la obesidad y el efecto de la orientación alimentaria y la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos esenciales (DHA, AA) en el rendimiento escolar de niños obesos de una zona rural del Estado de Querétaro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1.0 EPIDEMIOLOGÍA

La prevalencia de obesidad infantil está aumentando de manera alarmante tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. En Estados Unidos, Inglaterra, Japón, hay claras evidencias de este incremento en la población pediátrica, tanto en el grupo de niños prescolares como escolares. En algunos países latinoamericanos, las tasas de sobrepeso y obesidad son similares a las de Estados Unidos. (Achor et al. 2007)

1.1 Epidemiología de la obesidad infantil en México

En México la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en 2012, reportado por la OMS, fue de 34.4 % (19.8% y 14.6%, respectivamente). Es marcada la diferencia entre sexos. Para las niñas esta cifra es de 32% (20.2% sobrepeso y 11.8%, obesidad), para los niños es casi 5 pp mayor 36.9% (19.5 sobrepeso y 17.4%, obesidad) (Dommarco et al. 2012). Esta prevalencia en niños en edad escolar representan alrededor de 5 664 870 de la población infantil mexicana que presenta sobrepeso y/o obesidad. En 1999, la prevalencia fue de 26.9% de los escolares con sobrepeso y obesidad (17.9 y 9.0%, respectivamente), sin embargo, para 2006 está prevalencia aumentó casi 8 pp (34.8%), considerando estas cifras parece que en los últimos seis años la prevalencia se ha mantenido sin cambios drásticos de 2006 a 2012 (ver figura 1).

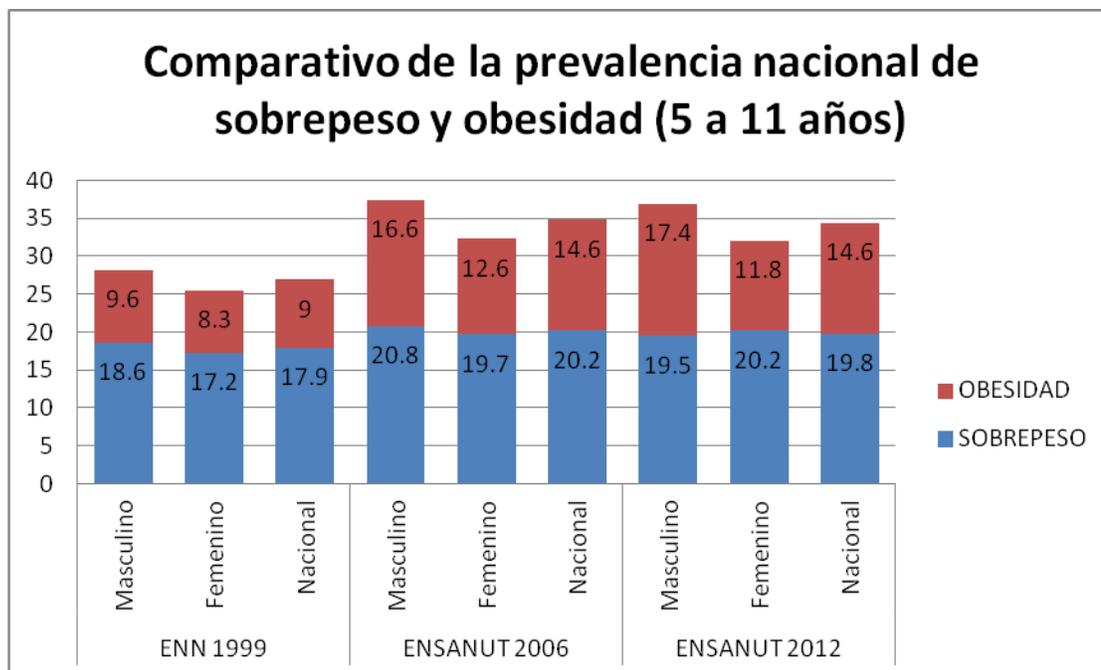


Figura 1. Comparativo de la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en niños (Dommarco et al. 2012)

Los estados con mayor prevalencia en el país son Baja California Sur, Nuevo León, Tamaulipas y Colima, 40 de cada 100 estudiantes de primarias, del sexo masculino, presentaron sobrepeso u obesidad en el 2006, por otro lado Baja California norte, es el estado con mayor porcentaje de niñas con sobrepeso y obesidad. El estado con la menor prevalencia de sobrepeso y obesidad fue Chiapas, sólo 10 de cada 100 estudiantes padecen sobrepeso/obesidad. (Cuevas Nasu, et al., 2008)

En Querétaro la prevalencia combinada de sobrepeso más obesidad fue 21.1%, en el 2006; tanto en niñas como en niños la prevalencia de sobrepeso es mayor a la prevalencia de la obesidad (ver figura 2). La prevalencia de sobrepeso/obesidad en escolares entre 5 y 11 años, se encuentra por debajo de la media nacional. (Olaiz et al. 2006)

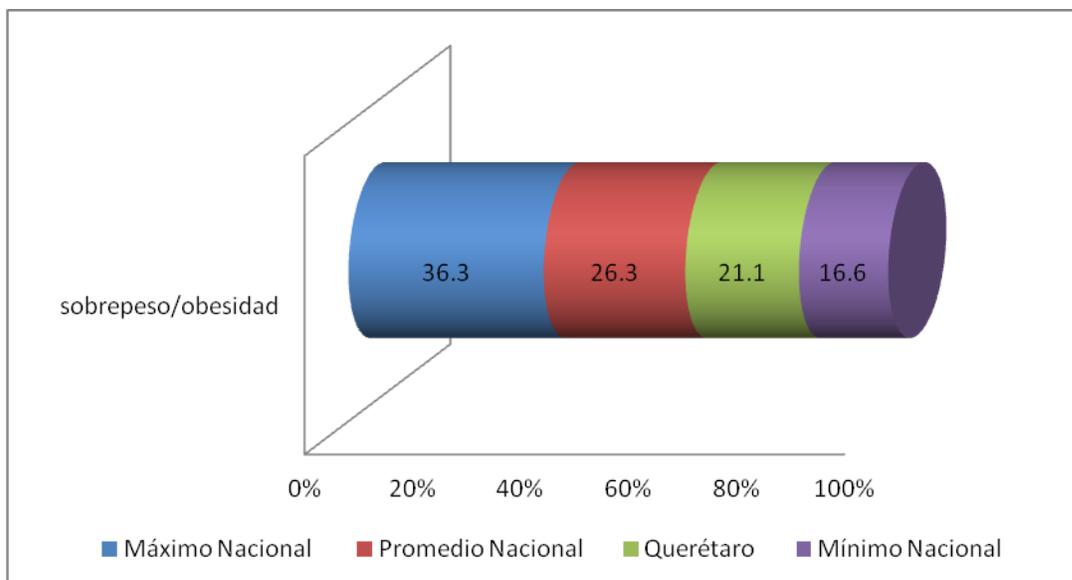


Figura 2. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares del estado de Querétaro (Olaiz et al. 2006)

En el Estado de Querétaro la prevalencia de sobrepeso/obesidad en escolares es menor a la media nacional, 1 de cada 5 niños padece sobrepeso u obesidad. (Olaiz, et al., 2006)

2.0 CAUSAS DE LA OBESIDAD INFANTIL

La obesidad es un trastorno multifactorial en cuya etiopatogenia están implicados factores genéticos, metabólicos, psicosociales y ambientales. La rapidez en el incremento de su prevalencia parece estar relacionado con factores ambientales (Achor et al. 2007) (Raj & Kumar 2010). De igual forma, tanto el sobrepeso y la obesidad están relacionadas con la alimentación, la actividad física, conocimientos sobre la salud y las políticas de alimentación a nivel nacional. (Bradford 2009)

El exceso de peso en la infancia se produce por un estado de balance energético positivo debido al aumento de la cantidad de alimentos ricos en calorías, a un exceso en el consumo de alimentos y al aumento del sedentarismo, estas son las causas más comunes de esta epidemia. (Stewart 2011)

2.1 Factores genéticos

En general, los factores genéticos contribuyen a un tercio de la obesidad. Cientos de genes, así como marcadores genéticos están relacionados con la obesidad. En la actualidad se ha considerado que en la causalidad genética de la obesidad se implican varias mutaciones genéticas, no solo una. (Bradford 2009)

Los factores genéticos conducen la capacidad o facilidad de acumular energía en forma de grasa tisular y menor facilidad para liberarla en forma de calor, lo que se denomina como elevada eficiencia energética del obeso; se produce porque a largo plazo el gasto energético que presenta el individuo es inferior que la energía que ingiere, es decir existe un balance energético positivo. (Achor et al. 2007)

Se ha demostrado que si ambos padres son obesos el riesgo para la descendencia será de 69 a 80 %; cuando solo uno es obeso será 41 a 50 % y si ninguno de los 2 es obeso el riesgo para la descendencia será solo del 9 %. (Achor et al. 2007).

Existen muchos síndromes, que llevan a la obesidad como el síndrome de Prader-Willi, distrofia muscular, síndrome de Turner, y el hiperinsulinismo. Las mutaciones de esos genes causales de los síndromes son responsables de una pequeña proporción de la obesidad, en el rango de 5 a 10%.

En Estados Unidos, la obesidad es más común en los jóvenes hispanos, menos común en los jóvenes afroamericanos, y más común en los jóvenes de raza blanca; esta frecuencia es totalmente atribuida a un supuesto “gen ahorrador” que son asociados a ciertas razas. (Bradford 2009)

La influencia genética se asocia a condiciones externas como los hábitos dietéticos y estilos de vida sedentarios, relacionado esto con la disponibilidad de alimentos, la estructura sociológica y cultural que intervienen en el mecanismo de regulación del gasto y almacenamiento de la energía que es lo que define la estructura física. (Achor et al. 2007)

2.2 Factores biológicos

Investigaciones actuales, se han enfocado a estudiar leptina y hormonas tales como la grelina (Bradford, 2009) porque están involucradas directamente con la obesidad.

Las concentraciones de leptina en niños obesos son mayores que en niños no obesos. Niñas con obesidad tienen concentraciones más elevadas de leptina en comparación con los niños obesos debido al desarrollo puberal y a la maduración sexual. Estas diferencias en los niveles sericos de leptina entre niños y niñas con y sin diagnostico de obesidad sugiere que la mayoría de los obesos pueden ser resistentes a la leptina endoógena. (Poveda et al. 2007)

La grelina esta implicada en la regulación a corto y largo plazo del apetito y el peso corporal. Los niveles circulantes aumentan abruptamente antes y caen después de cada comida, lo que sugiere que actúa al empezar a comer. Además, las concentraciones circulantes de grelina aumentan en los modelos de equilibrio energético negativo, como las dietas reducidas en calorías, el ejercicio crónico, anorexia por cáncer, caquexia por enfermedad cardíaca y anorexia nerviosa.(Cummins & Schwartz 2003) Se ha visto que en niños obesos tienen mas bajos los niveles de grelina, a comparación de los niños normales, al bajar de peso estos niños obesos se ha visto que aumenta el nivel de grelina. (Arslan et al. 2010)

Algunos análogos de las hormonas, tales como el péptido YY, se desarrollan para inhibir el apetito, actuando en el intestino para retrasar el vaciamiento gástrico y mandando señales al cerebro, para disminuir el apetito (Bradford, 2009). Por otro lado, la amilina es secretada con la insulina y actúa de forma similar al péptido YY. (Bradford, 2009).

2.3 Condiciones Médicas y obesidad

Trastornos endocrinos como el hipotiroidismo, hipercortisolismo, el síndrome de Cushing, insulinoresistencia y pseudohipoparatiroidismo, o deficiencia de la

hormona del crecimiento pueden causar talla baja, una velocidad de crecimiento lento, y por ende la obesidad. (Bradford, 2009)

En niños y adolescentes que presenten obesidad y baja estatura, el diagnóstico debe ser más estricto, ya que esto puede ser indicio de una posible causa endocrina. Es decir, la obesidad puede ser causada por el hipotiroidismo, en el cual se presenta una deficiencia de la hormona del crecimiento, síndrome de Cushing o pseudohipoparatiroidismo. (Stewart 2011).

Algunos medicamentos y tratamientos médicos (corticoides, progestinas, valproato, ciproheptadina, y mirtazapina) pueden conducir a la obesidad. Los antipsicóticos atípicos pueden llevar no sólo al aumento de peso, sino también a la diabetes y la hiperlipidemia. (Bradford 2009)

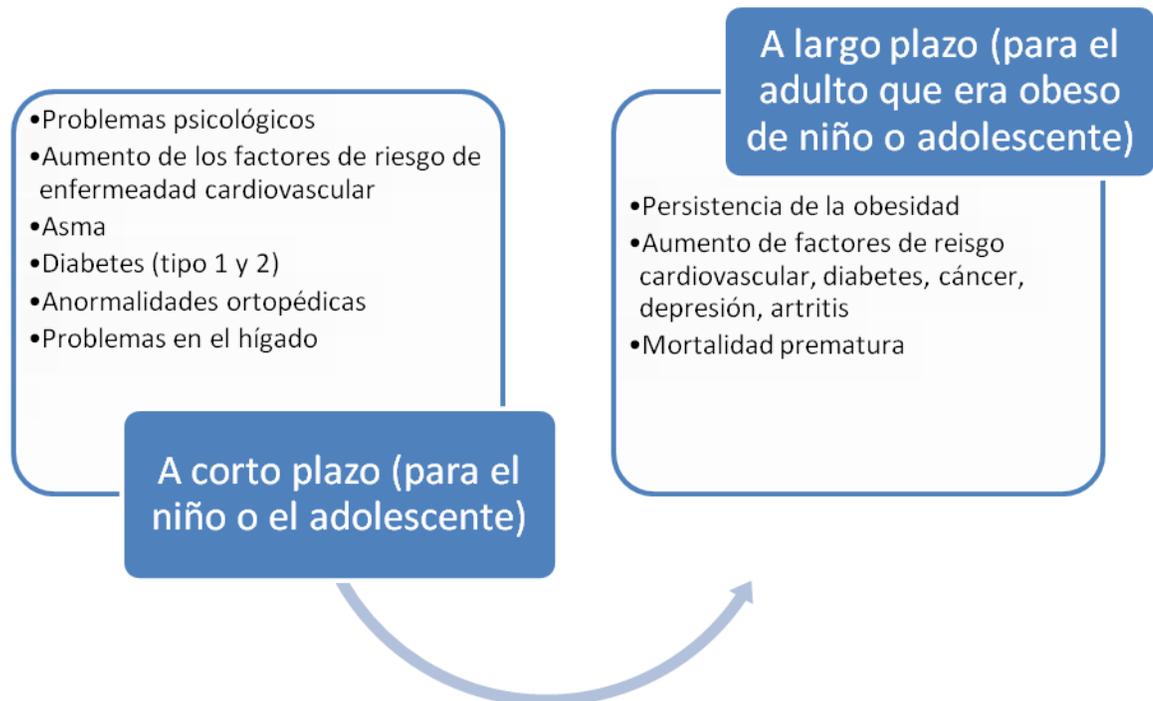


Figura 3. Consecuencias de la obesidad pediátrica

2.4 Sedentarismo

En México, menos de la tercera parte de los estudiantes 5 a 11 años realiza actividad física en la cantidad recomendada, mientras que la mitad de ellos dedican más de 12 horas a la semana a ver televisión. A mayor tiempo dedicado a ver televisión, mayor es el riesgo de obesidad tanto en niños, como en adultos. (Olaiz et al. 2006). Los niños establecen estilos de vida sedentario a edades tempranas; se ha observado que los niños que ven televisión por más de cuatro horas, presentan un IMC mayor con el de los niños que ven la televisión menos de horas. (Rossi 2006)

2.5 Alimentación en centros escolares y contextos familiares

El niño debe ser estimulado para que coma los mismos alimentos que el resto de su familia, y hacer las comidas principales junto con ella, lo que ayuda a su integración psicológica o socio familiar a crear hábitos sanos. Fuera de las tres comidas ordinarias, puede intercalar dos tomas de alimentos adicionales, una a media mañana y otra a media tarde. (González et al. 2001)

En la etapa escolar, el gasto metabólico basal es elevado en comparación con el adulto. (González et al. 2001) La gran oferta de alimentos de alta densidad energética y la importante reducción de la actividad física, condicionan un ambiente obesigenico (Reyes et al. 2011)

El exceso del consumo de alimentos, así como el exceso del consumo energético, son las principales causas de la obesidad infantil. (Hammer, 2007).

Un tercio de los niños estadounidenses, comen comida rápida diario. Una comida rápida típica tiene alrededor de 2000 kcal, de las cuales 756 kcal son grasas. (Bradford 2009). Los niños que comen comida rápida, en comparación con aquellos que no lo hacen, consumen más energía, más grasas, más hidratos de carbono, más azúcares, más bebidas azucaradas, menos fibra, menos leche, y menos frutas y verduras. (Lawrence & Hammer 2007) En México, el consumo de frutas y verduras en los niños es poco frecuente, mientras que el consumo de

golosinas y refrescos es elevado (Levy 2008). Las guías nutricionales en México se han enfocado en los alimentos sólidos, a pesar de que la ingestión de calorías proveniente de las bebidas, 21% del consumo total de energía de adolescentes y adultos mexicanos, procede en particular de las bebidas azucaradas, jugos, leche entera, se adiciona a la energía proveniente de los alimentos de la dieta y contribuye al consumo excesivo de energía. El promedio de ingestión energética proveniente de las bebidas calóricas para los mexicanos mayores de dos años ha aumentado de 100 a 300 Kcal al día, para los diferentes grupos de edad y de ambos sexos. (Rivera et al. 2008).

En los contextos escolares (45% de las primarias y 40% de las secundarias, en el país) no ofrecen agua potable gratuita para el consumo humano; sin embargo los alimentos que se encuentran disponibles dentro y en los alrededores de las escuelas son de alta densidad energética, altos en grasa y azúcares y bajos en micro nutrientes y fibra, los cuales se asocian con el aumento en el riesgo de obesidad. (Olaiz et al. 2006)

Las recomendaciones y/o alternativas que se han generado en estudios anteriores para el tratamiento de la obesidad se han centrado en la modificación dietética que controle el consumo de energía y proporcione una suficiencia nutricional. Los cambios deben de llevarse a cabo de forma gradual, la modificación debe ser flexible y acomodarse a un estilo de vida, que incluya todas las comidas del día y algunos alimentos preferidos. (González et al. 2001)

3.0 ALIMENTACIÓN, COGNICIÓN Y RENDIMIENTO ESCOLAR

La alimentación en los niños es un factor biológico importante, pero se debe reconocer que los hábitos alimentarios son parte de un contexto sociocultural y familiar. La alimentación juega un papel fundamental en el desarrollo cerebral y cognitivo durante las primeras etapas de vida, los efectos positivos o negativos

repercutirán incluso hasta la vida adulta (McLachlan 2006), afectando la edad escolar y el funcionamiento cognitivo (Grantham-Mcgregor et al. 2007)

El desarrollo cerebral y por lo tanto el desarrollo cognitivo se puede afectar por factores genéticos y medio ambientales; la nutrición forma parte de los medio ambientales (Bryan et al. 2004). Los daños ocasionados por las deficiencias de nutrimentos pueden ser temporales o permanentes. El mayor interés de los estudios sobre las deficiencias nutricionales en los niños radica principalmente en las carencias proteico-energéticas, deficiencia de hierro y ácidos grasos esenciales. (Yehuda et al. 2006), muchas de estas investigaciones tienden a concentrarse en el último tercio de la gestación y los primeros dos años de vida, pues se considera que es cuando el cerebro se desarrolla aceleradamente, llegando a tener el 80% del peso que tendrá de adulto (Benton 2008b). Sin embargo recientemente se ha llegado a la conclusión de que la maduración cerebral no se ha completado en esta etapa y además no es uniforme (Yehuda et al. 2006). Hay evidencias de que el cerebro sigue desarrollándose a lo largo de la infancia, durante la niñez y, hasta la adolescencia.(Ito 2004).

Se ha reportado que las áreas que regulan la cognición, área del cortex frontal y prefrontal (que regulan la función ejecutiva) y el hipocampo (que regulan el aprendizaje, la memoria, la emoción, el lenguaje y la atención), son las que maduran al último y no terminan su proceso de maduración sino después de la infancia,(Romine & Reynolds 2004). Por otro lado algunos investigadores piensan que la corteza cerebral madura finalmente a los 10 años (Yehuda et al. 2006)

Las deficiencias nutrimentales ocasiona la reducción en los ciclos de la división neuronal y las conexiones dendríticas (Uauy & Mena 2001). Las deficiencias nutrimentales puede afectar estructuras como el hipocampo (Wachs 2000) y los niveles de neurotransmisores como la dopamina, la serotonina, la norepinefrina y la acetilcolina, en regiones específicas del cerebro (Uauy & Mena 2001) que pueden llegar a repercutir en el desarrollo cognitivo.

Las deficiencias de vitaminas y minerales son altamente prevalentes en países en vías de desarrollo. Darnton-Hill y colaboradores, sugieren que estas deficiencias siguen estando presentes entre los grupos de menores ingresos de la población de los países en desarrollados, como Estados Unidos y Europa. (Darnton-Hill Ian, 2005) Estas deficiencias afectan especialmente a madres y niños en áreas rurales y marginales de las grandes ciudades de los países en desarrollo, debido al consumo insuficiente de alimentos ricos en estos nutrientes, a infecciones recurrentes y síndromes de mala absorción. (Daza & Sc 2001)

La sobre ingesta calórica no implica necesariamente un aporte adecuado de micronutrientes, por lo general las dietas altas en energía o grasas suelen ser deficitarias en vitaminas y minerales y excesivamente altas en grasas de tipo saturadas y trans, mientras que la ingesta de grasas monoinsaturadas y omega 3 es habitualmente baja. (Fanjiang et al. 2007) El exceso en el consumo de calorías conduce al desarrollo de la obesidad. La obesidad es considerada en la actualidad una enfermedad con efectos negativos sobre varios sistemas metabólicos que pueden contribuir al deterioro del coeficiente intelectual (CI) (Gustafson 2007)

Una nutrición adecuada en términos del consumo adecuado de macro y micronutrientes se requiere para el desarrollo del cerebro y por lo tanto pueden influir en el desarrollo de las habilidades cognitivas. (Brands, et al., 2012) El mecanismo a través de los cuales un suplemento alimentario incide en el rendimiento del niño en la escuela consiste en cambios metabólicos determinados por el mantenimiento de una fuente de energía que contribuya al funcionamiento cerebral. (Noriega & Noriega 2003b)

3.1 Vitaminas y Minerales, cognición y rendimiento escolar

En el 2012 se publicaron concentraciones séricas bajas y deficiencias de micronutrientes en niños menores de 11 años, utilizando los datos de la ENSANUT 2006. Las prevalencias nacionales de las deficiencias de zinc el 25.8% y de hierro un 7.9%. En la zona rural encontraron deficiencia de hierro y zinc de 11.6% y 25.2%, respectivamente. (Morales-Ruán *et al*, 2012)

3.1.1 Hierro

La deficiencia de hierro es definida como la concentración de hemoglobina por debajo del valor óptimo en un individuo (Noriega & Noriega 2003a) Dentro de las principales funciones del hierro se destaca el ser un facilitador del transporte de micronutrientes hacia los tejidos periféricos (Grantham-Mcgregor & Cornelius 2001) Otra función es el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos, facilitando la obtención de energía dentro de los seres vivos. (Darnton-Hill et al. 2005)

La deficiencia de hierro sigue siendo un problema de salud pública a pesar de su reconocido impacto negativo en la salud y productividad de las mujeres y su importante papel en el desarrollo físico y mental de niños. La deficiencia de hierro en el grupo de edad de 6-24 meses está impidiendo el desarrollo mental adecuado de un 40%-60% de los niños de países en desarrollo, y afecta también el desarrollo mental de los niños pequeños (Marshall 2004). La deficiencia de hierro se asocia con una reducción en las habilidades cognitivas tanto en infantes como en niños lo cual se refleja en el rendimiento escolar. Se ha observado que la deficiencia de hierro impacta negativamente la productividad nacional, con pérdidas de hasta el 2% del producto interno bruto (PIB) en los países más afectados. Las mujeres en edad reproductiva sufren una mayor prevalencia de deficiencia de hierro que los hombres. (Darnton-Hill et al. 2005)

Algunas áreas del cerebro importantes para la cognición, como la corteza, el hipotálamo y el cuerpo estriado, son más sensibles a la deficiencia de hierro que otras (Beard 2001), y la deficiencia de hierro impide la apropiada mielinización de las neuronas. Algarín y colaboradores han realizado en niños mediciones no invasivas de transmisión nerviosa con la respuesta visual y auditiva, encontrando que la anemia ferropénica altera la mielinización y provee evidencias sobre los efectos adversos en la transmisión nerviosa en los sistemas auditivo y visual, los cuales pueden ser de larga duración.

Este mineral, además, es cofactor para un número de enzimas involucradas en la síntesis de neurotransmisores, incluyendo el triptófano hidroxilasa

(serotonina) y la tirosina hidroxilasa (norepinefrina y dopamina) (Youdim & Yehuda 2000). Estudios en animales han encontrado que la deficiencia de hierro resulta en una reducción de receptores de dopamina y una inadecuada reabsorción. La alteración de los niveles de dopamina en la corteza frontal es probablemente la principal consecuencia de la deficiencia de hierro en las funciones ejecutivas, que son el conjunto de herramientas de ejecución y habilidades cognitivas que permiten el establecimiento del pensamiento estructurado, planificación y ejecución en función de objetivos y metas. (Bryan et al. 2004). Por lo tanto, una deficiencia de hierro afecta negativamente los procesos de atención, percepción, memoria, motivación y control motor en niños. (Beard 2001)

Una revisión realizada por Grantham-McGregor & Ani (2001) encontró que la mayoría de los estudios de correlación han encontrado asociación entre la anemia por deficiencia de hierro y pobre desarrollo cognitivo, motor y problemas conductuales. Estudios longitudinales indican que los niños que experimentan anemia durante su vida temprana continúan demostrando bajo rendimiento académico durante sus años escolares, aún después de que la anemia ha sido tratada. (Grantham-Mcgregor & Cornelius 2001)

Los resultados del estudio NHANES III en Estados Unidos sugieren que la deficiencia de hierro, aún sin anemia, puede dar lugar a riesgos de retrasos cognitivos en los niños. (Black 2011) Existe amplia evidencia de que la anemia por deficiencia de hierro, está asociada con gran número de desventajas socioeconómicas y biomédicas que pueden afectar el desarrollo infantil. (Grantham-Mcgregor & Cornelius 2001)

La anemia se ha relacionado también con el pobre desarrollo mental como consecuencia de un aislamiento funcional. Los niños anémicos exploran y se mueven menos alrededor de su ambiente, que los niños sin anemia y ello induce a menor estimulación, imposibilitando la adquisición de nuevas habilidades. (Algarín et al. 2003). Existen muchos reportes que encuentran que los niños anémicos son más temerosos, aislados, tensos, somnolientos, no responden a estímulos visuales y son menos felices. (Algarín et al. 2003)

3.1.2 Zinc

La deficiencia de zinc puede afectar el desarrollo motor así como el desarrollo cognitivo alterando la atención, la conducta neuropsicológica. Los mecanismos exactos no están claros, pero el zinc es esencial para la neurogenesis, la migración neuronal y la sinaptogénesis, y su deficiencia podría interferir con la neurotransmisión y consecuentemente con la conducta neuropsicológica. (Bhatnagar & Taneja 2007) La investigación en animales demuestra que la deficiencia grave de zinc, particularmente en periodos de rápido crecimiento, como la gestación y la adolescencia, está asociada con las alteraciones en el desarrollo cerebral, el incremento de la respuesta emocional al estrés, la reducción de la actividad motora y la menor precisión en los resultados de mediciones de atención y memoria de corto plazo. (Golub et al. 1994)

Desde el punto de vista fisiológico existe evidencia de que el zinc y la vitamina B6 están involucrados en el desarrollo de receptores N-metil D-aspartame, un sitio en el que el glutamato actúa como neurotransmisor, particularmente en el hipocampo, una región involucrada en el aprendizaje y la memoria. (Castro 2010)

3.1.3 Vitamina A

Este micronutriente es crítico en la percepción visual. Esta vitamina ha sido encontrada en los fotorreceptores de la retina, aunque en mayor cantidad en bastones que en conos. Sin embargo, el rol de la vitamina A en el cerebro es pobremente entendido. Los retinoides controlan la diferenciación celular de neuronas y se ha sugerido su rol en la memoria el sueño, la depresión, la enfermedad de Parkinson y enfermedad de Alzheimer (Cocco et al. 2002). Estudios en ratas han encontrado receptores de retinoides en el hipocampo, un área del cerebro importante para la memoria, y que la deficiencia de vitamina A altera la memoria (Benton 2008a), lo que sugiere que tienen un papel en el establecimiento y mantenimiento de las funciones cognitivas. (Bourre 2006)

La falta de vitamina A ha dejado hasta el 40% de los niños menores de 5 años de edad en el mundo en desarrollo con sistemas inmunes comprometidos, lo que lleve a la muerte prematura de un millón de niños cada año. (Mandelbaum-Schimid 2004)

3.1.4 Vitamina D

En una amplia revisión sobre el papel de la vitamina D en el desarrollo cerebral, concluye que la vitamina D interviene en la protección de las neuronas y en la reducción de la inflamación (Bourre 2006) Diane Welland, manifiesta que todo el sistema nervioso central y también el hipocampo, tiene receptores para procesar la vitamina D, y que también actúan en las enzimas del cerebro y del líquido encéfalo-raquídeo, que son las que en parte, se ocupan de la síntesis de neurotransmisores y del desarrollo nervioso.(Welland 2011)

La asociación entre los niveles de vitamina D y la función cognitiva es aún objeto de debate. Gómez y colaboradores llegaron a la conclusión de que si bien existe una amplia evidencia biológica que sugiere un papel importante de la vitamina D en el desarrollo y funcionamiento del cerebro, los efectos son sutiles y hasta la fecha una relación causal no ha sido plenamente establecida (Gómez et al. 2009)(Bourre 2006)

3.1.5 Vitamina C

La vitamina C se distribuye a la mayoría de los tejidos, pero las concentraciones más altas se encuentran en la glándula pituitaria (400 mg/Kg) y el cerebro. Es el antioxidante más frecuente en el cerebro y se encuentra en sus mayores concentraciones en las zonas ricas en neuronas. (Kennedy et al. 2011)

En el sistema nervioso, la vitamina C es esencial para la síntesis de los neurotransmisores dopamina y noradrenalina.(Bourre 2006) Otras funciones importantes de la vitamina C incluyen:

- La síntesis de una serie de hormonas (noradrenalina o hormonas que se activan a través de la vitamina C-dependiente de amidación tales como, calcitonina, vasopresina, oxitocina, colescitoquinina, gastrina)
- Función del sistema inmune
- Función redox/antioxidante (Huskisson et al. 2007)(Bourre 2006)

Otros autores han encontrado que existe una relación entre los niveles séricos de vitamina C y el coeficiente intelectual (CI); éste incrementa hasta cuatro puntos cuando los niveles séricos de vitamina C aumentan. Se ha observado que algunos de los elementos que se utilizan para medir el CI, por ejemplo la parte no verbal, se encuentra alterado cuando los niveles séricos de vitamina C se encuentran disminuidos. (Bourre 2006)

3.2 Ácidos grasos esenciales, cognición y rendimiento escolar

Los ácidos grasos poliinsaturados deben ser aportados por la dieta ya que el organismo no los produce y debido a ello se les llama ácidos grasos esenciales (AGE). Estos son ciertos ácidos grasos conocidos como ácidos grasos poliinsaturados (Figura 4)

Cuadro 1: Clasificación de los ácidos grasos

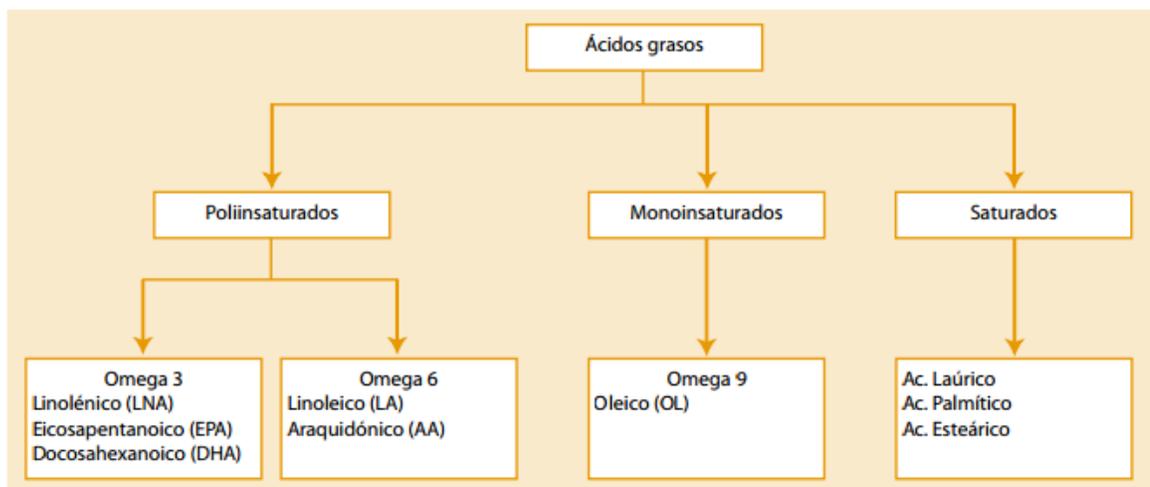


Figura 4. Clasificación de los ácidos grasos

Existen dos tipos de PUFA esenciales (AGE); el ácido linoleico y el ácido alfa-linolénico (Yehuda et al. 2005), que son esenciales para el desarrollo y mantenimiento del cerebro (Yehuda et al. 2006)

El DHA, formado a partir del grupo ω -3, es el ácido graso más abundante en el cerebro concentrado particularmente en las células nerviosas sinápticas donde parece ser que participan en los procesos y señalización de las células neuronales (Youdim et al. 2000) o trasducción de señales, controla la actividad de los neurotransmisores y los factores de crecimiento neuronal (Yehuda et al. 2002) y es componente de la materia gris cerebral (Innis,2008). El DHA y el AA son los principales ácidos en los fosfolípidos de la membrana de la célula, especialmente en la materia gris que comprende el 6% de su peso en seco. Parece ser que el nivel de DHA es crucial para las funciones cognitivas normales, cualquier desviación de sus niveles fisiológicos se asocia con deterioro cognitivo (Yehuda et al. 2002) El AA es un ácido graso altamente poliinsaturado que pertenece a la serie omega-6, y si bien su participación en la estructura y función cerebral no es menos importante que la del DHA, su aporte por parte de la dieta durante el periodo gestacional (que proviene de la madre) es mucho más alto y de mayor constancia, contrariamente a lo que ocurre con el DHA, que se encuentra menos disponible a partir de la dieta y cuya carencia parece ser crucial durante el periodo gestacional y la lactancia. (Zavaleta 2004)

3.2.1 Ácidos grasos esenciales y el cerebro

El cerebro está formado por casi un 60% de lípidos, de los cuales aproximadamente el 35% son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, como el ácido araquidónico (AA) y el ácido docohexaenico (DHA). Estos ácidos grasos cumplen dos funciones generales muy importantes en el Sistema Nervioso Central (SNC). La primera es de carácter estructural, por ejemplo, como estructura de las membranas neuronales. La segunda es de carácter funcional, asociados con la síntesis, degradación, liberación y recaptación de neurotransmisores. (Jarrin Mote 2011)

El desarrollo del sistema nervioso central (SNC) del humano, particularmente del cerebro, se lleva a cabo durante el último trimestre del embarazo. El DHA y AA forman los componentes básicos de las membranas celulares (Crawford 1993). Se ha demostrado que las cadenas de ácido omega-3 son importantes para el funcionamiento cerebral porque mantienen un óptimo estado de las membranas neuronales, habilitando la fluidez de la membrana que a su vez afecta la señalización celular (Uauy et al. 2001). Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 también afectan las acciones neurotransmisoras, particularmente de la dopamina en el lóbulo frontal.(Wainwright 2000). La mayor parte de los fosfolípidos de las membranas en el tejido cerebral está constituida por ácidos grasos omega 3; de ahí la importancia de estos como elementos estructurales cerebrales.

3.2.2 Ácidos grasos esenciales y el rendimiento escolar

Durante las últimas dos décadas ha incrementado el interés por estudiar el papel que juega la nutrición en los problemas de aprendizaje y comportamiento, especialmente en relación con los ácidos grasos Omega-3 (ω -3) y Omega-6 (ω -6) (Johnson et al. 2009). Aunque el tejido cerebral es altamente dependiente de glucosa para la obtención de energía y ocasionalmente, bajo determinadas circunstancias para sobrevivir a base del aporte de cuerpos cetonicos, las grasas resultan esenciales como componentes estructurales. Por ello es necesario el aporte adecuado de ambas moléculas y para mantener las funciones cerebrales normales (Yehuda et al. 2006) y su deficiencia afecta el desempeño de las habilidades cognitivas.

La trascendencia que representa el adecuado desarrollo cognitivo y el aprendizaje en la infancia, ha incrementado el interés por los estudios de intervención, particularmente aquellos que ponen en práctica la suplementación con omega 3: Richardson y Puri (2002), realizaron un estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo sobre los efectos de los ácidos grasos insaturados en niños de 8 a 12 años, con presunto TDAH, los resultados indicaron que la suplementación con PUFA ofrece un beneficio significativo para aliviar muchos

síntomas relacionados con el TDAH en niños con dificultades específicas de aprendizaje como la dislexia, posteriormente Richardson y Motgomery (2005), realizaron un estudio aleatorio, doble ciego y controlado con placebo en grupos paralelos durante 3 meses, en 117 niños de 5 a 12 años, que tuvieran problemas en el desarrollo motor, el suplemento alimenticio contenía ω -3 y ω -6 ellos no encontraron mejoras significativas en las habilidades motoras, sin embargo en la lectura, ortografía y comportamiento si encontraron diferencias. Por otro lado, Sinn y Bryan (2007), en el cual incluyeron a 104 niños de entre 7 y 12 años de edad con TDAH que vivían en Australia; la investigación fue aleatoria, controlada con placebo, el suplemento administrado contenía 400 mg de aceite de pescado 93 mg de EPA, 29 mg de DHA, 10 mg de GLA, 1.8 mg de vitamina E; el placebo contenía aceite de palma. A todos se les daba también una multivitamina mineral. Los resultados en la fase uno, fueron significativos en la comparación de los PUFAs con el placebo en la cognición, inatención, la hiperactividad y la impulsividad. En la segunda fase el grupo placebo mostró mejoras significativas en la cognición, hiperactividad e impulsividad. No hubo beneficios de las multivitaminas minerales por encima de los PUFAs.

En relación a la suplementación de omega-3 en conjunto con otros micronutrientes en un estudio llevado a cabo en la India, con niños marginalmente alimentados. No encontraron diferencias entre los niños que se les dio bajo omega-3 y los que consumieron alto omega-3 además de los micronutrientes, en ninguna habilidad cognitiva. (Muthayya et al. 2009).

Aunque en recientes estudios en personas sanas, los niños bien nutridos no muestran mucho beneficio por la administración de suplementos de ácidos grasos (Kirby et al. 2010) u otros micronutrientes (Fanjiang et al. 2007), si se muestran resultado favorables en niños desnutridos.

3.2.3 Deficiencias de los ácidos grasos esenciales y su impacto en el rendimiento escolar

Concretamente, la deficiencia de omega-3 (alfa-linolénico), que participa en los procesos de división celular, disminuye significativamente el tamaño de las neuronas del hipocampo, hipotálamo y la corteza (Yehuda et al. 2006). Además, induce una significativa reducción de catecolaminas, que afectan el transporte de la glucosa y la utilización de ésta en el cerebro. Todas estas variables repercuten en el aprendizaje, ocasionan la disminución de ácido decosahexaenoico (DHA) y el incremento de los niveles de DPA, producto final del ω -6 (Uauy & Mena 2001). Se ha observado que el DHA permite el crecimiento de las neuritas de neuronas de la región cerebral denominada hipocampo; cuando hay una deficiencia de DHA impide el crecimiento adecuado de las neuritas, que contribuye al deterioro de funciones cognitivas como el aprendizaje y la memoria. En un estudio realizado en ratas se demostró las alteraciones de las funciones cognitivas cuando se les produce un deterioro en el comportamiento del aprendizaje. (Tapia 2005).

Se sabe que los omega-3 participa en la síntesis de la acetilcolina, la cual es esencial para la transmisión de impulsos nerviosos, la serotonina y la dopamina que influyen en el equilibrio de las emociones y las emociones positivas. La deficiencia de ω -3, ocasiona reducción de la dopamina en el área de la corteza (Yehuda et al. 2005).

4.0 RENDIMIENTO ESCOLAR, COGNICIÓN Y OBESIDAD

El rendimiento escolar es la suma de diferentes y complejos factores que interactúan en la persona que aprende, y ha sido definido con un valor atribuido al logro del estudiante en las tareas académicas. Se mide mediante las calificaciones obtenidas, con una valoración cuantitativa, cuyos resultados muestran las materias

ganadas o perdidas, la deserción y el grado de éxito académico.(Hernández Jácquez & Barraza Martínez 2013)

El rendimiento escolar, surge como el resultado de situaciones educativas en lo particular que se ejercen dentro de un contexto determinado, asienta la idea del producto educativo como un fenómeno multidimensional en donde el rendimiento escolar se desarrolla dentro de relaciones complejas, entre las que destacan la aptitud para aprender, que es influenciada a su vez por diversos aspectos sociales, históricos y culturales; cabe mencionar que el rendimiento escolar se divide en dos: el rendimiento mediato, que es aquel que se mide a través de los logros personales y profesionales, y el rendimiento inmediato, que es aquel que se mide a través del promedio de calificaciones obtenidas por el estudiante durante un periodo determinado. (Garbanzo 2007)En el 2003 Edel afirma que si se pretende conceptualizar el rendimiento escolar a partir de su evaluación, es necesario considerar no solamente el desempeño individual del estudiante sino la manera como es influido por el grupo de iguales, el aula o el propio contexto educativo.(Edel 2003)

En algunas investigaciones realizadas por Ramos, Lopez y Serrano en el 2010, consideraron al rendimiento escolar como el promedio general del estudiante al primer año. (Ramos et al. 2010) Por otro lado Cabrera y Sánchez en el 2003 equiparon el rendimiento escolar con el aprovechamiento del estudiante en las aulas, es decir, el promedio de calificaciones. Es importante mencionar que en la mayoría de los estudios consultados, las calificaciones fueron tomadas como referencia principal para denotar el rendimiento académico.(Cabrera & Sánchez 2003) (Hernández Jácquez & Barraza Martínez 2013)

El rendimiento escolar en los niños obesos se ha observado que es inferior a los de peso normal, sin embargo estas razones no están bien aclaradas aún. Se ha encontrado, que a medida que el niño crece, existe una correlación entre tener obesidad y el desempeño escolar. (Piñeiro 2010)

La obesidad puede llevar a una disminución de la función cognitiva por:

- Asociación con deficiencias de micronutrientes
- Dislipidemias y trastornos hormonales
- Trastornos psicológicos
- Disminución de la actividad física.

Personas con obesidad de todos los grupos de edad y de diferentes lados del mundo han demostrado tener más bajas concentraciones de micronutrientes que personas con peso normal. Las deficiencias de micronutrientes que se han asociado con la obesidad incluyen vitaminas A, C, D, E complejo B y minerales como el calcio, hierro y zinc. (García, et al., 2009)

La anemia y las deficiencias de vitaminas y minerales afectan la capacidad de aprendizaje del escolar y aumentan su riesgo de enfermar; mientras que la obesidad tiene efectos a largo plazo, aumentando el riesgo de diabetes, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónicas en la edad adulta. En 1999 la ENN reportó que 20% de los niños padecía anemia, esta cifra disminuyó al 2006 reportado por la ENSANUT al 11%. Alrededor de un tercio de los niños presentaron deficiencias de hierro (Fe) y de vitamina C, y cerca de 20% tuvieron deficiencias de zinc (Zn) y de vitamina A. (Rivera Dommarco & Shamah Levy, 2002)

En un estudio realizado en Brasil se encontró que niños y adolescentes con sobrepeso había un mayor riesgo de tener bajos niveles de carotenoides en comparación con los niños que no tenían sobrepeso. (García, et al., 2009)

Se ha señalado que el aumento de los triglicéridos produce inhibición en los receptores del neurotransmisor cerebral glutamato y afectación de los procesos cognitivos. Los niños y adolescentes obesos tienen con gran frecuencia aumento de los triglicéridos. En estudios realizados en niños, se encontró que el 15.5% de los obesos estudiados presentaban un nivel desfavorable del perfil lipoproteico y alteraciones en el metabolismo de la glucosa, lo cual está relacionado con la disminución de la función cognitiva. (Lamas et al. 2010)

III. HIPOTESIS

1. Los niños con obesidad tienen un menor rendimiento escolar en comparación con los niños de peso normal.
2. Los niños obesos suplementados con micronutrientes y ácidos grasos esenciales (DHA, AA) y que reciben orientación alimentaria tendrán un mejor rendimiento escolar comparado con niños obesos que no reciben suplementación ni orientación alimentaria.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

1. Evaluar la relación del rendimiento escolar con la obesidad y el efecto de la orientación alimentaria y la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos esenciales (DHA, AA) en el rendimiento escolar de niños obesos en una zona rural del Estado de Querétaro.

Objetivos Particulares

- Evaluar la relación del rendimiento escolar con la obesidad.
- Estudiar la relación de la deficiencia de micronutrientes en niños obesos y el rendimiento escolar.
- Determinar la relación del consumo de micronutrientes y ácidos grasos esenciales y el rendimiento escolar.
- Evaluar el efecto de la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos esenciales (DHA, AA) junto con orientación alimentaria en el rendimiento escolar en niños obesos.

V. MATERIALES Y METODOS

Para poder cumplir mis objetivos planteados en el presente estudio, se realizaron dos estudios, uno fue de tipo transversal con el objeto de conocer la relación del rendimiento escolar con la obesidad y el segundo fue de tipo longitudinal, para conocer el efecto que tuvo la orientación alimentaria y la suplementación con ácidos grasos esenciales y micronutrientes en el rendimiento escolar de niños obesos.

5.1 SUJETOS Y LUGAR DEL ESTUDIO TRANSVERSAL

Se invitó a participar a los alumnos de primer a quinto grado de la primaria pública que se localiza en el municipio de El Márquez, Querétaro (Santa Cruz). A todos los niños entre 6 y 11 años, se les tomó peso y talla, para determinar IMC/edad parámetro utilizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para diagnosticar bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad infantil. (WHO Anthro 2009).

El estudio se sometió al Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro, y se realizó siguiendo los lineamientos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial donde se señalan a detalle los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

5.1.1 Tamaño de muestra

El tamaño de muestra fue a conveniencia, ya que fueron invitados todos los alumnos de la primaria pública de la comunidad de Santa Cruz.

5.2 Diseño del estudio

El presente fue un estudio de tipo observacional y transversal.

5.2.1 Procedimientos

Se tomó el peso y la talla de todos los niños de las escuelas para determinar el IMC/Edad (Z-score). Este diagnóstico fue indispensable para conocer la prevalencia de bajo peso, normo peso, sobrepeso y obesidad en la población infantil, este se calculó con las tablas antropométricas de la

Organización Mundial de la Salud (WHO Anthro 2009) para niños con edad escolar.

5.2 SUJETOS Y LUGAR DEL ESTUDIO LONGITUDINAL

Se invitó a los alumnos de primer a quinto grado de cinco escuelas primarias públicas que se localizan en el municipio de El Márquez, Querétaro (La Griega, Amazcala, Chichimequillas, Atongo y Santa Cruz). A todos los niños entre 6 y 11 años, se realizó un escrutinio de peso y la talla, para determinar IMC/edad parámetro utilizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para diagnosticar bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad infantil (WHO Anthro 2009). De los niños que obtuvieron un z-score >2 en IMC/Edad se invitó a los padres de familia o tutores de los niños a una reunión informativa.

Los padres o tutores recibieron información oral y escrita acerca del estudio y se les entregó una carta consentimiento. Las reuniones se realizaron en las escuelas primarias de su respectiva comunidad.

El estudio se sometió al Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro, y se realizó siguiendo los lineamientos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial donde se señalan a detalle los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

5.2.1 Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra se calculó considerando una diferencia mínima esperada entre los promedios de calificaciones entre las calificaciones del ciclo anterior y el ciclo actual durante los 6 meses de tratamiento, una desviación estándar de 0.6 con una probabilidad de error $\alpha=5\%$ y un error $\beta= 20\%$. Con estos datos se necesitaban en el estudio 134 niños.

5.2.2 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron:

- Tener una edad de 6 a 10 años de edad en el momento de la inclusión.
- Haber tenido un z-score ≤ 2 en IMC/Edad (considerado obesidad/Edad)??
- Los padres o tutores hayan firmado la carta consentimiento
- Permanecer en su residencia actual durante el periodo del estudio

5.1.3 Criterios de exclusión

Fueron excluidos del estudio si presentaban:

- Dislipidemias y/o hipertensión descontroladas
- Diabetes diagnosticada
- Haber recibido en los últimos 3 meses algún tratamiento para la obesidad.
- Haber recibido un suplemento alimenticio como parte del tratamiento de obesidad y/o suplemento de vitaminas y o minerales como tratamiento nutricional durante el último mes.
- Tener una patología crónica-degenerativa confirmada (cáncer, hipotiroidismo, etc)
- El niño presentara alguna discapacidad física, mental o alguna condición médica que afectara adversamente los resultados.
- Que participará en algún otro estudio de investigación

5.1.4 Criterios de eliminación

Fueron eliminados del estudio aquellos niños que:

- Presentaron un criterio de exclusión durante el estudio.
- Por alguna razón no deseaban continuar con la participación en el estudio.
- El investigador consideró que el sujeto no podía continuar con el estudio

5.2 Diseño del estudio

El presente fue un estudio de tipo experimental, longitudinal, aleatorizado y controlado.

5.2.1 Procedimientos

Durante el escrutinio, Se tomó el peso y la talla de todos los niños de las escuelas para determinar el IMC/Edad (Z-score). Este diagnóstico fue indispensable para conocer la prevalencia de obesidad en la población infantil de estas cinco comunidades la cual fue de 14%, 347 niños, este se calculó con las tablas antropométricas de la Organización Mundial de la Salud (WHO Anthro 2009) para niños con edad escolar.

Los niños que cumplieron con los criterios de inclusión y cuyos padres firmaron la carta consentimiento fueron asignados al azar a uno de los siguientes dos grupos experimentales.

- **Grupo A.** Orientación alimentaria (grupo control) (n=69).
- **Grupo B.** Orientación alimentaria más un suplemento con micronutrientes y ácidos grasos polinsaturados (n=65).

Ambos tratamientos se dieron por un período de 6 meses

Al inicio del estudio, los niños fueron pesados y medidos de nuevo lo que se consideró el valor basal de IMC/edad, se les tomó una muestra de sangre en ayunas, (ayuno de 10 a 12 horas previas a la toma) . El análisis incluyó biometría hemática y concentraciones de vitaminas A, C y D, y minerales Zinc (Zn) y Hierro (Fe).

A los padres de familia en presencia de los niños se les realizó una entrevista en la que contestaron algunos cuestionarios relacionados con los antecedentes de salud del niño, nivel socioeconómico y evaluación de la dieta habitual por medio de 3 recordatorios de 24 horas. Además, a todos los niños se les tomó la presión arterial por duplicado.

Al término de las 24 semanas, se volvieron a tomar las medidas antropométricas de peso y talla, presión arterial, composición corporal y se les tomó a los niños una toma de sangre para los análisis bioquímicos finales.

5.2.3 Descripción de tratamientos

- **Orientación alimentaria**

Ambos grupos recibieron Orientación Alimentaria (OA) y fue llevada a cabo por un equipo de nutriólogas del equipo de investigación. La OA consistió en una serie de recomendaciones generales para la familia, recomendaciones específicas para el niño, alimentos que se deben incluir en la dieta del niño, alimentos que se deben evitar en la dieta del niño, así como ejemplos del menú. La OA se desarrolló en base a las recomendaciones del Plato del Bien Comer (NOM-043-SSA2-2005) y lineamientos del *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria (ANSA)* (Lujambio & Villalobos 2010). Se les recomendaron 4 tiempos de comida durante el día para evitar ayunos prolongados y atracones. En cada visita a los niños y a las madres (o tutores) se les respondieron las dudas e inquietudes que presentaron durante el estudio. La dieta se evaluó al inicio del estudio considerado como la basal y a las 24 semanas (final) con 3 recordatorios de 24 horas en cada evaluación, para evaluar el apego a la orientación alimentaria.

Se elaboró un material gráfico (imán), para explicar a los padres de familia el “Plato del Bien Comer” (ANEXO 2). Se explicó la distribución de los grupos de alimentos y se dieron ejemplos más comunes de alimentos que en su consumo cumplan las características de una comida saludable. Se proporcionó una lista de alimentos que se debían evitar durante el estudio y se dieron algunas recomendaciones relacionadas con la alimentación. Se explicó que los alimentos están compuestos por sustancias nutritivas que el organismo humano requiere para formar o restaurar tejidos (músculos, huesos, dientes, etc.), para obtener la energía necesaria para movernos y realizar nuestras actividades, para crecer y desarrollarse y para protegerse de las enfermedades. De igual forma, se les explicó que no se trata de comer cualquier alimento, sino de obtener una alimentación que proporcione los nutrimentos que se necesitan de acuerdo a la edad, actividad física, trabajo, género y estado de salud. La orientación alimentaria a niños y padres se reforzó una vez por semana durante el estudio.

- ***Suplemento de micronutrientos y ácidos grasos polinsaturados***

El suplemento de micronutrientos y ácidos grasos polinsaturados (DHA, ARA) se desarrolló para que aporte entre el 16 – 100 % de la recomendación diaria de las vitaminas A, C, D, así como los minerales hierro y zinc. El contenido energético del suplemento es de 200 kcal con una presentación en un envase tetra pack blanco de 237 mL. Se ofrecieron sabor vainilla y fresa. (ANEXO 1).

Las madres o tutores de los niños recibieron la cantidad de tratamiento suficiente para cada semana; el tratamiento fue etiquetado con la clave del participante, sus iniciales, fecha, número de semana correspondiente y clave del proyecto. Semanalmente se recogieron los envases vacíos del suplemento, el registro de consumo y las dosis que no consumió el niño durante la semana, esto con el fin de controlar y verificar el cumplimiento de la suplementación y así evaluar el apego.

Se elaboró un instructivo de consumo de suplemento el cual se entregó a las madres o tutores de los niños. El consumo del suplemento se realizó por las mañanas, acompañado con los alimentos del desayuno (diseñado por el equipo de nutriólogas). En todos los casos se aseguró la clara comprensión del instructivo un formato de registro donde anotaron las fechas en las que sus hijos se tomaron el suplemento, y cualquier observación. Semanalmente cada participante y su tutor recibieron orientación alimentaria y se aclararon dudas sobre el suplemento. En todo momento los participantes o sus tutores pudieron expresar sus dudas, mismas que se le aclararon en el momento y en algunos casos fue necesario el seguimiento dos veces cada semana. El apego del tratamiento debía ser mayor al 90% de acuerdo al protocolo.

5.3 Instrumentos para la obtención de datos

5.3.1 Cuestionarios

5.3.1.1 Historia clínica

La entrevista sobre datos generales comprende aspectos relacionados con antecedentes heredofamiliares y los antecedentes generales de salud de cada participante. Este cuestionario fue aplicado por el personal de campo, previamente capacitado.

5.3.1.2 Cuestionario nivel socioeconómico

El cuestionario socioeconómico explica las condiciones de la vivienda, condiciones de hacinamiento, y propiedad de la vivienda. Estas variables son indispensables para el análisis estadístico, ya que son variables que pueden tener un efecto directo con el rendimiento académico.

5.3.1.4. Evaluación de la dieta

Se realizaron tres recordatorios de 24 horas, dos de días entre semana y uno de fin de semana, al inicio del estudio y a los 6 meses como evaluación final. La evaluación de la dieta se realizó por nutriólogas previamente estandarizadas. Se analizó la distribución de macronutrientes y se calculó el porcentaje de adecuación para ver si cubrían con la ingestión diaria recomendada (IDR) para niños mexicanos (Bourges et al. 2008). Las variables de respuesta para la comparación de la dieta al inicio y a los 6 meses fueron la energía consumida, macro y micronutrientes. La ingestión de nutrientes se calculó usando tablas de composición de alimentos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA 2009) y del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” (Chávez et al. 1996).

El recordatorio de 24 horas define y cuantifica todas las comidas y bebidas ingeridas durante el día anterior a la entrevista (primera comida, colaciones y última comida por la noche). Se utiliza para evaluar en forma cuantitativa la dieta de poblaciones. (Shamah-Levy et al. 2006) Para conocer la ingestión de alimentos en niños, el recordatorio de 24 horas, se aplicó a la madre en presencia del niño con el objetivo de que recordaran todos los alimentos consumidos 24 horas antes a la entrevista y minimizar errores.

5.3.1.5. Rendimiento Escolar

El rendimiento escolar fue evaluado considerando las calificaciones escolares de los niños y la percepción de padres y maestros sobre las conductas relacionadas al rendimiento escolar de los participantes.

5.3.1.5.1 Conners

La percepción que los maestros y padres de familia tenían sobre el desempeño académico de los niños después de las 24 semanas de tratamiento, se midió utilizando el cuestionario de Conners.

La escala revisada de Conners fue hecha en 1989 y actualizada en 1997. Se aplica de forma individual y la duración aproximadamente es de 5 a 10 min. Puede ser aplicada a padres y maestros de niños entre 3-17 años. (Ramos 2008)

La escala Conners revisada versión corta para padres de niños y adolescentes de entre 3 y 17 años de edad, consta de 27 ítems agrupados en cuatro subescalas y miden conductas observables que reflejan problemas de oposición (6 ítems), problemas de nivel cognitivo o distracción (6 ítems), hiperactividad (6 ítems) y trastorno por déficit de atención (9 ítems). (Montiel-Nava & Peña 2001) (Ramos 2008) (ANEXO 3)

La escala Conners revisada versión corta, para maestros de niños y adolescentes de entre 3 y 17 años de edad, consta de 28 ítems. Las subescalas son las mismas que en el de padres: oposición (5 ítems), problemas de nivel cognitivo o distracción (5 ítems), hiperactividad (7 ítems) y trastornos por déficit de atención (12 ítems) (Ramos 2008).

En ambas versiones (padres y profesores) el formato es de autoadministración. (Montiel-Nava & Peña 2001) (ANEXO 4)

La descripción de cada una de las subescalas es la siguiente:

- CONDUCTA OPOSICIONISTA.- mide la propensión a ir en contra de las reglas, tener problemas con figura de autoridad, molestar e irritarse con más facilidad que la mayoría de los niños de su edad.
- NIVEL COGNITIVO/DISTRACCIÓN.- evalúa la capacidad de aprendizaje la cual tiende a ser más lenta que la mayoría de su misma edad, como: organización del trabajo escolar, dificultad para completar tareas o asignaciones escolares y dificultad para realizar un esfuerzo mental sostenido.
- HIPERACTIVIDAD.- determina la capacidad para quedarse sentado/a, permanecer tranquilo/a, realizar tareas por tiempo prolongado y tendencia a la impulsividad y la actividad constante.
- ÍNDICE DE TDAH (Trastornos por déficit de atención e hiperactividad) permite identificar a la población que está en riesgo de ser diagnosticada con esta condición. (Ramos 2008)

Los cuestionarios se califican en una escala Likert, cuyos anclajes son 0 y 3, donde 0 corresponde a no es cierto (nunca, rara vez), 1 corresponde a veces es cierto (ocasionalmente), 2 muchas veces es cierto (frecuentemente), 3 corresponde a siempre es cierto (con mucha frecuencia).

La interpretación de esta escala suele ser un instrumento para determinar si el niño presenta conductas similares en dos diferentes contextos (familiar y escolar). Para el presente estudio solo se tomaron las puntuaciones cuantitativas de las tres primeras subescalas (oposicional, cognitivo, hiperactividad); la escala de TDAH no se consideró.

5.3.1.5.2. Calificaciones escolares

A los profesores de los niños en las diferentes escuelas, turnos y grados escolares se les pidieron las calificaciones de cada niño del ciclo escolar 2010/2011 Checar este fue el ciclo pasado y las del ciclo escolar 2011/2012. Se evaluó las diferencias de promedios de los ciclo escolares correspondientes. Las materias

que se consideraron fueron matemáticas, español y promedio general, ya que son materias de tronco común en los seis años de educación primaria. Además, los programas educativos de la Secretaría de Educación Pública (SEP) han considerado estas materias como indicadores esenciales en el rendimiento académico.

Antropometría

Las medidas de antropometría incluyeron el peso, talla y circunferencia de cintura. Las mediciones fueron realizadas por nutriólogas previamente estandarizadas, por duplicado en forma no consecutiva siguiendo los procedimientos de la Secretaría de Salud (2002). Cada participante fue evaluado por el mismo observador en los dos distintos tiempos de medición (basal y final).

El peso se tomó con una báscula electrónica (Seca-Erecta 844, Seca Hanover MD) con capacidad de 140 kg y precisión de 10g. Los niños fueron pesados sin zapatos, sin suéter o chamarras y sin objetos pesados. La talla se midió utilizando un estadímetro (Seca-Bodymeter 208, Seca Hanover ND) de 2m con separación de 0.1cm. Se determinó el IMC/edad (Z-score) de acuerdo con el Manual WHO Anthro (WHO, 2009). Los puntos de referencia para IMC/Edad son: $\text{score-z} \geq 1.01$ y ≤ 1.99 sobrepeso; $\text{score-z} \geq 2$ obesidad de acuerdo a las tablas de la OMS. (WHO Anthro 2009)

Para la medición de cintura se localizó la última parte de la costilla del extremo inferior y se marcó su posición. Se prosiguió a identificar la posición de la cresta iliaca y se marcó también. Se colocó una cinta elástica en el punto medio entre la costilla y la cresta iliaca y se midió la circunferencia (aproximadamente arriba del ombligo).

5.3.4 Determinaciones bioquímicas

Las muestras de sangre se tomaron en ayunas, por punción venosa por personal calificado. Los niños y sus padres recibieron instrucciones de no comer nada al menos 12 horas antes de la toma de muestras de sangre por la mañana.

Se separaron el plasma y suero de las muestras mediante centrifugación a 1800-2000 rpm durante 15 minutos y se almacenaron alícuotas a -70 °C para su posterior análisis.

Todos los análisis de laboratorio se realizaron por duplicado en la Laboratorio de Nutrición Humana de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ.

5.3.4.1. Biometría hemática.

Se realizó la determinación de hemoglobina y otras variables de la biometría hemática utilizando el equipo Cell-Dyn (Cell-Dyn 1400, Abbott EEUU), y los estándares correspondientes. Los valores corte que se tomaron según la Organización Mundial de la Salud se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Puntos de corte para diagnóstico de anemia

Puntos de corte		Referencia
Hemoglobina (Hb)	Sin anemia > 11.5 g/L Anemia moderada 11.0 – 11.4 g/L Anemia severa 8.0 – 10.99 g/L	OMS, 2011

5.3.4.2 Vitaminas

La técnica utilizada para detectar a las vitaminas A se basó en la técnica reportada por Bieri et al. (1979) con algunas modificaciones reportadas anteriormente (García 1994). La determinación de la vitamina C se realizó con una técnica previamente reportada (Ravi y Howell 1993). Se utilizó suero para la determinación de las 2 vitaminas y se realizó su cuantificación por cromatografía de líquidos (HPLC) de fase reversa. Las concentraciones de vitamina D se determinaron mediante la medición de la concentración de 25 (OH) vitamina D en suero utilizando un kit de ELISA (Dia Sorin; Stillwater, MN, USA). Los puntos de corte que se utilizaron para determinar deficiencias o niveles bajos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Puntos de corte para deficiencias de las vitaminas en niños

Puntos de corte		Referencia
Vitamina A	Deficiente <10mcg/dL 0.35 µmol/L Insuficiente <20 mcg/dL 0.7 µmol/L	(Gibson, 2005)
Vitamina C	Deficiente <2mcg/mL 11.4 µmol/L Insuficiente <4mcg/mL 11.4 – 23 µmol/L	(Gibson, 2005)
Vitamina D	Deficiente <50nmol/L Insuficiente 50.001 – 75 nmol/L	(Hollick, 2007)

5.3.4.3 Minerales

Para la determinación de zinc en plasma se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica con flama (Perkin Elmer, Mod. Analyst 700). Para la determinación de hierro se utilizó un kit ELITech y sueros control (normal y patológico) Spinreact. Se utilizó el método PIT-FEFR (09/2006) y un espectrofotómetro (Perkin Elmer, Mod Zeeman 5100). Los puntos de corte que se utilizaron para deficiencia y niveles bajos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Puntos de corte para deficiencia de minerales en niños

Puntos de corte		Referencia
Hierro	Deficiente <45 µg/dL Insuficiente <60 µg/dL	WHO, 2004
Zinc	Deficiente <65 µg/dL	Hotz et al, 2003

5.3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio transversal se obtuvo estadística descriptiva de las variables antropométricas que describen a la muestra.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de las evaluaciones antropométricas, para la comparación de grupos. Se realizaron correlaciones de Pearson, para conocer la relación que existe entre el rendimiento escolar y el peso (Kg).

Para el estudio longitudinal se obtuvo la estadística descriptiva de las variables demográficas, antropométricas y bioquímicas que describen a la muestra al inicio del estudio.

Para evaluar el efecto del tratamiento en las variables continuas de respuesta, primero se evaluó el cambio en cada grupo de intervención de la evaluación basal y final mediante T de student pareada. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de las evaluaciones iniciales y finales así como de los cambios de las evaluaciones basales respecto a las evaluaciones posteriores a la intervención. Los modelos que evalúan los cambios se realizaron también ajustados por variables confusoras. Las variables confusoras se seleccionaron en base a la asociación de estas con la variable dependiente independientemente del efecto de la intervención.

Se realizaron correlaciones de Pearson, para conocer la relación que existe entre el rendimiento escolar y el peso (Kg), la dieta y factores bioquímicos. Del mismo modo se buscó esta relación con los resultados del cuestionario de CONNERS y el peso (Kg), la dieta y factores bioquímicos.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SPSS v.18. Se obtuvo estadística descriptiva de las variables evaluadas por tratamiento tanto basal como final, así como los cambios respecto a la evaluación basal.

VI RESULTADOS

EVALUACIÓN TRANSVERSAL

5.3 Diagrama de la población del estudio transversal

Se invitó a participar a los alumnos de la escuela primaria de la comunidad de Santa Cruz, del municipio de El Marqués, Querétaro; se pesaron y midieron 520 niños entre 6 y 10 años de edad, de los cuales se obtuvieron las siguientes prevalencias el 0.1% (6 niños) presentaron bajo peso, 71.5% (372 niños) normopeso, 14.8% (77 niños) sobrepeso y 13.6% (71 niños) obesidad.

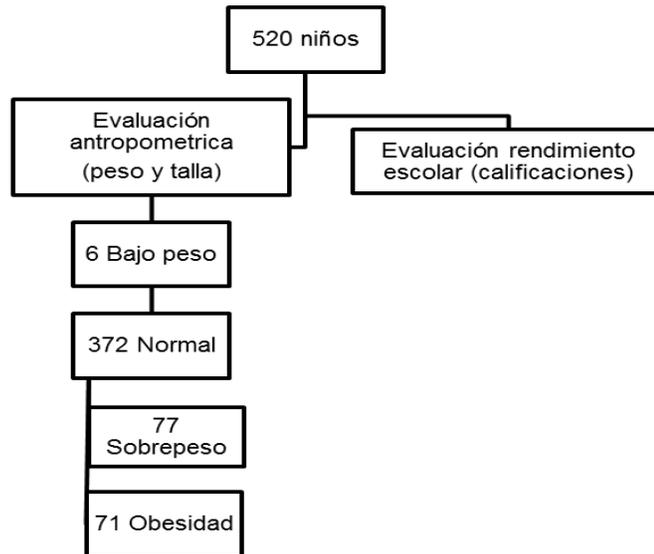


Figura. 5 Diagrama de la selección de los sujetos participantes.

5.4 Características generales de la población de estudio

Las características generales de la población estudiada al inicio del estudio se muestran en la tabla 4. Es importante mencionar que si existieron diferencias significativas entre los grupos en todas las variables estudiadas.

Tabla 4. Características generales de la muestra

	BAJO PESO <i>n=6</i>	NORMAL <i>n=372</i>	SOBREPESO <i>n=77</i>	OBESIDAD <i>n=71</i>	TOTAL <i>n=520</i>	P*
Edad (años)	9.1 ± 1.1	8.7 ± 1.7	9.0 ± 1.5	9.4 ± 1.5	8.8 ± 1.7	*0.002
Peso (Kg)	22.1 ± 3.8	27.2 ± 6.0	34.8 ± 7.3	47.4 ± 10.4	31.1 ± 9.9	*0.001
Talla (cm)	129.9 ± 8.1	129.1 ± 10.2	132.6 ± 9.7	138.2 ± 9.9	130.9 ± 10.6	*0.001
IMC (Kg/cm ²)	13.0 ± 0.7	16.1 ± 1.5	19.4 ± 1.6	24.2 ± 2.9	17.7 ± 3.3	*0.001
IMC/Edad (z-score)	-2.45 ± 0.5	-0.19 ± 0.7	1.37 ± 0.2	2.60 ± 0.5	0.42 ± 1.2	*0.001

¹Los valores son medias ± desviaciones estándar, *P, significancia estadística del análisis de varianza (ANOVA)

5.3 Distribución porcentual del índice de Masa Corporal (IMC) en niños escolares

Las prevalencias antropométricas por género de la población estudiada se describen en la figura 7. La prevalencia de sobrepeso y obesidad es mayor en niños que en niñas, mientras que en bajo peso y normal, la prevalencia es mayor en niñas.

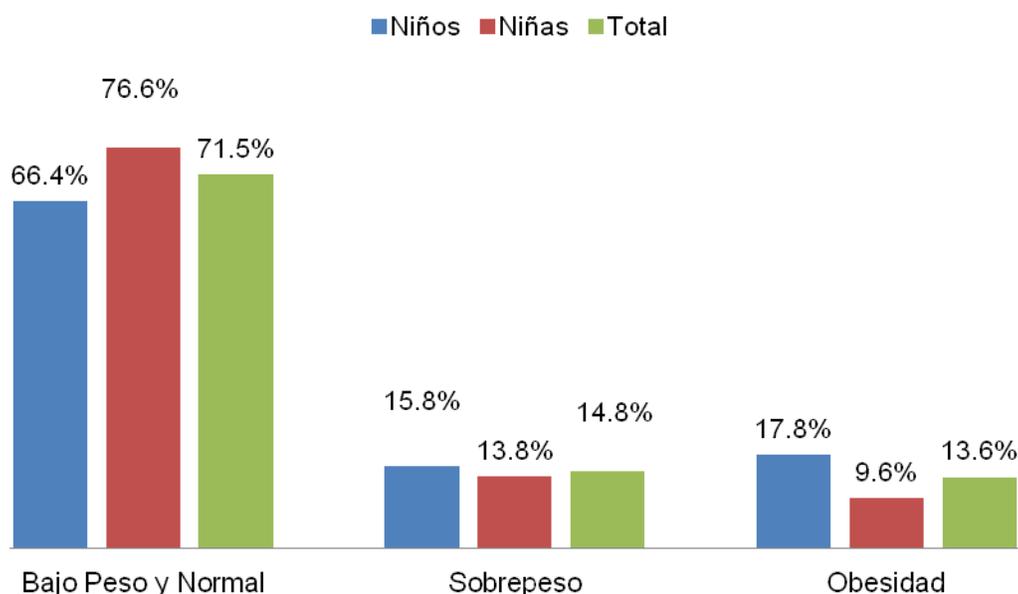


Figura 7. Distribución porcentual del Índice de Masa Corporal (IMC) en niños escolares (n=520)

5.3 Rendimiento escolar de la población por estado nutricional y género

El rendimiento escolar de los niños y niñas de la localidad de Santa Cruz, se muestran en la Tabla 5. Se puede observar que no existe diferencia estadística

significativa entre grupos, lo que nos indica que la media de los promedios de español, matemáticas y general es igual en niños y niñas, al igual que la media de los promedios es igual en niños y en niñas con bajo peso normal, normal, sobrepeso y obesidad.

Tabla 5. Rendimiento escolar por estado nutricional y género

	NIÑOS n = 259				NIÑAS n = 261				TOTAL n = 520			
	Bajo peso y Normal	Sobrepeso	Obesidad	P	Bajo peso y normal	Sobrepeso	Obesidad	P	Bajo peso y Normal	Sobrepeso	Obesidad	P
Español	7.46 ± 1.11	7.84 ± 1.17	7.79 ± 1.14	.062	7.65 ± 1.10	7.78 ± 1.15	7.68 ± 0.88	0.69	7.56 ± 1.11	7.81 ± 1.15	7.79 ± 1.05	0.08
Matemáticas	7.43 ± 1.04	7.63 ± 1.20	7.65 ± 1.06	0.33	7.54 ± 1.05	7.47 ± 1.13	7.52 ± 1.04	0.92	7.49 ± 1.04	7.56 ± 1.16	7.59 ± 0.99	0.68
General	7.98 ± 0.83	8.18 ± 0.96	8.22 ± 0.83	0.13	8.17 ± 0.80	8.15 ± 0.90	8.17 ± 0.79	0.94	8.08 ± 0.83	8.17 ± 0.92	8.22 ± 0.76	0.35

¹Los valores son medias ± desviaciones estándar. P, significancia estadística del análisis de varianza (ANOVA)

5.3 Correlaciones del estado nutricional del niño con el rendimiento escolar

La correlación del rendimiento escolar con el IMC y el IMC/EDAD se muestra en la Tabla 6. Se encontró que existe una relación positiva entre el IMC/edad en niños con el promedio de español y el general. De igual forma, se observó, entre el IMC/Edad entre niños y niñas en el promedio español.

Tabla 6. Correlaciones de rendimiento escolar con IMC (kg/cm²) e IMC/Edad

	IMC (kg/cm ²)						IMC/edad (z-score)					
	Niños n = 259		Niñas n = 261		Total n = 520		Niños n = 259		Niñas n = 261		Total n = 520	
	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>P</i>
Español	-.008	0.44	-.03	.31	-.022	.31	.147	.009	.033	.29	.089*	.021
Matemáticas	-.044	0.23	-.058	.17	-.051	.12	.101	.053	-.011	.42	.049	.135
General	-.001	0.49	-.048	.21	-.028	.26	.119	.028	-.006	.46	.054	.111

R (correlación de Pearsón), *P* (significancia de correlación de Pearsón, $P < 0.05$)

EVALUACIÓN LONGITUDINAL

5.4 Diagrama de la población del estudio longitudinal

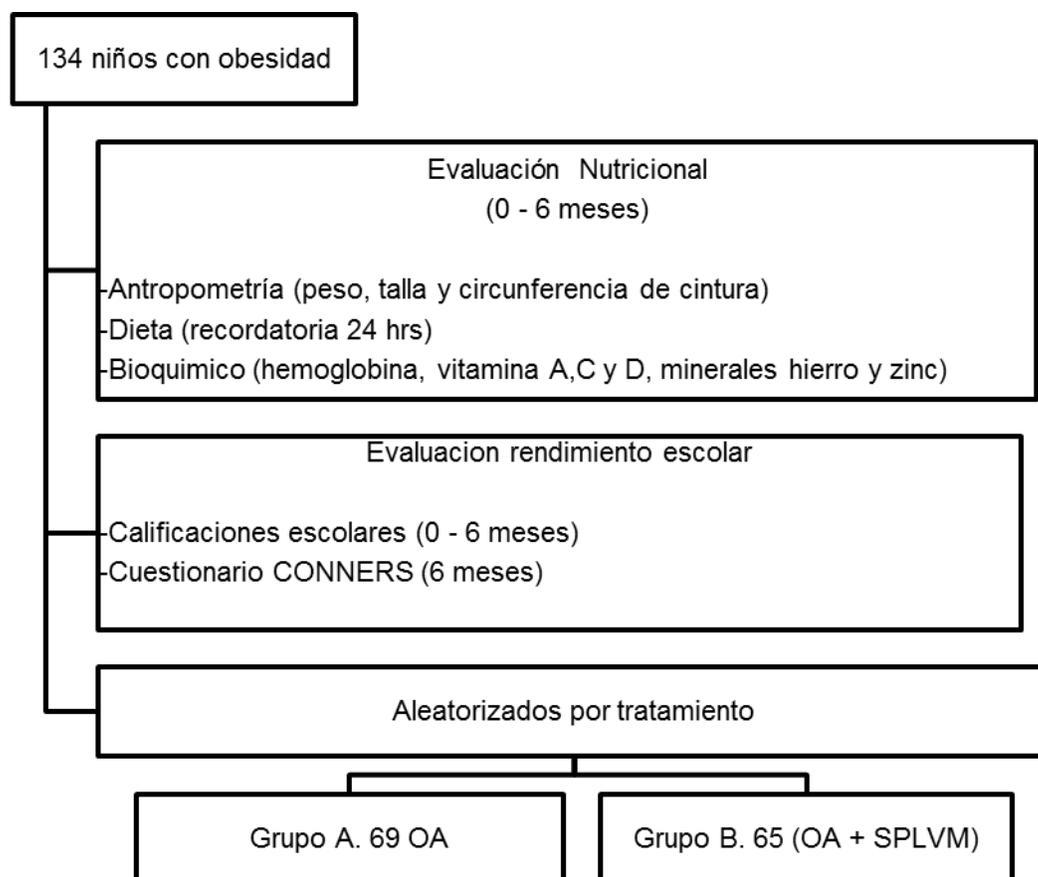


Figura 6. Diagrama de la selección de los sujetos participantes, aleatorización de los grupos para cada tratamiento en el tiempo de inicio y después de 24 semanas. OA: Orientación Alimentaria, OA + SPLVM: Orientación alimentaria más el Suplemento de Proteína de Leche Vitaminas y Minerales.

Se realizó un escrutinio en 5 comunidades rurales del Municipio del Marques en el estado de Querétaro; se pesaron y se midieron 2,461 niños entre 6 y 11 años de edad en 5 escuelas primarias; una escuela por cada comunidad, en ambos turnos. El 14% (347 niños) de la población presentaron obesidad y la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue del 33.4% (824 niños),

Se invitó a participar en el estudio, a las madres y tutores de los niños diagnosticados con obesidad/Edad (IMC-Edad, $Z_{\geq 2DE}$) de las cuales 134 madres

o tutores firmaron el consentimiento informado. A los 134 niños se les tomó una muestra de sangre y se les asignó uno de los dos tratamientos, la asignación fue aleatoria.

5.5 Características generales de la población de estudio

Las características generales de la población estudiada al inicio del estudio se muestran en la tabla 7. No hubo diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables de estudio.

Tabla 7. Características generales de la muestra

	TX			P
	OA n = 69	OA + SPLVM n = 65	Total n = 134	
ANTROPOMETRIA				
Peso	44.78 ± 9.08	43.20 ± 9.39	44.01 ± 9.23	0.325
Talla	136.11 ± 9.82	134.31 ± 8.28	135.24 ± 9.12	0.254
Altura de rodilla	43.60 ± 3.83	43.15 ± 3.26	43.38 ± 3.56	0.472
Circunferencia de cintura	79.57 ± 7.07	78.01 ± 7.61	78.82 ± 7.35	0.222
Talla para la edad	0.251 ± 1.06	0.255 ± 0.815	0.253 ± 0.949	0.978
IMC edad	2.564 ± 0.587	2.58 ± 0.615	2.57 ± 0.599	0.824
Índice cintura-talla	0.585 ± 0.037	0.581 ± 0.040	0.583 ± 0.038	0.510
BIOQUIMICOS				
Hemoglobina (mg/dL)	14.52 ± 0.734	14.67 ± 0.855	14.59 ± 0.795	0.294
Zinc (mg/L)	0.804 ± 0.116	0.774 ± 0.100	0.790 ± 0.109	0.124
Hierro (µg/dL)	81.38 ± 22.92	84.91 ± 28.20	83.16 ± 25.68	0.445
Vitamina D (nmol/L)	50.98 ± 15.30	57.69 ± 15.01	54.21 ± 15.48	0.013*
Vitamina A (µmol/L)	1.11 ± 0.231	1.18 ± 0.275	1.14 ± 0.254	0.149
Vitamina C (µg/mL)	5.21 ± 1.88	5.96 ± 1.73	5.56 ± 1.84	0.020*
SOCIODEMOGRAFICOS				
Edad	8.65 ± 1.17	8.36 ± 1.46	8.51 ± 1.32	0.218
Nivel de hacinamiento	2.51 ± 1.01	2.76 ± 1.16	2.63 ± 1.09	0.188
Años escolaridad madre	6.78 ± 2.909	6.52 ± 3.32	6.65 ± 3.10	0.629
Años escolaridad padre	7.36 ± 2.85	7.62 ± 2.06	7.48 ± 2.50	0.586

¹ Los valores son medias ± desviación estándar, *P (significancia de ANOVA * P < .05)

5.6 Prevalencia de deficiencias y bajas concentraciones de vitaminas y minerales

La prevalencia de deficiencias y bajas concentraciones de vitaminas y minerales de la población estudiada se describe en la Figura 6. Los niños que recibieron el suplemento y la orientación alimentaria presentaron una mayor prevalencia de bajas concentraciones de vitamina C y deficiencias de vitamina D al inicio del estudio, en comparación con los niños que recibieron orientación alimentaria.

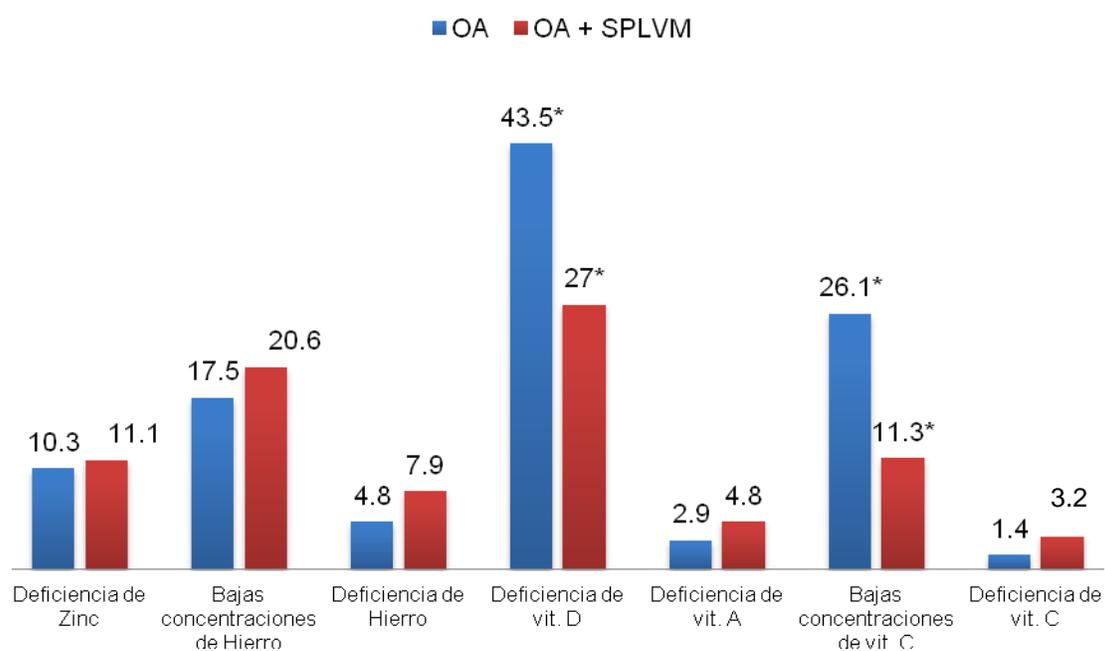


Figura 7. Porcentaje de prevalencias de deficiencias y bajas concentraciones de vitaminas y minerales Significancia Chi-cuadrada *(P < .05)

5.7 Rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento al inicio y al final de la intervención

Al analizar la población en términos de rendimiento escolar, podemos observar que las medias en las calificaciones de español disminuyeron al final de

la intervención en ambos grupos (Tabla 8). En el grupo que recibió orientación alimentaria y suplementación la media de las calificaciones de matemáticas disminuyó al final del estudio. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre grupos. De igual forma, no hubo diferencias significativas en el rendimiento escolar por género (Tabla 9).

Tabla 8. Cambios en el rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento.

		TX			P
		OA n = 65	OA + SPLVM n = 60	TOTAL n = 125	
		Promedio (Intervalo de confianza 95%)			
Español	Inicial	7.79 (7.53 – 8.04)	8.08 (7.51 – 8.06)	7.93 (7.60 – 7.97)	0.12
	Final	7.54 (7.26 – 7.81)	7.67 (7.25 – 7.82)	7.60 (7.34 – 7.73)	0.51
	Cambio	-0.25* (0.023 - 0.490)	-0.41* (0.16 - 0.665)	-0.33* (0.16 - 0.50)	0.36
	Cambio ajustado	-0.38 (-0.072 - -0.044)	-0.40 (-0.69 - -0.11)	-0.39 (-0.61 - -0.19)	0.65
Matemáticas	Inicial	7.63 (7.35 – 7.90)	7.97 (7.36 – 7.89)	7.79 (7.44 – 7.81)	0.06
	Final	7.55 (7.27 – 7.82)	7.65 (7.25 – 7.84)	7.60 (7.34 – 7.7)	0.62
	Cambio	-0.83 (-0.19 - 0.36)	-0.32* (0.06 - 0.58)	-0.19* (0.009 - 0.38)	0.21
	Cambio ajustado	-0.24 (-0.62 – 0.14)	-0.36 (-0.69 - -0.03)	-0.30 (-0.55 - -0.05)	0.76
General	Inicial	8.22 (8.02 – 8.41)	8.44 (8.03 – 8.40)	8.32 (8.08 – 8.35)	0.11
	Final	8.10 (7.88 – 8.31)	8.14 (7.90 – 8.29)	8.12 (7.95 – 8.24)	0.77
	Cambio	-0.11 (-0.67 - 0.30)	-0.29* (0.14 - 0.44)	-0.20* (0.08 - 0.32)	0.14
	Cambio ajustado	-0.25 (-0.49 - -0.01)	-0.28 (-0.49 – -0.07)	-0.26 (-0.42 - -0.10)	0.59

Análisis de varianza ajustado por años escolaridad madre, nivel de hacinamiento y comunidad

*Cambio significativo entre la medición inicial y final en prueba t pareada, $t < 0.05$

P: Significancia de ANOVA, si $P < 0.05$ Significativamente diferente entre tratamientos

Tabla 9. Cambios en el rendimiento escolar de la población por grupo de tratamiento por género.

		NIÑOS				NIÑAS			
		OA n=41	OA + SPLVM n=33	TOTAL n=74	P	OA n=24	OA + SPLVM n=27	TOTAL n=51	P
		Promedio (Intervalo de confianza 95%)							
Español	Inicial	7.7 (7.56–8.25)	8.1 (7.56–8.25)	7.9 (7.66–8.15)	0.18	7.8 (7.52–8.29)	8.0 (7.45-8.36)	7.9 (7.60-8.21)	0.45
	Final	7.4 (7.53-8.28)	7.8 (7.49-8.32)	7.6 (7.63-8.18)	0.27	7.6 (7.49-8.32)	7.5 (7.54-8.27)	7.5 (7.63-8.18)	0.66
	Cambio	0.29 (-0.61-0.35)	0.33 (-0.70-0.03)	-0.31* (-0.54- -0.08)	0.87	-0.19 (-0.57-0.18)	-0.51* (-0.86- -0.15)	-0.36* (-0.61 - -0.10)	0.22
	C. ajustado	-0.37 (-0.71-0.43)	-0.25 (-0.64-0.14)	-0.31 (-0.57- -0.04)	0.59	-0.19 (-0.64-0.26)	-0.49 (-0.81- -0.15)	-0.34 (-0.62- -0.06)	0.17
Matemáticas	Inicial	7.7 (7.54-8.27)	7.9 (7.57-8.24)	7.8 (7.65 – 8.16)	0.36	7.4 (7.52-8.29)	7.9 (7.48-8.33)	7.7 (7.61-8.20)	0.07
	Final	7.5 (7.53-8.28)	7.7 (7.52-8.29)	7.6 (7.64 – 8.18)	0.47	7.5 (7.52-8.29)	7.5 (7.44-8.37)	7.5 (7.60-8.21)	0.93
	Cambio	0.18 (-0.58-0.21)	0.23 (-0.56-0.09)	-0.21 (-0.46- -0.05)	0.86	0.09 (-0.24-0.42)	-0.43 (-0.88-0.01)	-0.19 (-0.47- -0.09)	0.06
	C. ajustado	-0.23 (-0.61-0.15)	-0.11 (-0.53-0.30)	-0.17 (-0.45-0.10)	0.45	-0.14 (-0.62-0.33)	-0.33 (-0.67-0.007)	-0.24 (-0.52 – 0.049)	0.45
General	Inicial	8.1 (7.63-8.18)	8.4 (7.67-8.14)	8.2 (7.72 – 8.09)	0.27	8.2 (7.64-8.17)	8.4 (7.60-8.21)	8.3 (7.70-8.11)	0.28
	Final	8.02 (7.60-8.21)	8.1 (7.63-8.18)	8.0 (7.70 – 8.11)	0.52	8.2 (7.61-8.20)	8.1 (7.61-8.20)	8.1 (7.70-8.11)	0.59
	Cambio	0.16 (-0.42-0.10)	-0.23* (-0.44- -0.03)	-0.19* (-0.36- -0.26)	0.65	-0.39 (-0.26-0.18)	0.36* (-0.60- -0.11)	-0.21* (-0.37- -0.04)	0.05
	C. ajustado	-0.21 (-0.48-0.05)	-0.13 (-0.43-0.15)	-0.17 (-0.37-0.01)	0.52	-0.12 (-0.43-0.18)	-0.35 (-0.57- -0.12)	-0.24 (-0.43- -0.05)	0.19

Análisis de varianza ajustado por años escolaridad madre, nivel de hacinamiento y comunidad

*Cambio significativo entre la medición inicial y final en prueba t pareada, $t < 0.05$

P: Significancia de ANOVA, si $P < 0.05$ Significativamente diferente entre tratamientos

5.8 Percepción por padres y maestros del rendimiento en la escuela y en el hogar de niños obesos

Al analizar la población en términos de la percepción que tienen los maestros y padres en cuanto al rendimiento que tienen los niños en el hogar y en la escuela se encontró que no se existen diferencias significativas entre ambos grupos (Tabla 10).

Tabla 10. Percepción del rendimiento escolar por padres y maestros medido por CONNERS por grupo de tratamiento.

		OA n=69	OA + SPLVM n=65	TOTAL n=134	P
		Promedio (Intervalo de confianza 95%)			
Oposicional	Connors padres	54.64 (52.29-57.22)	52.08 (50.09-54.24)	53.48 (51.90-55.15)	0.09
	Connors padres ajustado	55.65 (52.63-58.82)	52.63 (50.00-55.56)	55.56 (52.63-55.56)	0.30
	Connors maestros	54.35 (52.39-56.45)	53.19 (51.32-55.21)	53.76 (52.38-55.22)	0.41
	Connors maestros ajustados	52.63 (50.00-58.82)	52.63 (50.00-55.85)	52.63 (52.63-55.85)	0.38
Problema de nivel cognitivo y distracción	Connors padres	50.76 (48.87-52.81)	50.76 (49.05-52.59)	50.76 (49.48-52.11)	0.99
	Connors padres ajustado	50.00 (47.61-52.63)	50.00 (47.61-52.63)	50.00 (50.00-52.63)	0.79
	Connors maestros	51.81 (49.79-54.01)	53.19 (51.06-55.51)	52.36 (50.89-53.90)	0.32
	Connors maestros ajustados	50.00 (47.61-55.85)	50.00 (50.00-52.63)	50.00 (50.00-52.63)	0.86
Hiperactividad	Connors padres	55.87 (53.41-58.56)	53.19 (50.91-55.69)	54.64 (52.94-56.46)	0.14
	Connors padres ajustado	55.65 (52.63-62.50)	58.82 (52.63-58.82)	52.63 (52.63-58.82)	0.29
	Connors maestros	51.55 (49.64-53.60)	51.55 (49.79-53.44)	51.55 (50.23-52.94)	0.99
	Connors maestros ajustados	52.63 (50.00-55.85)	50.00 (47.61-52.63)	52.63 (50.00-52.63)	0.22

Análisis de varianza ajustado por años escolaridad padres, nivel de hacinamiento y comunidad
P: Significancia de ANOVA y ANCOVA, si $P < 0.05$ Significativamente diferente entre tratamientos

5.11 Relación rendimiento escolar y micronutrientos en sangre

Se hicieron asociaciones entre las concentraciones basales de vitamina, A, C y D y los minerales Hierro y Zinc con el rendimiento escolar y se encontró, que existe una relación positiva entre la concentración de vitamina C basal con el promedio inicial de matemáticas. Del mismo modo encontramos una relación positiva entre la concentración de vitamina A con el promedio inicial de español, matemáticas y general.

Se hicieron asociaciones entre los cambios en vitamina A, vitamina C, vitamina D hierro y zinc con los cambios en los promedios de español, matemáticas y general, y no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre los cambios en las concentraciones y los cambios en el rendimiento escolar.

5.12 Descripción de la dieta

Después de 24 semanas, el grupo OA + SPLVM disminuyó significativamente la ingestión de ácidos grasos saturados, que el grupo OA (Tabla 11). Este grupo, además, disminuyó significativamente la ingestión de grasa total aunque este cambio no fue diferente del grupo OA.

El grupo OA disminuyó significativamente el consumo de colesterol. Tanto el grupo OA como el OA + SPLVM disminuyeron significativamente la ingestión de energía, principalmente carbohidratos, ácidos grasos mono y poliinsaturados. No se encontraron cambios significativos en la ingestión de proteínas. El consumo energético de ambos grupos no aumentó.

Después de 24 semanas de tratamiento, el grupo OA + SPLVM aumentó significativamente la ingestión de vitamina C y fue mayor que el grupo OA . El grupo OA aumentó significativamente su consumo de vitamina A sin diferencias significativas entre ambos tratamientos. No se encontraron cambios significativos en el consumo de vitamina D en ninguno de los tratamientos, ni diferencias entre grupos.

Al final del estudio, el grupo OA + SPLVM aumentó significativamente la ingestión de zinc y fue mayor con respecto al grupo OA. El grupo OA disminuyó significativamente la ingestión de hierro comparado con el grupo OA + SPLVM, sin haber diferencias entre grupos.

Tabla 11. Características de la dieta inicial, final y cambio

		OA N= 68	OA + SPLVM N= 65	P
Promedio (Intervalo de Confianza 95%)				
Energía (Kcal)	Inicial	1,631.37 (1,529.16 - 1,733.58)	1,650.01 (1,518.35 - 1,781.68)	0.82
	24 semanas	1,453.08 (1,388.31 - 1,517.85)	1,413.62 (1,349.44 - 1,477.81)	0.39
	Cambio	-173.09 (54.71 - 291.48)*	-236.39 (93.05 - 379.74)*	0.49
	Cambio ajustado	-181.74 (-246.18 - -117.30)	-227.35 (-293.26 - -161.43)	0.33
Hidratos de Carbono (g)	Inicial	228.01 (212.22 - 243.79)	227.56 (207.82 - 247.29)	0.97
	24 semanas	202.30 (192.26 - 212.34)	196.59 (187.52 - 205.67)	0.41
	Cambio	-25.25 (8.36 - 42.13*)	-30.96 (8.64 - 53.29*)	0.68
	Cambio ajustado	-25.22 (-34.84 - -15.61)	-30.99 (-40.82 - -21.15)	0.40
Proteínas (g)	Inicial	58.78 (54.42 - 63.14)	58.51 (52.96 - 64.06)	0.94
	24 semanas	54.97 (51.28 - 58.67)	54.60 (51.83 - 57.37)	0.87
	Cambio	-3.53 (-1.77 - 8.84)	-3.91 (-2.09 - 9.91)	0.92
	Cambio ajustado	-3.45 (-6.72 - -0.17)	-4.00 (-7.35 - -0.65)	0.81
Grasa (g)	Inicial	55.50 (51.00 - 60.00)	58.81 (52.28 - 65.33)	0.41
	24 semanas	49.64 (46.33 - 52.94)	47.84 (44.24 - 51.45)	0.47
	Cambio	-5.61 (-0.40 - 11.62)	-10.96 (4.11 - 17.82*)	0.24
	Cambio ajustado	-7.19 (-10.66 - -3.72)	-9.31 (-12.86 - -5.76)	0.40
Colesterol (mg)	Inicial	203.74 (174.60 - 232.88)	144.64 (126.99 - 162.29)	0.00
	24 semanas	150.45 (135.22 - 165.68)	136.88 (119.75 - 154.01)	0.24
	Cambio	-52.19 (20.61 - 83.77*)	-7.76 (-15.62 - 31.15)	0.02
	Cambio ajustado	-25.53 (-42.10 - -8.96)	-35.65 (-52.62 - -18.69)	0.41
Ácidos Grasos Saturados (g)	Inicial	13.90 (12.72 - 15.09)	14.88 (12.95 - 16.81)	0.39
	24 semanas	13.92 (12.63 - 15.21)	10.59 (9.59 - 11.58)	0.00
	Cambio	0.07 (-1.77 - 1.62)	-4.29 (2.36 - 6.22*)	0.00
	Cambio ajustado	-0.34 (-1.50 - 0.81)	-3.86 (-5.04 - -2.68)	0.00
Ácidos Grasos Monoinsaturados (g)	Inicial	16.93 (15.33 - 18.54)	18.66 (15.89 - 21.42)	0.28
	24 semanas	14.17 (12.94 - 15.40)	14.06 (12.87 - 15.25)	0.89
	Cambio	-2.72 (0.67 - 4.78*)	-4.60 (1.66 - 7.54*)	0.29
	Cambio ajustado	-3.56 (-4.78 - -2.34)	-3.72 (-4.97 - -2.47)	0.86
Ácidos Grasos Poliinsaturados (g)	Inicial	7.81 (7.10 - 8.52)	7.99 (6.76 - 9.21)	0.80
	24 semanas	5.72 (5.23 - 6.21)	6.71 (6.21 - 7.22)	0.00
	Cambio	-2.08 (1.20 - 2.95*)	-1.27 (0.01 - 2.54*)	0.29
	Cambio ajustado	-2.16 (-2.66 - -1.66)	-1.19 (-1.70 - -0.68)	0.00
Hierro (mg)	Inicial	12.78 (11.53 - 14.04)	12.70 (11.29 - 14.11)	0.92
	24 semanas	10.60 (9.90 - 11.30)	11.88 (11.25 - 12.51)	0.00
	Cambio	-2.17 (0.87 - 3.48*)	-0.82 (-0.68 - 2.32)	0.17
	Cambio ajustado	-2.13 (-2.79 - -1.46)	-0.87 (-1.55 - -0.19)	0.01
Zinc (mg)	Inicial	4.80 (4.24 - 5.36)	4.68 (4.23 - 5.13)	0.75

	24 semanas	4.54 (4.17 - 4.92)	6.52 (6.12 - 6.91)	0.00
	Cambio	-0.23 (-0.43 - 0.89)	1.83 (-2.41 - -1.26*)	0.00
	Cambio ajustado	-0.17 (-0.56 - 0.21)	1.77 (1.38 - 2.17)	0.00
Retinol (A) (μg)	Inicial	455.81 (384.15 - 527.47)	525.48 (442.20 - 608.76)	0.21
	24 semanas	539.54 (471.48 - 607.60)	561.87 (486.08 - 637.66)	0.66
	Cambio	83.68 (-155.85 - -11.51*)	36.39 (-149.25 - 76.47)	0.47
	Cambio ajustado	58.12 (-12.39 - 128.62)	63.14 (-8.99 - 135.26)	0.92
Ácido Ascórbico (C) (mg)	Inicial	53.32 (44.65 - 62.00)	59.51 (50.39 - 68.62)	0.33
	24 semanas	66.16 (57.42 - 74.90)	98.99 (84.05 - 113.93)	0.00
	Cambio	12.53 (-22.86 - -2.20*)	39.49 (-56.23 - -22.74*)	0.00
	Cambio ajustado	10.34 (-1.58 - 22.25)	41.78 (29.60 - 53.97)	0.00
Colecalciferol (D3) (μg)	Inicial	7.39 (4.36 - 10.43)	8.89 (5.02 - 12.77)	0.54
	24 semanas	14.17 (7.49 - 20.85)	9.46 (5.86 - 13.05)	0.23
	Cambio	6.78 (-14.38 - 0.82)	0.56 (-5.92 - 4.80)	0.19
	Cambio ajustado	6.00 (0.53 - 11.46)	1.41 (-4.26 - 7.08)	0.25

Análisis de varianza ajustado por valor inicial y consumo de energía

*Cambio significativo entre la medición inicial y final en prueba t pareada, $t < 0.05$

P: Significancia de ANOVA, si $P < 0.05$ Significativamente diferente entre tratamientos

5.13 Relación de la dieta con el rendimiento escolar

En la tabla 12 se muestra la relación de la dieta con el rendimiento escolar donde se puede observar que no existe ninguna asociación entre los cambios de la dieta y el rendimiento escolar en esta población.

Tabla 12. Cambios en la dieta (OA) y su relación con el rendimiento escolar

	OA n = 69			OA + SPLVM n = 65		
	español	Matemáticas	general	español	matemáticas	general
	Coefficiente Beta (Intervalo de confianza 95%)					
Hierro	-0.042 (-0.09-0.007)	-0.028 (-0.08-0.02)	-0.03 (-0.06-0.007)	-0.002 (-0.05-0.04)	-0.001 (-0.05 -0.05)	-0.002 (-0.03-0.03)
Zinc	-0.072 (-0.16-0.02)	-0.072 (-0.17-0.03)	-0.072 (-0.14- -0.002)	0.027 (-0.102-0.15)	-0.005 (-0.15-0.14)	0.007 (-0.07-0.09)
Vitamina A	0.000 (-0.001-0.001)	1.82E-5 (-0.001-0.001)	1.70E-5 (-0.001-0.001)	0.000 (-0.001-0.001)	0.000 (-0.001-0.001)	0.000 (0.000-0.001)
Vitamina C	0.005 (-0.001-0.010)	0.004 (-0.002-0.011)	0.004 (0.000-0.008)	0.001 (-0.002-0.005)	0.001 (-0.003-0.005)	0.000 (-0.002-0.002)
Vitamina D	-0.003 (-0.011-0.004)	-0.002 (-0.010-0.006)	-0.004 (-0.009-0.002)	0.004 (-0.008-0.015)	0.005 (-0.008-0.018)	0.001 (-0.007-0.009)

Correlación de Pearson ajustado por energía, nivel de hacinamiento, condición de la vivienda, años escolaridad madre, comunidad y promedio inicial.
P: Significancia de Pearson, si $P < 0.05$ Significativamente diferente entre tratamientos.

VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este estudio muestra que el rendimiento escolar evaluado con las calificaciones de los profesores, es igual en niños con peso normal, sobrepeso y obesidad.

Este estudio difiere con la prevalencia de obesidad reportada por la ENSANUT 2012, la cual fue de 19.8%, la cual se encuentra 5.71 puntos porcentuales por arriba de la encontrada en este estudio la cual fue de 14.09%, lo que nos indica, que la población de las localidades de El Marqués, que participaron en el estudio, es una población rural, donde la obesidad se está convirtiendo en un grave problema de salud que requiere acciones emergentes para su prevención, detección, tratamiento y rehabilitación.

La asociación entre el rendimiento escolar y la obesidad es controversial y los resultados no son concluyentes. Los resultados del presente estudio coinciden con varios estudios que han observado que no existe ninguna relación entre el rendimiento escolar y la obesidad. Por ejemplo, Datar y col (2004), realizaron un estudio en población preescolar, donde encontraron que el exceso de peso no tiene una relación causal con puntuaciones bajas, sino más bien que puede servir como marcador para el rendimiento escolar pobre. (Datar & Sturm 2004) Otro estudio similar, pero en población escolar (5 – 12 años) con sobrepeso y obesidad, donde encontró que los niños obtienen calificaciones similares a las de los niños de peso normal. (Kaestner & Grossman 2008). En el 2012, Veldwijk y colaboradores, encontraron una asociación entre sobrepeso y un rendimiento escolar inadecuado (bajas calificaciones), en comparación con los niños de peso normal, sin embargo esta asociación no fue significativa cuando los análisis se ajustaron por el nivel educativo de los padres, saltarse el desayuno y el tiempo de ver televisión, por lo que concluyeron, que es poco probable una asociación

directa entre el sobrepeso y el rendimiento escolar de los niños de escuela primaria.(Veldwijk et al. 2012).

En estos estudios descritos anteriormente se utilizó como herramienta para medir el rendimiento escolar las calificaciones, de la misma forma que se utilizó en este estudio, lo que se pudo observar en este estudio, es que la forma en la que se está evaluando a los niños no es la más adecuada, ya que en los resultados se puede observar que la media de las calificaciones es igual en niños son bajo peso, normo peso, sobrepeso y obesidad, del mismo modo que en niños y niñas, esto coincide con lo encontrado por Flores y Guizar en el 2009, donde encontraron que no hubo una diferencia significativa en las calificaciones de los niños, lo que cual puede asociarse a que los alumnos, no hayan alcanzado un mínimo nivel de competencias básicas que permitiera distinguir una diferencia entre los grupos.

En este estudio se encontró que tanto los niños obesos que recibieron la orientación alimentaria y la suplementación con vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales, no incrementa el rendimiento escolar de los niños obesos.

Investigaciones realizadas muestran que los niños sanos y bien nutridos aprenden más, sin embargo en otras investigaciones se encuentran que la nutrición está asociada negativamente con el rendimiento escolar. Resultados preliminares de un análisis reciente en Colombia muestran que la provisión de los requerimientos nutricionales diarios mejora el desarrollo temprano en la niñez (ICBF-UNICEF 1992) Resultados preliminares de investigaciones en Guatemala, aún sin publicar, establecen efectos moderados en el desarrollo mental y motriz a partir de suplementos alimenticios, pero después de algunos años existen claras diferencias en cuanto a la lectura, escritura y desarrollo social. Por otro lado se ha observado que los niños con ayuda alimenticia también reprobaron menos. (United Nations. 1990) La relación de la dieta y el rendimiento escolar se afirma a menudo, sin embargo, pocos estudios han examinado la calidad de la dieta en el rendimiento escolar. En el 2008, Florence y colaboradores encontraron una asociación independiente entre la calidad de la dieta y el rendimiento escolar entre

los estudiantes de 5° año de primaria en Nueva Escocia, Canadá. (Florence et al. 2008)

Actualmente, no se han publicado estudios con niños obesos que reciban un suplemento de vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales y su relación con el rendimiento escolar, sin embargo en este estudio se pudo observar que no hubo ningún efecto en el rendimiento escolar, una vez que se terminó de suplementar a los niños. Esto se puede deber, a que al momento de analizar la dieta los niños están consumiendo las cantidades adecuadas de estos micronutrientes y ácidos grasos esenciales, lo cual puede explicar porque no hubo ningún efecto.

En este estudio se encontró que los niños obesos y las niñas obesas que recibieron el suplemento en combinación con la orientación alimentaria y los niños obesos que exclusivamente recibieron orientación alimentaria, disminuyeron significativamente sus promedios en español, matemáticas y generales al finalizar la intervención. Por lo que se puede concluir que en ambos géneros se disminuyó el rendimiento escolar.

Este estudio coincide con lo encontrado en la mayor parte de los estudios realizados por el Consorcio de África Meridional para la Supervisión de la Calidad de la Educación (SACMEQ), donde se encontró que en lo general no hay diferencias originadas por el género en el rendimiento escolar. (Vouillot 2000).

Por otro lado existen estudios en Perú en la relación al rendimiento escolar, donde se ha encontrado varios que son contradictorios, en algunos se ha encontrado que existe una mejor tendencia en el rendimiento escolar de los niños que en el de las niñas, en el caso de Brasil sucede lo mismo, pero se ha encontrado hay más ventajas hacia las niñas. Sin embargo en el caso de México se encontraron resultados desfavorables para las mujeres, en el caso particular de México, esto puede estar sucediendo por factores socioculturales, este razonamiento, supondría que dentro de las familias de la sociedad mexicana, las niñas se ven forzadas a realizar actividades domésticas además de tener que

cumplir con sus tareas escolares, situación que habitualmente no sucede con el hombre. (United Nations. 1990)(Flores & Guízar 2009)

Las limitaciones del estudio transversal fue el no poder contar una historia clínica, cuestionario socioeconómico y evaluación de la dieta, que nos proporcionara información más clara de cuál es la relación del rendimiento escolar con la obesidad. Por otro lado para el estudio longitudinal fue el no haber contado con un grupo de niños obesos sin intervención para la comparación de todas las variables, y el no poder tener el comparativo del cuestionario CONNERS, para que nos ayudara a medir la percepción de los padres y maestros antes y al finalizar la intervención. Del mismo modo una prueba estandarizada que nos ayudara a medir la función neurocognitivo de los niños, para darnos una idea más amplia de cómo están siendo los procesos cognitivos en los niños y no como lo califican los maestros. Profundizar más en la herramienta de calificaciones para medir rendimiento escolar en esta población.

VIII CONCLUSIONES

En este estudio se encontró que el rendimiento escolar es igual en niños con bajo peso, normo peso, sobrepeso y obesidad, ya que se observó que la media de las calificaciones fue igual para todos estados nutricios,

Por otra parte se pudo medir que la orientación alimentaria y la suplementación con micronutrientes y ácidos grasos esenciales, no incrementa el rendimiento escolar en niños obesos, ya que se observó que las medias de las calificaciones fue igual tanto en el grupo orientado como en el grupo suplementado.

LITERATURA CITADA

- Achor, M.S. et al., 2007. Obesidad infantil. *Revista de Posgrado de la Via Catedra de Medicina*, 168, pp.34–38.
- Algarín, C. et al., 2003. Iron deficiency anemia in infancy: long-lasting effects on auditory and visual system functioning. *Pediatric research*, 53(2), pp.217–23. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12538778> [Accessed June 23, 2013].
- Anon, 2009. Universidad nacional autónoma de México.
- Arslan, N., Erdur, B. & Aydin, A., 2010. Hormones and cytokines in childhood obesity. *Indian pediatrics*, 47(10), pp.829–39. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21048235>.
- Beard, J.L., 2001. Iron-Deficiency Anemia : Reexamining the Nature and Magnitude of the Public Health Problem Iron Biology in Immune Function , Muscle Metabolism. *The Journal of Nutrition*, 131, pp.568–580.
- Benton, D., 2008a. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. *European journal of nutrition*, 47(3), pp.38–50. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18683028> [Accessed June 18, 2013].
- Benton, D., 2008b. The influence of children's diet on their cognition and behavior. *European journal of nutrition*, 47 Suppl 3, pp.25–37. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18683027> [Accessed June 17, 2013].
- Bhatnagar, S. & Taneja, S., 2007. Zinc and cognitive development. *British Journal of Nutrition*, 85(S2), p.S139. Available at: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114501001039 [Accessed July 1, 2013].
- Black, M.M., 2011. Micronutrient Deficiencies and Cognitive Functioning. *National Institute of Health*, 133, pp.1–9.
- Bourges, H., Casanueva, E. & Rosado, J.L., 2008. *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana, Bases Fisiologicas tomo I* Panamerica.,
- Bourre, J.M., 2006. Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1:

- micronutrients. *The journal of nutrition, health & aging*, 10(5), pp.377–85. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17066209>.
- Bradford, N.F., 2009. Overweight and Obesity in Children and Adolescents. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 36(2), pp.319–339.
- Bryan, J. et al., 2004. Nutrients for Cognitive Development in School-aged Children. *Nutrition Reviews*, 62(8), pp.295–306.
- Cabrera, A. & Sánchez, A., 2003. Hábitos de estudio y rendimiento académico. *Universidad de Guanajuato, México*. Available at: <http://148.213.1.36/Documentos/Encuentro/PDF/64.pdf>.
- Castro, M.A.C., 2010. Inteligencia, alimentación y nutrición en la niñez: revisión. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(2), pp.187–201.
- Chávez, M. et al., 1996. Tablas de valor nutritivo de 441 los alimentos de mayor consumo en México. , p.México, DF: Pax.
- Cocco, S. et al., 2002. Vitamin A deficiency produces spatial learning and memory impairment in rats. *Neuroscience*, 115(2), pp.475–82. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12421614>.
- Crawford, M., 1993. The role of essential fatty acids in neural development: implications for perinatal nutrition. *The American journal of clinical nutrition*, 57(5), p.703S–709S.
- Cummings, D. & Schwartz, M., 2003. Genética y Fisiopatología de la Obesidad Humana. *The Annual Review of Medicine*, 54, pp.453–471.
- Darnton-Hill, I. et al., 2005. Micronutrient deficiencies and gender: social and economic costs. *The American journal of clinical nutrition*, 81(5), p.1198S–1205S. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15883452>.
- Datar, A. & Sturm, R., 2004. Childhood overweight and parent- and teacher-reported behavior problems. *Arch Pediatr Adolesc Med.*, 158, pp.804–810.
- Daza, C.H. & Sc, M., 2001. Malnutrición de micronutrientes. Estrategias de prevención y control. *Colombia Médica*, 32, pp.95–98.
- Dommarco, J.R. et al., 2012. ENSANUT 2012 Resultados Nacionales.
- Edel, N., 2003. El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *Revista Electronica Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en la educación*, 1 (002), pp.1 – 15 España. Available at: <http://www.actiweb.es/estudiantediego/archivo2.pdf>.

- Fanjiang, G., Kleinman & Ronald, E., 2007. Nutrition and performance in children. *Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 10(3), pp.342–347.
- Florence, M.D., Asbridge, M. & Veugelers, P.J., 2008. Diet quality and academic performance. *The Journal of school health*, 78(4), pp.209–15; quiz 239–41. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18336680>.
- Flores, S.B. & Guízar, M.J.M., 2009. Obesidad infantil y aprovechamiento escolar. *Revista Hospital Juarez México*, 76(3), pp.137–143.
- Garbanzo, V., 2007. Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la Educación Superior Pública. *Educación*, 31 (001), pp.43–63 Costa Rica. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44031103>.
- Golub, M.S. et al., 1994. Modulation of behavioral performance of prepubertal monkeys by moderate dietary zinc deprivation. *The American journal of clinical nutrition*, 60(2), pp.238–43. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8030602>.
- Gómez, N.G. et al., 2009. *Repercusión de la nutrición en el neurodesarrollo y la salud neuropsiquiátrica de niños y adolescentes Nutrition repercussion related to neurodevelopment and the neuropsychiatric health of children and adolescents*, La Habana, Cuba.
- González, M. et al., 2001. *Manual de dietoterapia* C. Medicas, ed., La Habana, Cuba.
- Grantham-Mcgregor, S. et al., 2007. Child development in developing countries 1 Developmental potential in the first 5 years for children in. *The Lancet*, 369, pp.60–70.
- Grantham-Mcgregor, S. & Cornelius, A., 2001. Iron-Deficiency Anemia : Reexamining the Nature and Magnitude of the Public Health Problem A Review of Studies on the Effect of Iron Deficiency on Cognitive. *Journal of nutrition*, 131(2), pp.649–668.
- Gustafson, D.R., 2007. Obesity and Intelligence. *Agro food industry hi-tech*, 16(5), pp.XXXI–XXXV.
- Hernández Jáquez, L.F. & Barraza Martínez, A., 2013. *Rendimiento Académico y Autoeficiencia Percibida*. Instituto Universitario Anglo Español.
- Huskisson, E., Maggini, S. & Ruf, M., 2007. The Influence of Micronutrients on Cognitive Function and Performance. *Journal of International Medical Research*, 35(1), pp.1–19. Available at:

<http://imr.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/147323000703500101> [Accessed July 8, 2013].

ICBF-UNICEF, 1992. *Evaluación de los Hogares Comunitarios de Bienestar*, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Ito, M., 2004. "Nurturing the brain" as an emerging research field involving child neurology. *Brain & development*, 26(7), pp.429–33. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15351077> [Accessed June 20, 2013].

Jarrin Mote, S., 2011. *Ácidos Grasos Esenciales de Cadena Larga como Alternativa al Tratamiento del Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)*. Universidad de León.

Johnson, M. et al., 2009. Omega-3/omega-6 fatty acids for attention deficit hyperactivity disorder: a randomized placebo-controlled trial in children and adolescents. *Journal of attention disorders*, 12(5), pp.394–401. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18448859> [Accessed June 19, 2013].

Kaestner, R. & Grossman, M., 2008. *Effects of weight on children's educational achievement*,

Kennedy, D.O. et al., 2011. Vitamins and psychological functioning : a mobile phone assessment of the effects of a B vitamin complex , vitamin C and minerals on cognitive performance and subjective mood and energy. *Human Psychopharmacology*, 26, pp.338–347.

Kirby, A., Woodward, A. & Jackson, S., 2010. Benefits of omega-3 supplementation for schoolchildren: review of the current evidence. *British Educational Research Journal*, 36(5), pp.699–732. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1080/01411920903111557> [Accessed June 20, 2013].

Lamas, R.P., Rodríguez, I.J.F. & Ferrer, I.I.M., 2010. Atherosclerosis risk factors in the obese child and adolescent that may to cause learning disorders. *Revista Cubana de Pediatría*, 82(4), pp.89–97.

Lawrence, D. & Hammer, M., 2007. Pediatric Obesity. In H. P. Inc, ed. *Treatment of the obese patient*. Totowa, NJ: Humana Press, pp. 405–424.

Levy, T.S., 2008. *Encuesta Nacional de Salud a Escolare*, México: Instituto Nacional de Salud Pública.

Lujambio, I.A. & Villalobos, J.A.C., 2010. *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria Estrategia contra el Sobrepeso y la Obesidd*,

- Mandelbaum-Schimid, J., 2004. Vitamin and mineral deficiencies harm one-third of the world's population, says new report. *Bulletin of the World Health Organization*, 82(3).
- Marshall, S.J., 2004. Vitamin and mineral deficiencies harm one-third of the world's population, says new report. *Bulletin of the World Health Organization*, 82(March), pp.230–235.
- McLachlan, M., 2006. Tackling the child malnutrition problem: from what and why to how much and how. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 43 Suppl 3(December), pp.S38–46. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17204977>.
- Montiel-Nava, C. & Peña, J.A., 2001. Discrepancia entre padres y profesores en la evaluación de problemas de conducta y académicos en niños y adolescentes. *Revista de Neurología*, 32(6), pp.506–511.
- Muthayya, S. et al., 2009. Effect of fortification with multiple micronutrients and n-3 fatty acids on growth and cognitive performance in Indian schoolchildren : the CHAMPION (Children ' s Health and Mental Performance Influenced by. *The American journal of clinical nutrition*, 89(2), pp.1766–1775.
- Noriega, J.A.V. & Noriega, C.V., 2003a. Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición). In C. de I. en A. y Desarrollo, ed. *La Psicología Social en México*. pp. 567–573.
- Noriega, J.A.V. & Noriega, C.V., 2003b. ESTRES DE LA CRIANZA Y MERIENDA ESCOLAR EN EL DESARROLLO COGNOSCITIVO DEL PREESCOLAR.pdf. In C. de I. en A. y Desarrollo, ed. *La Psicología Social en México*. México, pp. 567–573.
- Olaiz, G. et al., 2006. *Encuesta Nacional de Nutrición y Salud*,
- Piñeiro, R., 2010. NUTRICIÓN Y RENDIMIENTO ESCOLAR. In *I CONGRESO MUNDIAL DE NEUROEDUCACIÓN ASEDH – CEREBRUM*. Lima, Perú: I CONGRESO MUNDIAL DE NEUROEDUCACIÓN CEREBRO Y APRENDIZAJE, pp. 1–12.
- Poveda, E. et al., 2007. Concentración sérica de leptina en población escolar de cinco departamentos del centro-oriente colombiano y su relación con parámetros antropométricos y perfil lipídico. *Biomedica*, 27, pp.505–514.
- Raj, M. & Kumar, R.K., 2010. Obesity in children & adolescents. , (November), pp.598–607.

- Ramos, E., López, V. & Serrano, E., 2010. Estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento académico e índice de reprobación. *Ponencia presentada en el XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*, p.México. Available at: http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_01/1909.pdf.
- Ramos, M., 2008. Instrumentos y Escalas Clínica en la evaluación del TDAH. In pp. 1–55.
- Reyes, M. et al., 2011. Ingesta y metabolismo energético en una muestra de adolescentes chilenos con sobrepeso y obesidad. *Revista Medica de Chile*, 139, pp.425–431.
- Rivera, J.-A. et al., 2008. Consumo de bebidas para una vida saludable : recomendaciones para la población mexicana. *Salud Publica México*, 50(2), pp.172–194.
- Romine, C. & Reynolds, C., 2004. Sequential memory: a developmental perspective on its relation to frontal lobe functioning. *Neuropsychology Review*, 14, pp.43–64. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15260138>.
- Rossi, R.R., 2006. La obesidad infantil y los efectos de los medios electrónicos de comunicación. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, VIII(2), pp.95–98.
- Shamah-Levy, T., Villalpando-Rivera, S. & Rivera-Dommarco, J., 2006. *Manual de procedimientos para proyectos de nutrición Manual de procedimientos para proyectos de nutrición*, México.
- Stewart, L., 2011. Childhood obesity. *Medicine*, 39(1), pp.42–44. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1357303910002550> [Accessed July 11, 2013].
- Tapia, A.E., 2005. OMEGA-3 FATTY ACIDS SUPPLEMENTATION DECREASES THE AGGRESSIVENESS, HOSTILITY AND ANTISOCIAL BEHAVIOR. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(2).
- Uauy, R., Calderon, F. & Mena, P., 2001. Essential fatty acids in somatic growth and brain development. *World review of nutrition and dietetics*, 89, pp.134–60.
- Uauy, R. & Mena, P., 2001. Lipids and Neurodevelopment. *Nutrition Reviews*, 59(8), pp.S34–S48.

- United Nations., 1990. Food for Thought-Nutrition and School Performance. *SCN News*, 5.
- Veldwijk, J. et al., 2012. Overweight and School Performance among Primary School children: The PlaMa Birth cohort Study. *Pediatric obesity*, 20(3).
- Vouillot, 2000. Evaluación del aprovechamiento escolar. *Foro Mundial sobre Educación*. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001198/119823s.pdf>.
- Wachs, T.D., 2000. Nutritional deficits and behavioural development. *International Journal of Behavioral Development*, 24(4), pp.435–441. Available at: <http://jbd.sagepub.com/cgi/doi/10.1080/016502500750037982> [Accessed June 20, 2013].
- Wainwright, P., 2000. Nutrition and behaviour : the role of n-3 fatty acids in cognitive function. *British Journal of Nutrition*, 83, pp.337–339.
- Welland, D., 2011. ¿Es importante la vitamina D? *Investigación y Ciencia-Mente y Cerebro*.
- WHO Anthro, para computadoras personales, 2009. Software para evaluar el crecimiento y desarrollo en los niños del mundo. Available at: <http://www.oms.int/childgrowth/software/en/>.
- Yehuda, S. et al., 2002. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiology of aging*, 23(5), pp.843–53. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12392789>.
- Yehuda, S., Rabinovitz, S. & Mostofsky, D., 2005. Mixture of essential fatty acids lowers test anxiety. *Nutritional Neuroscience*, 4, pp.265–7.
- Yehuda, S., Rabinovitz, S. & Mostofsky, D.I., 2006. Nutritional deficiencies in learning and cognition. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 43 Suppl 3(December), pp.S22–5. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17204975>.
- Youdim, K. a, Martin, a & Joseph, J. a, 2000. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. *International journal of developmental neuroscience : the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, 18(4-5), pp.383–99. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10817922>.
- Youdim, M. & Yehuda, S., 2000. The neurochemical basis of cognitive deficits induced by brain iron deficiency: involvement of dopamine-opiate system. *Cellular and Molecular Biology*, 46(3), pp.491–500.

Zavaleta, M.T.M., 2004. Nutrición y desarrollo cognitivo. *Pensamiento Pedagógico*, pp.31–28.

ANEXO 1. INFORMACIÓN DEL SUPLEMENTO

Suspensión oral para niños sabor vainilla y fresa.

Nutrimiento	Por porción 237 mL	Unidad
Contenido energético	850.00	kJ
	200.00	kcal
Proteína	8.00	g
Grasas (lípidos)	5.00	g de los cuales
grasa saturada	0.77	g
grasa poliinsaturada	1.51	g
Ácido linoleico	231.00	mg
Ácido α -linolénico	84.28	mg
ácido docosahexaenoico (DHA)	56.00	mg
ácido araquidónico (ARA)	56.00	mg
grasa monoinsaturada	2.16	g
ácidos grasos trans	0.00	g
colesterol	0.00	mg
Hidratos de carbono	31.00	g de los cuales
azúcares	9.95	G
Fibra dietética	3.00	G
FOS	2.70	G
Sodio	126.52	Mg
Vitamina A	120.00	μ g
(equivalentes de retinol)	400.00	UI
Vitamina D	3.00	μ g
(colecalfiferol)	120.00	UI
Vitamina E	8.00	Mg
(equivalentes de α -tocoferol)	8.00	UI
Vitamina K	20.00	μ g
Vitamina C (ácido ascórbico)	25.00	Mg
Vitamina B ₁ (tiamina)	0.50	Mg
Vitamina B ₂ (riboflavina)	0.50	Mg
Vitamina B ₆ (piridoxina)	0.50	Mg
Vitamina B ₁₂ (cobalamina)	1.20	μ g
Ácido fólico (folacina)	114.00	μ g
Niacina (equivalente a ácido nicotínico)	4.00	Mg
Biotina	50.00	μ g
Ácido pantoténico	2.80	Mg
Colina	114.00	Mg

Inositol	19.00	Mg
Potasio	310.00	Mg
Cloruro	199.20	Mg
Calcio	240.00	Mg
Fósforo	200.00	Mg
Hierro	3.30	Mg
Magnesio	47.00	Mg
Zinc	3.20	Mg
Manganeso	0.36	Mg
Cobre	0.30	Mg
Selenio	7.60	µg
Cromo	7.10	µg
Molibdeno	8.50	µg
Yodo	23.00	µg
Taurina	17.00	Mg
Carnitina	4.00	Mg

Ingredientes: agua, maltodextrina, azúcar, suero concentrado en proteína , caseinato de calcio, inulina, aceite vegetal parcialmente hidrogenado, sabor artificial, aceite de Mortierella alpina*, aceite de atún**, fosfato tricálcico, cloruro de potasio, bitartrato de colina, fosfato dibásico de potasio, fosfato de magnesio tribásico pentahidratado, grasa vegetal parcialmente hidrogenada compuesta (mono y diglicéridos de ácidos grasos y lecitina de soya), grasa vegetal parcialmente hidrogenada compuesta (mono y diglicéridos de ácidos grasos, carragenina estandarizada con dextrosa o sacarosa y goma guar), goma guar, carragenina, ácido ascórbico, inositol, taurina, sulfato ferroso heptahidratado, acetato de α -tocoferol, sulfato de zinc monohidratado, L-carnitina, nicotinamida , D-pantotenato de calcio (ácido pantoténico), gluconato de cobre, vitamina A (palmitato de retinol), cloruro de sodio, vitamina D3, cianocobalamina, sulfato de manganeso monohidratado, clorhidrato de piridoxina, clorhidrato de tiamina, riboflavina, vitamina K (fitomenadiona), ácido fólico, D-biotina, cromato de sodio tetrahidratado, yoduro de potasio, molibdato de sodio dihidratado, selenito de sodio.

*Como fuente de ARA

**Como fuente de DHA

ANEXO 2. ORIENTACIÓN ALIMENTARIA Y EJEMPLOS DE MENÚS

Frutas y verduras

Alimentos de origen animal y Leguminosas

Cereales y Tuberculos

FNN201104

FRUTAS Y VERDURAS		CEREALES Y TUBÉRCULOS		ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL Y LEGUMINOSAS	
ESPINACA	(1/2 taza)	PAN DE CAJA	(1 rebanada)	LECHE	(1 taza)
ZANAHORIA	(1/2 taza)	ELOTE	(3/4 pieza)	CARNE	(30 g)
CHICHAROS	(1/5 taza)	PAPA	(1/2 pieza)	QUESO FRESCO	(35 g)
ESPARRAGOS	(6 piezas)	TORTILLA DE MÁIZ	(1 pieza)	POLLO	(30 g)
BRÓCOLI	(1/2 taza)	CAMOTE	(1/3 taza)	PESCADO	(30 g)
CALABAZA	(1 pieza)	YUCA	(1/4 pieza)	ATÚN	(30 g)
COLIFLOR	(3/4 taza)	SOPA DE PASTA	(20 g)	SARDINA	(30 g)
CUITLACOCHÉ	(1/3 taza)	ARROZ	(1/2 taza)	JAMÓN	(2 rebanadas)
FLOR DE CALABAZA	(1 taza)	BOLILLO	(1/3 pieza)	SALCHICHA	(1 pieza)
JITOMATE	(1 pieza)	GALLETAS SALADAS	(4 piezas)	HUEVO	(1 pieza)
NOPAL	(1 taza)	GALLETAS DE ANIMALITOS	(6 piezas)	FRIJOL	(1/2 taza)
QUELITE	(80 g)	GALLETAS MARÍAS	(5 piezas)	GARBANZO	(1/2 taza)
VERDOLAGA	(1 taza)	TAMAL	(1/5 pieza)	HABA	(1/2 taza)
CAPULÍN	(3 tazas)	CEREAL DE CAJA	(1/2 taza)	LENTEJA	(1/2 taza)
CHICOZAPOTE	(1/2 pieza)	AMARANTO	(1/4 taza)	ALUBIA	(1/2 taza)
DURAZNO	(2 piezas)	AVENA	(1/3 sobre)		
MANGO	(1 pieza)	GRANOLA	(3 cucharadas)		
MELÓN	(1/3 pieza)	TOSTADA	(1 ½ pieza)		
CALABAZA DULCE	(130 g)	MAÍCENA	(2 cucharadas)		
UVAS	(18 piezas)	PALOMITAS DE MAÍZ	(2 ½ tazas)		
FRESA	(17 piezas)	PAN DULCE	(1/4 pieza)		
NARANJA	(2 piezas)	HOT CAKE	(1 pieza)		
MANZANA	(1 pieza)				
CEREZA	(20 piezas)				
NÍSPERO	(25 piezas)				
PAPAYA	(1 taza)				
PIÑA	(3/4 taza)				
SANDÍA	(1 taza)				
TUNA	(2 piezas)				
PERAS	(1/2 pieza)				
PLATANO	(1/2 pieza)				
PLATANO DOMINICO	(3 piezas)				
LIMA	(3 piezas)				

GRASAS Y AZÚCARES	
ACEITE	(1 cucharada)
CREMA	(1 cucharada)
MANTEQUILLA	(1 cucharada)
MANTECA	(1 cucharadita)
MAYONESA	(1/2 cucharada)
AZÚCAR	(2 cucharaditas)

RECOMENDACIONES:

- Cocinar con menos aceite
- Disminuir el consumo de azúcar
- Disminuir el consumo de sal
- Consumir 2 litros (8 vasos) de agua al día

EVITAR: chocolate en polvo, dulces, piloncillo, jugo de frutas (artificial), bebidas energéticas, refresco (incluyendo refresco sabor cola), frituras, pan dulce, chorizo, tocino.

CONTACTO

OFICINA (442) 192 12 00 Ext. 5351

CELULAR 044 442 237 06 46

NUTRILOGAS

Ma. Guadalupe Martínez Peña

Sara Paulina Escobedo De Los Cobos

INSTRUCTIVO

**ORIENTACIÓN
ALIMENTARIA**

No. ID

Iniciales del sujeto

Tratamiento

Fecha

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

Día		Mes		Año

DESAYUNO: En este tiempo de comida, usted deberá dar a su hijo(a).



Leche (1 vaso)



cereal (1 taza)



fruta (1 pieza)



NOTA: Recuerda lavarte las manos antes de sentarte a comer y lavar tus dientes terminando de comer.

REFRIGERIO MATUTINO: Usted ofrecerá a su hijo(a) alimentos saludables.



Leguminosas y Alimentos De Origen Animal
(1 porción)



Cereales y Tubérculos (2 porciones)



Agua de frutas

COMIDA: Usted dará a su hijo(a) alimentos variados y suficientes.



Sopa de verduras
(2 piezas)



Pollo con salsa de jitomate (60g)
y frijoles (1/2 taza)



Tortillas (2 piezas)



Agua de frutas

CENA: Este tiempo de comida deberá ser ligero. No incluya alimentos grasosos, dorados o capeados.



Leche (1 taza)



Avena (3 cucharadas)



Fruta (1 pieza)



NOTA: Recuerda lavarte las manos antes de sentarte a comer y lavar tus dientes cuando termines.

INSTRUCTIVO

SUPLEMENTACIÓN

No. ID

Iniciales del sujeto

Tratamiento

Fecha

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

Día Mes Año

DESAYUNO: En este tiempo de comida, usted deberá dar a su hijo(a).



El suplemento



cereal (1 taza)



fruta (1 pieza)



Suplemento

REFRIGERIO MATUTINO: Usted ofrecerá a su hijo(a) alimentos saludables.



Leguminosas y Alimentos De Origen Animal (1 porción)



Cereales y Tubérculos (2 porciones)



Agua de frutas

COMIDA: Usted dará a su hijo(a) alimentos variados y suficientes.



Sopa de verduras (2 piezas)



Pollo con salsa de jitomate (60g) y frijoles (1/2 taza)



Tortillas (2 piezas)



Agua de frutas

CENA: Este tiempo de comida deberá ser ligero. No incluya alimentos grasosos, dorados o capeados.



Leche (1/2 taza)



Avena (3 cucharadas)



Fruta (1 pieza)



NOTA: Recuerda lavarte las manos antes de sentarte a comer y lavar tus dientes cuando termines.

ANEXO 3. Cuestionario CONNERS padres

Escala de Connors para Padres - Revisada (S)

C. Keith Connors, Ph.D.

traducido por Orlando L. Villegas, Ph.D.

Nombre del Niño(a): _____ Sexo: Masculino: _____ Femenino: _____

Fecha de Nacimiento: ____ / ____ / ____ Edad: _____ Grado de Instrucción: _____
Mes Día Año

Nombre del Padre (Madre): _____ Fecha de Hoy: ____ / ____ / ____
Mes Día Año

Instrucciones: A continuación encontrará una lista de situaciones comunes que los niños(as) tienen. Por favor evalúe los problemas de acuerdo con la conducta de su niño(a) durante el último mes. Por cada problema pregúntese a sí mismo(a) "¿con qué frecuencia se ha presentado este problema durante el último mes?" e indique con un círculo la mejor respuesta para cada problema. Si la respuesta es "nunca" o "rara vez", usted hará un círculo alrededor del 0. Si la respuesta es "siempre" o "con mucha frecuencia", usted hará un círculo alrededor del 3. Usted hará un círculo alrededor del 1 o 2 para respuestas intermedias. Por favor responda todos los items.

	NO ES CIERTO (Nunca, rara vez)	A VECES ES CIERTO (Ocasional- mente)	MUCHAS VECES ES CIERTO (Frecuentemente)	SIEMPRE ES CIERTO (Con mucha frecuencia)
1. Desatento(a), se distrae con facilidad	0	1	2	3
2. Enojado(a) y resentido(a)	0	1	2	3
3. Tiene dificultad para hacer o completar sus tareas escolares en casa	0	1	2	3
4. Está siempre moviéndose o actúa como impulsado(a) por un motor	0	1	2	3
5. Poca capacidad para prestar atención	0	1	2	3
6. Discute con adultos	0	1	2	3
7. Inquieto(a) con las manos o pies o intranquilo(a) en su asiento	0	1	2	3
8. No termina sus tareas	0	1	2	3
9. Difícil de controlar en las tiendas o mientras se hacen las compras del mercado	0	1	2	3
10. Desordenado(a) y desorganizado(a) en la casa y en la escuela	0	1	2	3
11. Se descontrola, pierde la paciencia, se enoja	0	1	2	3
12. Necesita supervisión constante para completar sus tareas	0	1	2	3
13. Presta atención solamente si algo le parece muy interesante	0	1	2	3
14. Corre, se sube a la cosas en situaciones donde es inapropiado	0	1	2	3
15. Distráido(a) o con problemas para mantener la atención	0	1	2	3
16. Irritable	0	1	2	3
17. Rehusa, expresa rechazo, o tiene problemas para realizar tareas que requieren un esfuerzo mental constante (tal como el trabajo escolar o las tareas para la casa) ..	0	1	2	3
18. Incansable en el sentido de no estarse quieto(a)	0	1	2	3
19. Se distrae cuando se le dan instrucciones para hacer algo	0	1	2	3
20. Abiertamente desafiante y rehusa obedecer a los adultos	0	1	2	3
21. Tiene problemas para concentrarse en el salón de clase	0	1	2	3
22. Tiene dificultad para esperar su turno en juegos o actividades de grupo ...	0	1	2	3
23. Abandona su asiento en el salón de clase o en situaciones donde se espera que se mantenga en su sitio	0	1	2	3
24. Deliberadamente hace cosas para fastidiar a otros	0	1	2	3
25. No sigue instrucciones y no termina sus tareas escolares, tareas o responsabilidades en el trabajo (no debido a una conducta oposicional o por no entender las instrucciones)	0	1	2	3
26. Tiene dificultad para jugar o entretenerse sin hacer mucho ruido	0	1	2	3
27. Se frustra fácilmente cuando se esfuerza	0	1	2	3

Anexo 4. Cuestionario CONNERS maestros

Escala de Connors para Maestros - Revisada (S)

C. Keith Connors, Ph.D.

traducido por Orlando L. Villegas, Ph.D.

Nombre del Niño(a): _____ Sexo: Masculino: _____ Femenino: _____

Fecha de Nacimiento: ____ / ____ / ____ Edad: _____ Grado de Instrucción: _____
Mes Día Año

Nombre del Maestro: _____ Fecha de Hoy: ____ / ____ / ____
Mes Día Año

Instrucciones: A continuación encontrará una lista de situaciones comunes que los niños(as) tienen en la escuela. Por favor evalúe los problemas de acuerdo con lo ocurrido durante el último mes. Por cada problema pregúntese a sí mismo(a) "¿con qué frecuencia se ha presentado este problema durante el último mes?" e indique con un círculo la mejor respuesta para cada problema. Si la respuesta es "nunca" o "rara vez", usted hará un círculo alrededor del 0. Si la respuesta es "siempre" o "con mucha frecuencia", usted hará un círculo alrededor del 3. Usted hará un círculo alrededor del 1 ó 2 para respuestas intermedias. Por favor responda a todos los ítems.

	NO ES CIERTO (Nunca, rara vez)	A VECES ES CIERTO (Ocasional- mente)	MUCHAS VECES ES CIERTO (Frecuentemente)	SIEMPRE ES CIERTO (Con mucha frecuencia)
1. Desatento(a), se distrae con facilidad	0	1	2	3
2. Desafiante	0	1	2	3
3. Incansable en el sentido de no estarse quieto(a)	0	1	2	3
4. Olvida cosas que ya ha aprendido	0	1	2	3
5. Perturba a otros niños	0	1	2	3
6. Abiertamente desafiante y rehusa obedecer a los adultos	0	1	2	3
7. Está siempre moviéndose o actúa como impulsado(a) por un motor	0	1	2	3
8. Pobre capacidad para deletrear	0	1	2	3
9. No se puede estar quieto(a)	0	1	2	3
10. Rencoroso(a) y vengativo(a)	0	1	2	3
11. Abandona su asiento en el salón de clase o en situaciones donde se espera que se mantenga en su sitio	0	1	2	3
12. Inquieto(a) con las manos o pies o intranquilo(a) en su asiento	0	1	2	3
13. Pobre capacidad para la lectura	0	1	2	3
14. Poca capacidad para prestar atención	0	1	2	3
15. Discute con los adultos	0	1	2	3
16. Presta atención solamente si algo le parece muy interesante	0	1	2	3
17. Tiene dificultad para esperar su turno	0	1	2	3
18. No tiene interés en el trabajo escolar	0	1	2	3
19. Distráido(a) o con problemas para mantener la atención	0	1	2	3
20. "Berrinches", "pataletas", explosivo(a), de conducta impredecible	0	1	2	3
21. Corre, se sube a las cosas en situaciones donde es inapropiado	0	1	2	3
22. Pobre capacidad para la aritmética	0	1	2	3
23. Interrumpe o se entromete con otros (en conversaciones o juegos ajenos)	0	1	2	3
24. Tiene dificultad para jugar o entretenerse sin hacer mucho ruido	0	1	2	3
25. Nunca termina las actividades que comienza	0	1	2	3
26. No sigue instrucciones y no termina sus tareas escolares, tareas o responsabilidades en el trabajo (no debido a una conducta oposicional o por no entender las instrucciones)	0	1	2	3
27. Excitable, impulsivo(a)	0	1	2	3
28. Incansable, siempre está haciendo algo	0	1	2	3

