



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

LA DOBLE CARA DE LA MALNUTRICIÓN EN PERÚ: COMPARACIÓN ENTRE UNA ZONA EN POBREZA EXTREMA Y OTRA EN TRANSICIÓN NUTRICIONAL

Sabina López Toledo

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

SABINA LÓPEZ TOLEDO

**La doble cara de la malnutrición en Perú:
Comparación entre una zona en pobreza
extrema y otra en transición nutricional**

TESIS DOCTORAL

**Dirigida por la Profesora Victoria Arijal Val
y la Profesora Josefa Canals Sans**

Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques

Reus, Tarragona, España 2018



FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT
DEPARTAMENT DE CIÈNCIES MÈDIQUES BÀSIQUES
Carrer Sant Llorenç, 21
43201 Reus
Tel. 977 759 300
Fax 977 759 322

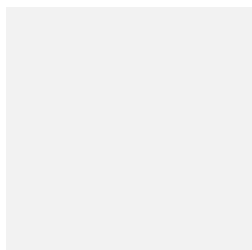
La Dra. Victoria Arija Val, catedrática de Medicina Preventiva y Salud Pública del Departamento de Ciencias Médicas Básicas y la Dra. Josefa Canals Sans, catedrática de Psicopatología del Niño y del Adolescente del Departamento de Psicología; ambas de la Universidad Rovira i Virgili,

HACEN CONSTAR

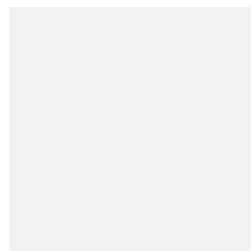
Que el presente trabajo titulado “*La doble cara de la malnutrición en Perú: Comparación entre una zona en pobreza extrema y otra en transición nutricional*” que presenta Sabina López Toledo para la obtención de título de Doctor, ha sido realizado bajo nuestra dirección en el *Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques* de esta universidad.

Reus, 06 de Julio de 2018

Las co-directoras de la tesis doctoral.



Dra. Victoria Arija Val



Dra. Josefa Canals Sans

Gracias mamá

La presente tesis doctoral es fruto no solo del trabajo visible, sino también del apoyo de las personas que siempre estuvieron a mi lado, ya sea de forma física, moral o espiritual en la distancia... personas quienes sin su ayuda estoy segura de que este trabajo no hubiera podido llegar a buen término.

En primer lugar quiero agradecer a mis codirectoras de tesis, las Profesoras Victoria Arija Val y Josefa Canals Sans, porque más allá de las enseñanzas académicas, me han dado enseñanzas de vida que estoy segura me servirán para toda mi vida: el mayor aprendizaje que me llevo de ustedes es que pese a las circunstancias, si te esfuerzas al máximo y luchas por tu objetivo, al final obtienes aquello por lo que has luchado... y que aquellas situaciones a las que nos enfrentamos a las que llamamos “problemas” son oportunidades de demostrarse a uno mismo que es más fuerte de lo que cree.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT), por otorgarme la Beca al extranjero para estudios de Doctorado y depositar su confianza en mí como estudiante mexicana. A la Universidad Rovira i Virgili Solidària por confiar en este proyecto otorgándonos la beca “*Projectes de cooperació internacional de caràcter interns, adreçada als membres de la comunitat universitària; 2015*” para poder llevar a cabo el trabajo de campo en Perú.

A la Asociación *Recolectores de sueños* de España, que facilitó el contacto internacional con la ONG *Amantaní* en Cusco, Perú y de manera más especial a Pilar Echevarría como directora de la ONG Amantaní, por acogernos y brindarnos todas las facilidades posibles y al Profesor Gregorio, parte esencial de esta ONG, de quien en lo personal me llevo una amistad entrañable y un ejemplo de humanidad y profesionalismo en toda la extensión de la palabra.

A los Ayuntamientos tanto de Ccorca como de Cusco (Perú) por abrirnos sus puertas y con un cariño muy especial a los directivos y profesores de los colegios, a los padres, madres y alumnos participantes en el proyecto, quienes a pesar de su recelo inicial a participar en el proyecto por tratarse de una universidad extranjera, nos brindaron la confianza y nos abrieron las puertas de sus aulas y de sus hogares.

A mis compañeros del Grupo de Investigación NUTRISAM: Nuria Aranda, Mónica Tous, Blanca Ribot, J. Cándido Fernández, Silvia Fernández, Estefanía Aparicio, Cristina Jardí, Cristina Bedmar, Felipe y Marcela Villalobos, con quienes tuve el placer de trabajar durante toda esta experiencia y de quienes me llevo aprendizajes académicos, pero sobre todo humanos... ¡Gracias por asesorarme, aconsejarme y aguantarme en los días malos y acompañarme en los días buenos! Gracias por todas sus palabras de aliento. También agradecer a la que fue mi compañera investigadora en el trabajo de campo y en general en la implementación y análisis de este proyecto la Dra. Carla Ballonga.

Además de las personas antes mencionadas que formaron parte de mi entorno académico, quiero hacer una mención especial a mi familia en Catalunya, la familia Castelló Farrán, por abrirme las puertas de su casa y de su corazón y hacerme sentir parte de una familia al estar tan lejos de la mía, con su cariño y apoyo incondicional... además a Furi, Vanessa, Albert, Tomy, Naty, Jaume y Montse... personas increíbles que siempre han tenido la frase indicada para alentarme a seguir adelante llenándome de positivismo. A Rafa y a José Luis, ¡mis hermanitos! ¡Gracias por estar siempre ahí, los quiero mucho!

A María, ¡Gracias! Porque has pasado conmigo toda esta etapa y siempre has tenido las palabras perfectas cuando lo necesitaba, o simplemente al quedarte callada dándome toda tu fuerza en un abrazo, aunque eso significara quedarte tú sin nada... nunca terminaré de agradecerte todo tu apoyo.

A mis hermanas no de sangre pero sí de vida: Libia A. García, mi compañera de viaje, de aventuras, de desventuras, de alegrías, de tristezas... porque más que una amistad nos une el corazón, no pude tener una mejor compañera en esta aventura... sabes que sin ti todo esto no hubiera pasado, así que ¡Gracias! A Nohora Martínez, mi otra hermanita, ¡mi colombiana preferida! Agradezco a la vida que te cruzara en mi camino, gracias por estar siempre ahí para lo bueno y lo malo.

A mi madre, que me lo ha dado todo: Má! Gracias por inculcarme tus valores, tus principios... gracias por tus regaños, por tus “jaladas de oreja”... porque en su momento no lo entendía pero ahora mirando hacia atrás te doy gracias y doy gracias a Dios por bendecirme con una madre

como tú... quiero decirte que este logro que hoy alcanzo es más mérito tuyo que mío. A mi papá: pá, no me han hecho falta palabras para saber lo mucho que me quieres y apoyas. A mis hermanas: Tina porque como hermana mayor supiste dar un buen ejemplo a seguir y un reto a superar... Ita, por ser un apoyo incondicional, siempre al pendiente y velando por mí como una segunda mamá; a Gabriela que ha sido una de mis mayores referencias en este proceso, un ejemplo a seguir de superación, constancia, fuerza y valentía ante cualquier obstáculo... Gabriela te admiro como profesional pero sobre todo como persona.

Gracias a todos ustedes he llegado a culminar esta etapa en mi vida que aunque siempre ha sido mi sueño, mi vocación y mi meta a cumplir, nunca hubiera conseguido sin su apoyo.

RESUMEN

Introducción: Hasta hace algunos años, la condición de malnutrición que prevalecía en los países de América Latina era la desnutrición, debido principalmente al bajo nivel socioeconómico de sus poblaciones. En la edad escolar, la malnutrición puede afectar de manera significativa e irreversible al desarrollo cognitivo del niño. La implementación de diversos programas de ayuda alimentaria en las zonas de mayor riesgo ha ido disminuyendo este déficit progresivamente. Por otra parte, no se ha tomado en cuenta la otra cara de la malnutrición (exceso de peso) que está emergiendo rápidamente en las zonas urbanas a raíz del proceso de transición nutricional por el que atraviesan.

Objetivo: Evaluar el estado nutricional y el funcionamiento neuropsicológico y la conducta de escolares peruanos de dos situaciones socioeconómicamente distintas: una zona rural en pobreza extrema con Programa nacional de alimentación y otra zona urbana en transición nutricional sin programa.

Material y métodos: Estudio transversal en 402 niños de edad escolar. El estado nutricional se analizó valorando el consumo alimentario y la ingesta de energía y nutrientes (Recuerdo de 24 horas y cuestionario de frecuencia de consumo alimentario), las medidas antropométricas (peso, talla, pliegues cutáneos y circunferencias) y análisis bioquímico. El funcionamiento neuropsicológico se evaluó a partir de una Bateria neuropsicológica infantil adaptada al territorio de estudio y la conducta de los participantes fue evaluada a partir del Cuestionario de Capacidades y Dificultades SDQ (versión maestros). Además se evaluó el estado de salud emocional de las madres utilizando la Escala de Depresión y Ansiedad de Goldberg.

Resultados: Los escolares de la zona en pobreza extrema con el programa alimentario en comparación con los de la zona en transición nutricional, presentan una mayor prevalencia de normopeso (86,5% vs 57,5%) y menor de delgadez (4,7% vs 21,8%) y de exceso de peso (8,8% vs 20,7%), pero una prevalencia de desnutrición crónica más alta (48,2% vs 29,5%). Su consumo alimentario es más saludable al ser adecuado en lácteos, cereales-tubérculos y legumbres (aportados por el programa alimentario) pero bajo en frutas y verduras, lo que comporta una ingesta adecuada de energía pero una alta probabilidad de realizar una ingesta inadecuada (>70%) de ácidos grasos poliinsaturados, vitamina B3, folatos, vitamina C, vitamina A, vitamina D y hierro; mientras que en la zona en transición nutricional la alimentación es menos saludable con un consumo bajo de frutas y verduras, muy elevado en alimentos superfluos y adecuado en carnes, huevos y cereales-tubérculos, lo que les comporta una alta probabilidad de ingesta inadecuada

de ácidos grasos poliinsaturados, vitamina A, vitamina D, calcio y hierro y una ingesta adecuada de energía. La prevalencia de anemia es menor en la zona en pobreza extrema (17,6%) que en la de transición nutricional (31,7%) y el riesgo de padecerla disminuye si se cuenta con el programa alimentario y al aumentar la ingesta de hierro, vitamina C y vitamina E. Además, los escolares de la zona en pobreza extrema presentan un menor rendimiento en los test de funcionamiento neuropsicológico (rendimiento en razonamiento lógico, coordinación visomotora y memoria de trabajo auditiva inferior a dos desviaciones estándar por debajo de la media española) que los de la zona en transición nutricional (rendimiento aproximado a la media española). El déficit de vitaminas del complejo B, de vitamina D y la presencia de anemia y de desnutrición crónica se encuentran relacionados con las siguientes funciones neuropsicológicas: atención, fluidez y memoria verbal, razonamiento lógico y velocidad de procesamiento. Existe una alta prevalencia de problemas psicológicos (57,8%) sin diferencias entre zonas, y no se halló ninguna relación de éstos con la ingesta u otros factores nutricionales.

Conclusiones: Se observan dos situaciones muy distintas en Cusco, Perú: por un lado tenemos una zona en pobreza extrema que se beneficia de un programa alimentario, el cual parece haber mejorado el estado nutricional de los escolares, reflejado con una alta prevalencia de normopeso, un adecuado consumo alimentario y una baja prevalencia de anemia. Sin embargo, presentan una alta prevalencia de desnutrición crónica probablemente establecida antes de la implementación del programa, que puede repercutir entre otros factores en su bajo desarrollo cognitivo. Por otra parte, el proceso de transición nutricional coloca a la población escolar urbana en un estado de malnutrición caracterizado por una alimentación poco saludable con altas prevalencias de delgadez, de exceso de peso y de anemia. Aunque se observa un mejor funcionamiento neuropsicológico en los niños de esta zona, la alta prevalencia de anemia puede estar afectar el rendimiento verbal y de memoria visual.

ÍNDICE

Relación de Tablas

Relación Figuras

I. INTRODUCCIÓN

1. Estado nutricional en escolares de América Latina

1.1 Factores de riesgo de la malnutrición

1.1.1 Malnutrición por defecto

1.1.2 Malnutrición por exceso

1.2 Antropometría y composición corporal

1.2.1 Métodos de valoración

1.2.2 Tablas y curvas de referencia

1.2.3 Estudios epidemiológicos en América Latina

1.2.3.1 Malnutrición por defecto

1.2.3.2 Malnutrición por exceso

1.3 Consumo alimentario e ingesta de energía y nutrientes en población escolar

1.3.1 Métodos de valoración del consumo alimentario

1.3.2 Tablas de composición de alimentos. Ingesta de energía y nutrientes

1.3.3 Guías alimentarias

1.3.4 Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes

1.3.5 Estudios epidemiológicos en América Latina

1.4 Anemia en

1.5 población escolar

1.5.1 Factores de riesgo

1.5.2 Métodos de valoración

1.5.3 Valores de referencia

1.5.4 Estudios epidemiológicos en América Latina

1.6 Transición nutricional en América Latina

2 Programas de Ayuda Estatal en América Latina

2.1 Programas para disminuir la malnutrición por defecto

2.2 Acciones para disminuir la malnutrición por exceso

3 Funcionamiento neuropsicológico y los problemas psicológicos

3.1 Estado nutricional global y neurodesarrollo

3.2 Déficit de nutrientes específicos y neurodesarrollo

3.2.1 El efecto de los ácidos grasos poliinsaturados

3.2.2 El efecto de los minerales

3.2.3 El efecto de las vitaminas

II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

2. Objetivos

III. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio

1.1 Características del área geográfica

2. Población

3. Procedimiento

4. Variables del estudio

4.1 Estado de higiene

4.2 Estado ponderal

4.3 Consumo alimentario e ingesta nutricional

4.4 Programa alimentario

4.5 Actividad física

4.6 Determinaciones bioquímicas

4.7 Evaluación psicológica

4.7.1 Variables neuropsicológicas

4.7.2 Evaluación del comportamiento

4.7.3 Estado emocional de las madres

5. Análisis estadístico

IV. RESULTADOS

1. Descripción de la muestra

2. Características antropométricas

3. Consumo alimentario e ingesta nutricional

3.1 Consumo alimentario y su nivel de adecuación

3.2 Ingesta de energía y nutrientes y su adecuación a las recomendaciones

3.3 Consumo alimentario e ingesta nutricional en el desayuno

4. Relación del índice ponderal con el consumo alimentario y la ingesta nutricional

5. Prevalencia de anemia y sus factores asociados

6. Funcionamiento neuropsicológico y de la conducta

6.1 Descripción de las funciones neuropsicológicas

6.2 Prevalencia de problemas psicológicos

6.3 Relación del funcionamiento neuropsicológico con la ingesta nutricional

6.4 Relación del funcionamiento neuropsicológico con el estado ponderal

6.5 Relación del funcionamiento neuropsicológico con la presencia de anemia

6.6 Relación del estado nutricional con las funciones neuropsicológicas: Análisis multivariante.

6.7 Relación del estado nutricional con los problemas
psicológicos

V. DISCUSIÓN

1. Aspectos metodológicos y generales
2. Estado nutricional
 - 2.1 Estado ponderal
 - 2.2 Consumo alimentario
 - 2.3 Ingesta de energía y nutrientes
 - 2.4 Prevalencia y factores de riesgo de anemia
3. Funcionamiento neuropsicológico y problemas psicológicos
4. Relación del estado nutricional con las funciones neuropsicológicas

VI. CONCLUSIONES

VII. REFERENCIAS

VIII. ANEXOS

Aportaciones científicas

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS DE LOS RESULTADOS

Tablas

Tabla 1 Características demográficas de los escolares.

Tabla 2 Características antropométricas por grupos de edad y zona socioeconómica.

Tabla 3 Consumo alimentario según zona socioeconómica.

Tabla 4 Frecuencia de consumo de alimentos y su porcentaje de adecuación a las raciones de consumo de alimentos aconsejadas.

Tabla 5 Correlación entre la frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) y el consumo alimentario (R24h) diarios.

Tabla 6 Cálculo del consumo alimentario procedente del CFCA.

Tabla 7 Ingesta de energía y nutrientes según zona socioeconómica.

Tabla 8 Probabilidad de ingesta inadecuada de nutrientes por grupos de edad y zona socioeconómica.

Tabla 9 Consumo alimentario del desayuno de los escolares según zona socioeconómica.

Tabla 10 Ingesta de energía y macronutrientes en el desayuno según zona socioeconómica.

Tabla 11 Características de los escolares según índice ponderal y zona socioeconómica

Tabla 12 Actividad física de los escolares según índice ponderal y zona socioeconómica

Tabla 13 Ingesta de energía y macronutrientes según índice ponderal y zona socioeconómica.

Tabla 14 Factores asociados al riesgo de exceso de peso en ambas zonas socioeconómicas.

Tabla 15 Factores relacionados con la anemia.

Tabla 16 Fuentes alimentarias de hierro en la dieta de los escolares según zona socioeconómica.

Tabla 17 Factores asociados al riesgo de padecer anemia.

Tabla 18 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y sexo.

Tabla 19 Prevalencia de problemas de la conducta.

Tabla 20 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII) a las recomendaciones de energía y AGPI.

Tabla 21 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de tiamina y riboflavina.

Tabla 22 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de niacina y ácido pantoténico.

Tabla 23 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de piridoxina y hierro.

Tabla 24 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de cobalamina y folatos.

Tabla 25 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de vitamina C y vitamina D.

Tabla 26 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de vitamina E y magnesio.

Tabla 27 Resumen de las funciones neuropsicológicas afectadas por el déficit de energía y nutrientes.

Tabla 28 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona e índice ponderal.

Tabla 29 Funciones neuropsicológicas de los escolares según presencia/ausencia de desnutrición crónica.

Tabla 30 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y presencia/ausencia de anemia.

Tabla 31 Relación de la ingesta nutricional, estado ponderal y anemia con los dominios neuropsicológicos en la muestra total.

Tabla 32 Relación de la ingesta nutricional, estado ponderal y anemia con los dominios neuropsicológicos ajustando por la zona socioeconómica-

Tabla 33 Relación de la ingesta nutricional con la puntuación escalar del test de MATRICES y de CLAVES en la muestra total.

Tabla 34 Relación de la ingesta nutricional con la puntuación escalar del test de MATRICES y de CLAVES, ajustando por la zona socioeconómica.

Figuras

Figura 1 Clasificación del estado ponderal según IMC y zona socioeconómica.

Figura 2 Clasificación del estado ponderal según IMC/Edad y zona socioeconómica.

Figura 3 Clasificación según prevalencia de desnutrición crónica y zona socioeconómica.

Figura 4 Porcentaje de energía ingerida proveniente de los macronutrientes.

Figura 5 Contribución del desayuno al consumo total del día según zona socioeconómica.

Figura 6 Prevalencia y clasificación de anemia según zona socioeconómica

I. INTRODUCCIÓN

1. Estado nutricional en escolares de América Latina

El estado nutricional, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), es la condición del organismo que resulta de la relación entre las necesidades nutricionales individuales y la capacidad del mismo de realizar la ingestión, absorción y utilización de los nutrientes presentes en los alimentos (FAO, 2003).

En los últimos años muchos países de América Latina han aumentado su desarrollo socioeconómico debido a la rápida industrialización de sus zonas urbanas. Dicho desarrollo, se ha relacionado con un mayor acceso y disponibilidad de alimentos en estos países, lo que va ligado a grandes cambios en el estilo de vida de sus habitantes y en consecuencia con su estado nutricional (FAO, 2003; FAO & OPS, 2017). No obstante, ni el crecimiento económico, ni el aumento del acceso y disponibilidad a los alimentos es homogéneo en todas las zonas dentro de un mismo país, ya que continúan existiendo zonas rurales en las que la situación económica es muy baja o de pobreza extrema (Doak y cols., 2005).

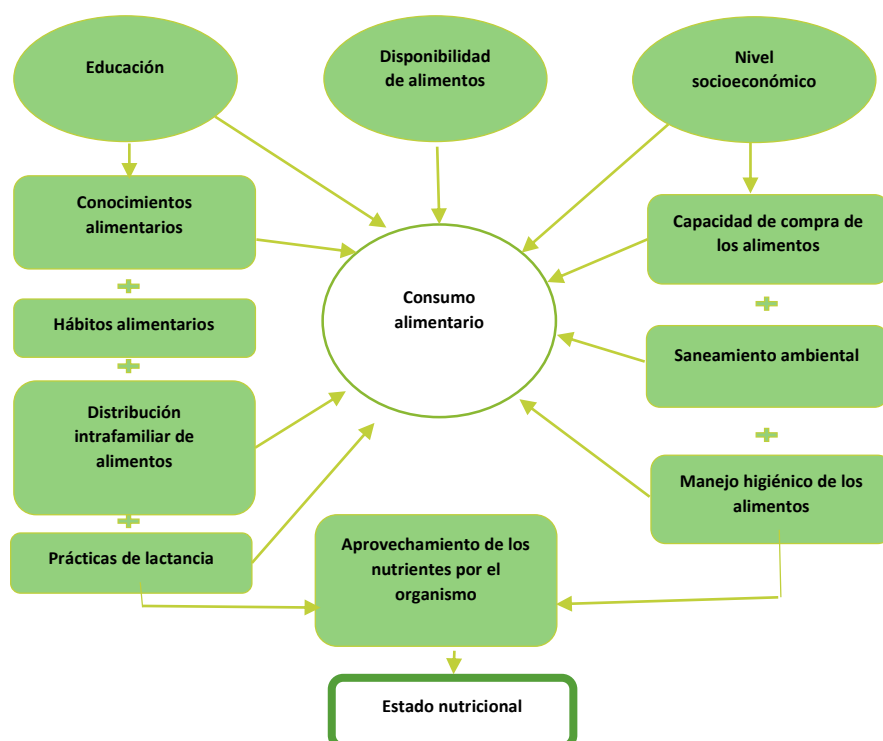
Debido a esta marcada desigualdad, la FAO junto con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) han indicado recientemente que hacen falta estudios que evalúen por separado el estado nutricional de las poblaciones rurales en pobreza extrema y el de las urbanas en transición nutricional en América Latina, con la finalidad de crear políticas públicas de salud encaminadas a solucionar las deficiencias y los excesos nutricionales que afectan a dichas poblaciones por separado (FAO & OPS, 2017).

1.1 Factores de riesgo de la malnutrición

Existen diversos factores que pueden afectar directa o indirectamente al estado nutricional, los cuales podemos englobar en tres grandes grupos: El primero se refiere a la educación nutricional, tanto para la correcta elección de los alimentos, como para su adecuada distribución a nivel intrafamiliar; el segundo grupo incluye a los alimentos en sí y a su disponibilidad y accesibilidad a nivel comunitario; y el tercero se refiere a las características socioeconómicas tanto del individuo como de la población, que influirán en la capacidad de compra de los alimentos y su manejo y conservación higiénica. Todos estos factores dependerán finalmente de la capacidad del organismo para digerir y absorber los nutrientes de los alimentos, provocando un estado nutricional adecuado o desequilibrado (*malnutrición por defecto o malnutrición por exceso*) (Figura 1) (FAO, 2003).

Figura 1 Factores que afectan el estado nutricional

Fuente: (FAO, 2003).



1.1.1 Malnutrición por defecto.

La malnutrición por defecto, es un estado de desequilibrio nutricional que se refiere al aporte insuficiente de energía, proteínas y/o micronutrientes para satisfacer las necesidades básicas necesarias para el mantenimiento, crecimiento y desarrollo antropométrico (UNICEF, 2011).

En el caso del déficit de nutrientes específicos, el déficit de hierro es el más frecuente afectando a más de 2 billones de personas a nivel mundial (McLean, 2009); siendo la anemia ferropénica la principal causa de anemia mundialmente (Kassebaum, 2014). Debido a la evidente importancia de este tema, se le ha dedicado un capítulo entero que encontrarán más adelante.

Existen diversos factores de riesgo que pueden influir en mayor o menor medida en el desarrollo de la malnutrición por defecto, pero sin duda alguna, el factor más importante es el **nivel socioeconómico**. Los niños que nacen en condiciones de pobreza extrema, tienen aproximadamente la mitad de probabilidades de sobrevivir que los que nacen en poblaciones con mejor desarrollo económico; es decir, a menor índice de pobreza, mayor tasa de supervivencia infantil. Además, a causa de la situación de pobreza extrema en algunas poblaciones de América Latina, existe una falta de acceso a los alimentos, de atención sanitaria, de agua potable y de sistemas de saneamiento e higiene comunitaria; los cuales son factores de riesgo subyacentes de la desnutrición (UNICEF, 2016).

A nivel mundial, el indicador socioeconómico más importante es el Índice de Desarrollo Humano (IDH) (de 0-1). El IDH, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), realiza un promedio entre las puntuaciones de tres dimensiones; la primera abarca la esperanza de vida al nacer y está enfocada a la capacidad de llevar una vida larga y saludable; la segunda son los años promedio de escolaridad,

que reflejan la posibilidad de adquirir conocimiento; y la tercera es el producto interno bruto per cápita, como un indicador de poder tener un nivel de vida digno. En base al IDH se realiza un ranking a nivel mundial y nacional para conocer la evolución socioeconómica a nivel internacional y dentro de las distintas poblaciones de un mismo país (UNDP, 2017).

En la Figura 2 observamos que la mayoría de los países de América Latina presentan una calificación media, alta o muy alta de IDH; sin embargo, ninguno de ellos aparece en el ranking de los primeros 30 del mundo, lo que refleja su condición de *países en vías desarrollo*. A nivel América Latina, el número 1 es Chile (número 38 a nivel mundial), con un IDH de 0,847 (considerado *muy alto*). En el extremo opuesto se encuentra Haití ocupando el último lugar en América Latina y el 163 a nivel mundial, con un IDH de 0,493 (considerado *bajo*).

Figura 2. Ranking del IDH de América Latina (UNDP, 2017).

Ranking Latinoamérica	País	Ranking mundial	Puntaje	Calificación
1	Chile	38	0,847	Muy alto
2	Argentina	45	0,827	Muy alto
3	Uruguay	54	0,795	Alto
4	Panamá	60	0,788	Alto
5	Trinidad y Tobago	65	0,780	Alto
6	Costa Rica	66	0,776	Alto
7	Cuba	68	0,775	Alto
8	Venezuela	71	0,767	Alto
9	México	77	0,762	Alto
10	Brasil	79	0,754	Alto
11	Perú	87	0,740	Alto
12	Ecuador	89	0,739	Alto
13	Jamaica	94	0,730	Alto
14	Colombia	95	0,727	Alto
15	Dominica	96	0,726	Alto
16	Suriname	97	0,725	Alto
17	República Dominicana	99	0,722	Alto
18	Bélice	103	0,706	Alto
19	Paraguay	110	0,693	Medio
20	El Salvador	117	0,680	Medio
21	Bolivia	118	0,674	Medio
22	Nicaragua	124	0,645	Medio
23	Guatemala	125	0,640	Medio
24	Guyana	127	0,638	Medio
25	Honduras	130	0,625	Medio
26	Haití	163	0,493	Bajo

La región de América Latina ha experimentado una disminución en las prevalencias globales de desnutrición infantil durante las últimas décadas, sin embargo, la desigualdad económica existente entre sus poblaciones se ve reflejada en las prevalencias de desnutrición a lo largo de todo su territorio.

1.1.2 Malnutrición por exceso.

La malnutrición por exceso (sobrepeso y obesidad) se define como la acumulación anormal o excesiva de masa grasa a causa del desequilibrio entre la ingesta alimentaria y el gasto energético. El exceso de peso es un problema de salud pública que se ha vuelto más prevalente en América Latina debido al desarrollo de sus múltiples factores de riesgo, sobre todo en sus poblaciones urbanas. En los últimos años se han producido cambios drásticos en sus patrones alimentarios debido al aumento en la disponibilidad de alimentos superfluos (con alto contenido de azúcares, grasas y sal) y a la disminución de las preparaciones gastronómicas tradicionales (con los productos propios de la región).

El rápido crecimiento industrial y la urbanización han ocasionado estilos de vida sedentarios, aumento de la publicidad de productos superfluos y el uso excesivo de medios de transporte motorizados (Galicia y cols., 2016). Además, recientemente se han descubierto factores genéticos que pueden estar relacionados con el riesgo de padecer sobrepeso y obesidad, como el gen Asociado a la Obesidad (gen *FTO*) (Scuteri y cols., 2007) o el gen *SLC25A24* (Urano y cols., 2015), sin embargo hacen falta más estudios específicos al respecto.

Padecer sobrepeso y obesidad en la etapa escolar aumenta significativamente el riesgo de padecer obesidad en la edad adulta. Además, tiene graves efectos negativos en la salud, como hiperlipidemias,

hipertensión arterial, intolerancia a la glucosa, mayor riesgo de sufrir problemas ortopédicos, problemas neurológicos, pulmonares y problemas en el funcionamiento de casi todos los órganos del cuerpo, además del aumento del riesgo de ciertos tipos de cáncer (Franks y cols., 2010; Gallagher & LeRoith, 2015; Porti, 2006; Singh y cols., 2008; World Health Organization, 2015). El exceso de peso en escolares también tiene consecuencias psicosociales como la discriminación, la autopercepción negativa de la imagen, la exclusión social y la depresión (Puhl & Latner, 2007).

1.2 Antropometría y composición corporal

El estado nutricional puede valorarse mediante diversos métodos de distinta complejidad, sin embargo, el método más utilizado internacionalmente a nivel poblacional es la antropometría. La antropometría se caracteriza por ser un método de estudio de la composición corporal objetivo y no invasivo que permite llevar a cabo una primera evaluación global del niño y adolescente.

1.2.1 Métodos de valoración

Dentro de las diversas técnicas antropométricas existentes, las más utilizadas a nivel internacional son el peso corporal, la talla, los pliegues cutáneos y las circunferencias corporales (Arija y cols., 2015). Para continuar con el proceso de valoración antropométrica se pueden calcular diversos índices de crecimiento, sin embargo, el más utilizado es el Índice de Masa Corporal (IMC) o también llamado Índice de Quetelet, el cual se obtiene dividiendo el peso corporal por la talla al cuadrado. En el caso de la valoración en los adultos, solo con el IMC se puede definir un estado de delgadez, normalidad, sobrepeso u obesidad, según sus puntos de corte internacionales (*IMC de 18,5-24,9=normopeso; de 25-29,9= sobrepeso;*

de 30-34,9= *obesidad leve*; de 35-39,9= *obesidad moderada* y >40= *obesidad severa*) (Bjorntorp y cols., 2000); sin embargo, en el caso de los niños y adolescentes, este índice debe ser ajustado según la edad y el género, debido a que la velocidad de crecimiento en estas etapas es muy rápida y modifica su aplicación directa sin ajustarse.

La composición corporal también se puede valorar con la medición de los 4 pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco) utilizando un plicómetro calibrado. A partir de la suma de estos cuatro pliegues cutáneos se obtiene la masa grasa corporal por medio de la fórmula práctica de Slaughter (Slaughter y cols., 1998). Posteriormente, dichas mediciones pueden compararse con distintos valores de referencia, dependiendo de la población estudiada (McCarthy y cols., 2006). Además, para calcular la grasa corporal abdominal se mide la circunferencia de la cintura que, en conjunto con el índice cintura-cadera y el IMC, son mediciones recomendadas para el diagnóstico del Síndrome Metabólico en niños (Marković-Jovanović y cols., 2015).

Otros métodos (Mataix-Verdú & López-Jurado, 2002)

Medida del agua corporal. Permite conocer la porción magra del cuerpo. Para medirla se asume que el agua es un porcentaje fijo de la masa libre de grasa (73,2%). Para su medición se utilizan isótopos de deuterio o tritio que se distribuyen homogéneamente por el compartimento acuoso.

Medida del potasio corporal. Representa la masa magra formada por células, excluyéndose el agua extracelular y los minerales óseos. Esta técnica asume que el potasio corporal se localiza principalmente a nivel intracelular. Se mide la radiación emitida por uno de los isótopos de potasio (^{40}K) que se encuentra de forma natural en el cuerpo humano representando un porcentaje fijo del potasio corporal total.

Resistencia y conductividad bioeléctrica. Este método se basa en que la fracción magra conduce mejor la electricidad que el compartimento graso. Por tanto se mide la resistencia que tiene el cuerpo al paso de una corriente eléctrica, dicha resistencia es inversamente proporcional a la masa magra.

Impedancia bioeléctrica. Se relaciona con la fracción acuosa del cuerpo y es un método de fácil aplicación, económico y que requiere poco tiempo, por lo que cada vez es más utilizado tanto en la nutrición clínica como en la investigación.

Densitometría. Tiene en cuenta que el organismo se compone de masa grasa y masa magra de densidades diferentes. La técnica consiste en pesar el cuerpo dentro y fuera el agua, midiendo el volumen corporal al sumergirlo en un volumen conocido de agua. Se puede conocer la densidad corporal total utilizando ecuaciones específicas.

1.2.2 Tablas y curvas de referencia

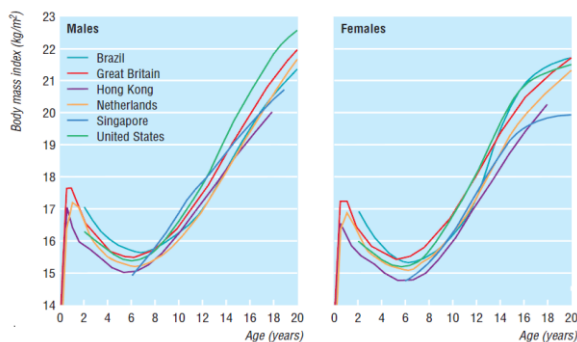
Para realizar el ajuste del valor obtenido de IMC de los escolares según su edad y género, éste debe compararse con las curvas o tablas de referencia de crecimiento infantil (patrones de crecimiento infantil). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que cada país cuente con patrones de crecimiento nacionales. Sin embargo, entre los países de América Latina solo Argentina cuenta con sus propias curvas de crecimiento (Sociedad Argentina de Pediatría, 2013), por lo que el resto de países latinoamericanos suelen utilizar los patrones de crecimiento infantil internacionales.

A lo largo de los años, diversos organismos han diseñado patrones de crecimiento internacionales con el propósito de facilitar la comparación

del estado nutricional antropométrico entre las poblaciones de distintos países. En el año 2000, el “*Center for Disease Control (CDC)*” en colaboración con el “*National Center for Health Statistics (NCHS)*” de Estados Unidos, crearon los patrones de crecimiento para individuos de 2 a 20 años, en función del género y la edad. Un inconveniente de estas tablas es que para su creación solamente tomaron de referencia el estado antropométrico de individuos estadounidenses, con lo que no es recomendable tomarlas de referencia en los países de América Latina debido a las diferencias en la composición corporal y en la talla de la población americana con respecto a la latinoamericana (Kuczmarski y cols., 2000).

Otro patrón de referencia muy utilizado es el creado por Tim J. Cole y cols., (dentro del Grupo de Trabajo Internacional sobre Obesidad), publicado a finales del año 2000. Para la creación de estas curvas, se tomaron muestras representativas de poblaciones de 6 países de distintas razas y etnias (Estados Unidos, Brasil, Reino Unido, Hong Kong, Singapur y Holanda). Combinando los valores obtenidos por medio fórmulas específicas, crearon las *curvas de referencia de IMC para individuos de entre 2 y 18 años* en función del género y edad, y con ello aportaron un punto de corte internacional para diagnosticar sobrepeso y obesidad ($IMC > 25$) (Figura 3) (T J-Cole y cols., 2000).

Figura 3 Curvas de crecimiento de Cole y cols. (2000)



Posteriormente, en el año 2006, la OMS publicó los resultados de su *Estudio de Referencia de Crecimiento Multicéntrico* con las curvas de referencia de IMC pero solo para niños <5 años. Dicho estudio se basó en una muestra representativa de niños de todos los entornos culturales (Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos) (WHO Multicentre Growth Reference Study Group., 2006). Finalmente en el año 2007, en vista de la necesidad de unas curvas de referencia para niños en edad escolar, la OMS reconstruyó las guías *OMS/NCHS* de 1983 para crear los *Datos de Referencia de crecimiento para niños y adolescentes de 5-19 años* (OMS, 2007). Tanto la publicación del 2006 como la del 2007 (OMS) contienen las curvas de crecimiento en percentiles (3, 10, 25, 50, 75, 85, 97) y en *puntajes Z* (-3,-2, -1, 0, +1, +2, +3) para diagnosticar algún tipo de malnutrición, ya sea por defecto o por exceso.

El **puntaje Z o Z-score** indicado por la OMS (OMS, 2007), expresa en cuantas desviaciones estándar se aleja un valor antropométrico individual de la media de la población, con lo que su mayor ventaja es que cada uno de estos puntajes permite la diferenciación de algún tipo de déficit o exceso nutricional específico de forma rápida y eficaz. El Z-score se clasifica en:

El **Z-score IMC/Edad**. Este puntaje ayuda a evaluar al grado de delgadez, sobrepeso, u obesidad mediante los siguientes puntos de corte: delgadez severa (-3), delgadez moderada (-2), sobrepeso (+1) y obesidad (+2, +3).



El **Z-score Talla/Edad** evalúa el grado de desnutrición crónica, clasificado en: desnutrición crónica severa (-3), desnutrición crónica

moderada (-2) y sobre crecimiento (+2, +3).

El **Z-score Peso/Edad** evalúa el grado de desnutrición global clasificándola en: desnutrición global severa (-3) y desnutrición global moderada (-2).

1.2.3 Estudios epidemiológicos en América Latina

En la actualidad, existen pocos datos de las prevalencias de malnutrición tanto por defecto como por exceso en escolares latinoamericanos, ya que estos países priorizan la recolección de datos antropométricos de los niños <5 años y de mujeres embarazadas, al estar reconocidas por la OMS como las etapas más críticas de la vida.

1.2.3.1 Malnutrición por defecto

Recientes investigaciones en América Latina han reportado prevalencias heterogéneas de malnutrición por defecto entre los países que integran la región. En **Chile**, debido al rápido desarrollo socioeconómico que ha experimentado el país en los últimos años, también ha habido una rápida evolución en el estado nutricional de su población. Se tiene constancia de que en el año 1960 había una prevalencia de desnutrición global en escolares (**Z-score Peso/Edad**) de 37% que disminuyó a un 2,9% en el año 2000. Actualmente, la prevalencia de desnutrición crónica (**Z-score Talla/Edad**) en escolares y adolescentes chilenos es de 3,1% a nivel nacional (5% en zonas rurales y 2,1% en zonas urbanas). Existe evidencia de que esta disminución se debió a que el gobierno chileno ha implementado diversos Programas de agua y saneamiento básico, planificación familiar, aumento del nivel de escolaridad de la población, reducción de los niveles de pobreza y aumento de la infraestructura

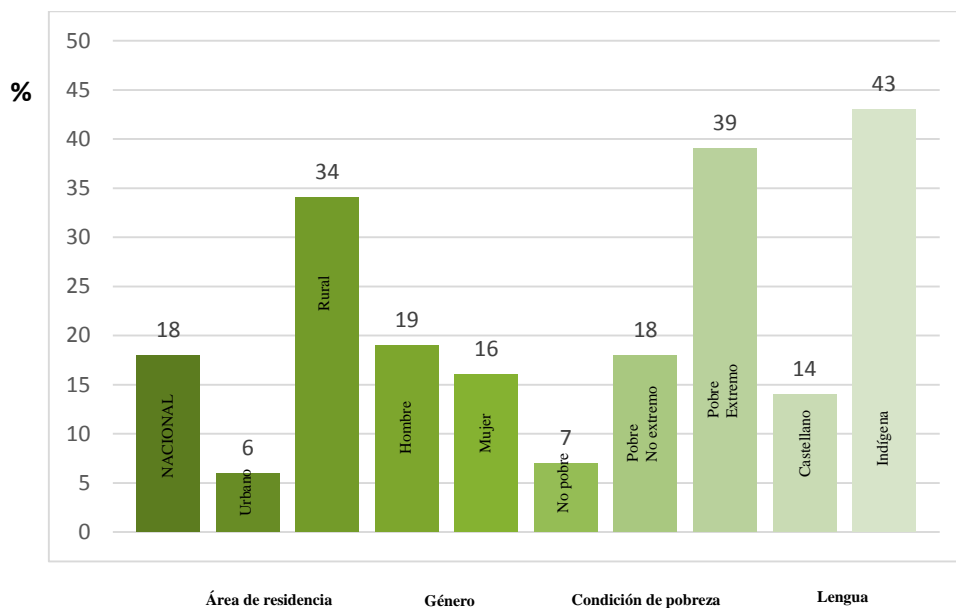
sanitaria básica (factores de riesgo de desnutrición) (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

En **Perú** no existen datos recientes de la prevalencia de desnutrición en escolares, sin embargo, en el año 2005 se realizó el Censo Nacional de Talla en los escolares (6-9 años) de Perú, el cual reportó una prevalencia de 21.9% de desnutrición crónica (Z-score Talla/Edad) a nivel nacional (Ministerio de Educación, 2005). Posteriormente en 2009, el Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú (INEI) realizó la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) para recoger información sobre el estado nutricional de los niños peruanos de 6 a 11 años (Figura 4). Los resultados de esta encuesta arrojaron que la prevalencia de desnutrición crónica (Z-score Talla/Edad) en las zonas rurales es 5 veces mayor (34%) que la de las zonas urbanas (6%); además, entre los escolares que no son pobres y los que padecen de pobreza extrema se observa una diferencia de 32 puntos porcentuales (7% y 39%, respectivamente); y según su lengua materna, los niños que hablan una lengua indígena presentan 29% más desnutrición crónica que los que hablan castellano (43% y 14%, respectivamente), evidenciando que en Perú el nivel socioeconómico tiene una gran influencia sobre el estado nutricional de su población escolar (ENAHO, 2009). En el año 2013, Pajuelo y cols., reportaron una prevalencia de desnutrición crónica (Z-score Talla/Edad) de 15.4% a nivel nacional para niños de 6-9 años.

A partir de este año, el INEI ha seguido realizado Encuestas Nacionales de Salud en Perú periódicamente, pero solo incluyendo a niños <5 años. Un estudio realizado en Perú, arrojó que a nivel global, el 12,5% de los niños peruanos <5 años presenta desnutrición crónica (Z-score Talla/Edad), el 3,8% desnutrición global (Z-score Peso/Edad) y el 1,5% desnutrición aguda (Z-score Peso/Talla) (INEI, 2014).

Figura 4 Desnutrición crónica en escolares peruanos según área de residencia, género, pobreza y lengua materna.

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares, Perú, 2009.



1.2.3.2 Malnutrición por exceso

Recientes investigaciones han reportado que la prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado de forma preocupante en los últimos años en América Latina, ya que alrededor del 50% de los habitantes de esta zona vive con sobrepeso, con un impacto aún mayor en las mujeres y en los niños (FAO & OPS, 2017). En escolares, se han llevado a cabo pocos estudios con muestras representativas nacionales sobre la prevalencia de exceso de peso de los países de América Latina. En el año 2013, Rivera y cols., realizaron una revisión sistemática para conocer el número de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad en América Latina, hallando que las prevalencias nacionales combinadas de sobrepeso y de obesidad oscilan entre 18,9% y 36,9% en niños en edad escolar (5-11 años) y entre 16,6% y 35,8% en adolescentes (12 -19 años). A partir de estos datos,

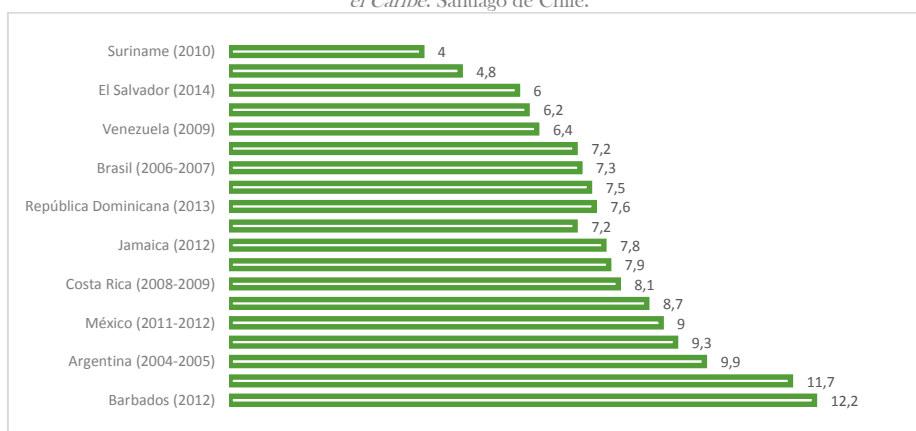
estimaron que de 22,2 a 25,9 millones de niños en edad escolar y entre 16,5 y 21,1 millones de adolescentes padecen de sobrepeso u obesidad en América Latina.

En **Brasil**, Pelegri y cols., reportaron en 2010 una prevalencia de sobrepeso y obesidad de 23,2% (15,4% y 7,8% respectivamente) en una muestra representativa nacional aleatorizada de niños de 7-9 años. En **Chile**, Atalah y cols. (2012), realizaron un estudio de la prevalencia a nivel nacional de sobrepeso y obesidad en adolescentes de 14-15 años en el año 2012, hallando un 31% (24,4% y 6,6%, respectivamente). También en el año 2010, el Instituto **Colombiano** de Bienestar Familiar publicó una prevalencia nacional de exceso de peso en niños de 5-9 años de 18,9% (13,7% sobrepeso y 5,2% obesidad) (ICBF, 2010). Posteriormente, en el año 2012 en **México**, Rivera-Donmarco y cols. (2012), hallaron una prevalencia de 36,9% (19,5% de sobrepeso y 17,4% de obesidad) en una muestra representativa a nivel nacional de niños de 5-11 años. En **Perú** ha habido un gran aumento de sobrepeso y obesidad en niños de 5-9 años entre 1992 y 2012 (de 9,3% al 29,4%) (<http://www.inei.gov.pe>). Además, los resultados de la última Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) revelan que el 35,5% de los peruanos mayores de 15 años padecen sobrepeso y el 18,3% obesidad, lo cual se traduce en un 53,8% de exceso de peso (INEI, 2016).

Datos recientes (2017) sobre prevalencias de sobrepeso y obesidad en niños de América Latina han sido publicados por FAO y OPS (Figura 5), sin embargo solo presentan datos de niños <5 años (FAO & OPS, 2017).

Figura 5. Prevalencia de sobrepeso en niños <5 años en países de América Latina

Adaptado de: FAO y OPS. 2017. *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile.

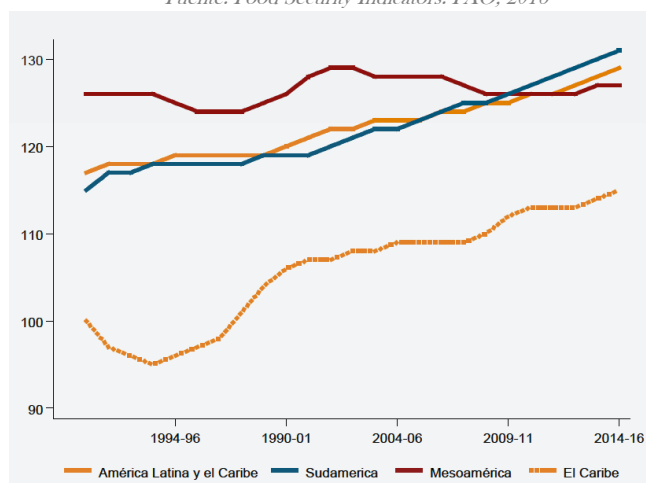


1.3 Consumo alimentario e ingesta de energía y nutrientes en población escolar

La alimentación de los escolares es el componente del estilo de vida con mayor influencia sobre su crecimiento y desarrollo físico e intelectual, ya que un aporte alimentario desequilibrado puede provocar malnutrición por defecto o por exceso (Consulta Mixta FAO/OMS, 2003). A lo largo de los años, muchos países de América Latina han experimentado un crecimiento sostenido en la disponibilidad de alimentos. De hecho, se ha visto que dicha disponibilidad supera en promedio los requerimientos alimentarios de sus poblaciones a nivel nacional, excepto en Haití. En la figura 6 se observa la suficiencia del suministro medio de energía alimentaria (%) en América Latina y el Caribe; donde dicho indicador se expresa como porcentaje de la disponibilidad calórica por persona, sobre los requerimientos de energía calórica promedio (los valores sobre 100 indican que la disponibilidad calórica supera los requerimientos energéticos).

Figura 6. Suficiencia del suministro medio de energía alimentaria (%) en América Latina y el Caribe 1990-2016.

Fuente: Food Security Indicators. FAO, 2016



A pesar de que la región de América Latina produce alimentos suficientes para cubrir las necesidades energéticas de su población, esto no ha asegurado acabar con la prevalencia de subalimentación en la región. Dicha prevalencia estima el porcentaje de personas que no alcanzan a cubrir los requerimientos energéticos mínimos diarios para llevar una vida saludable. Los insumos requeridos para llevar a cabo dicha estimación son: 1) el promedio de ingesta energética; 2) la dispersión de dicha ingesta y 3) el umbral de ingesta mínimo necesario para llevar una vida saludable. En la figura 8 se muestra la evolución de la prevalencia de subalimentación en la población total de cada uno de los países de América Latina, donde observamos una disminución en casi todos los países latinoamericanos, sin embargo existe una marcada heterogeneidad en la zona. Por un lado, Brasil, Cuba y Uruguay presentan una proporción de personas subalimentadas inferior al 2,5%; Argentina, Barbados, Chile, México y Trinidad y Tobago están bajo o igual al 5%; y los países con una tasa superior al 20% son Antigua y Barbuda, Bolivia y Granada; Haití es el país con mayor prevalencia (casi el 47%). Y por otro lado, en otros países la

subalimentación ha aumentado en el último periodo (Argentina, Ecuador, El Salvador, Granada, Venezuela y Perú) (FAO & OPS, 2017).

1.3.1 Métodos de valoración del consumo alimentario

Los métodos más utilizados internacionalmente para valorar la cantidad de alimentos e ingredientes consumidos por los individuos en estudios poblacionales son principalmente el recuerdo de 24 horas, el registro alimentario por estimación, y los cuestionarios de frecuencia de consumo alimentarios.

El **Recuerdo de 24 horas (R-24h)** es el método de evaluación del consumo alimentario más ampliamente utilizado en todo el mundo. Se trata de una entrevista abierta donde se pide al encuestado que recuerde todos los alimentos y bebidas ingeridas en las 24 horas anteriores, desde que se levanta hasta que se acuesta (retrospectivo y cuantitativo); utilizando como ayudas visuales libros de medidas caseras, modelos tridimensionales o fotografías de alimentos (Salvador y cols, 2015). En cuanto a la edad del encuestado, se recomienda que los niños menores de 12 años siempre acudan en compañía de la persona encargada de su alimentación. Este método requiere de profesionales capacitados, estandarizados y familiarizados con la recolección de datos sobre los hábitos alimentarios de las poblaciones (Beatony cols., 1979). Para compensar la variabilidad intra-individual, se recomienda aplicar más de un R24h (Nelson y cols., 1989). Sin embargo, en el caso de los estudios en poblaciones con dietas monótonas o con poca diversidad de alimentos, siempre y cuando se trate de una muestra grande, se podrá realizar solamente un R24h cuidando de representar todos los días de la semana (Gibson, 1990; Herrán y cols., 2015). A partir de esta justificación, se han llevado a cabo diversos estudios con un solo R24h que han realizado asociaciones del consumo

alimentario con otras variables. Por ejemplo, Tomlin y cols., 2013 hicieron asociaciones del consumo alimentario individual con el IMC de Cole en Canadá; en Brasil con variables sociodemográficas (DeAraújo y cols., 2018); en Estados Unidos con el exceso de peso (Z-score IMC/Edad de la OMS) (Juul y cols., 2018); en Argentina con la desnutrición crónica (Z-score Talla/Edad de la OMS) (Pasarín y cols., 2016); en España con el exceso de peso (Z-score IMC/Edad de la OMS) (Jardí y cols., 2018) y en Taiwán con actitudes de posibles trastornos alimenticios individuales (Chang y cols., 2011), entre otros.

Las ventajas del R24h son que tiene un costo medio-bajo y resulta rápido y simple, ya que se puede aplicar tanto a niños pequeños como a personas analfabetas, al no requerir saber leer. Una desventaja de este método es que, dependiendo de la población, la aplicación de más de un R24h representa un inconveniente debido a distintas limitaciones en el trabajo de campo.

El **registro alimentario por estimación** es un método cuantitativo en el que el individuo (previamente entrenado y asesorado por el nutricionista) registra la porción, preparación, ingredientes de todos los alimentos y bebidas que consume (Ortega y cols., 2015). Los datos obtenidos a partir de este registro son similares a los de los R24h y sus ventajas y desventajas son también similares a nivel de estudios poblacionales.

El **cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA)** es altamente utilizado en estudios epidemiológicos poblacionales con el objetivo de valorar el consumo habitual. Este cuestionario suele consistir en una lista de alimentos sobre los que se pregunta la frecuencia de consumo, y puede ser auto-respondido por el entrevistado o con ayuda de un entrevistador, cara a cara o por teléfono. Es recomendable utilizar un CFCA validado en la población de estudio (Pérez-Rodrigo y cols., 2015).

Sin embargo, ante la carencia de un CFCA validado en la población de referencia y/o la falta de medios para validarlo, algunos estudios utilizan un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario aplicando un pre-test para definir el instrumento de acuerdo a las características de la población de estudio, obteniendo resultados válidos (Atalah y cols., 1999)

Los CFCA pueden ser de tres tipos en función del consumo:

- **Cualitativo.** Solo se pregunta la frecuencia de alimentos sin hacer referencia a cantidades ni raciones. Pero a partir de a frecuencia se pueden calcular las raciones consumidas al día utilizando medidas de alimentos.
- **Semicuantitativo.** El cuestionario incluye la frecuencia y las porciones estándar o tamaños de porción de referencia para cada alimento. El calificativo *semi* se refiere a que no necesariamente precisan en detalle la cantidad total consumida, sino que más bien parten de una ración o porción de referencia, según el objetivo de consumo que se quiere medir.
- **Cuantitativo.** Se solicita al encuestado que estime él mismo el tamaño de las raciones de los alimentos utilizando técnicas indicadas por el especialista para precisar lo más posible las cantidades (medidas caseras o modelos alimentarios tridimensionales), con lo que este método es el más exacto, pero a la vez requiere de mucho más esfuerzo por parte del encuestado.

Las ventajas del CFCA son que son fáciles y rápidos de cumplimentar, no tiene un costo económico elevado y, debido a su estructuración, facilita la codificación posterior de los datos. Por otra parte, la información que recogen puede ser limitada debido a que el entrevistado solo responde por la frecuencia de consumo de los alimentos incluidos en la lista que aparece en la hoja. Al igual que con el R24h, se recomienda que los niños

menores de 12 años acudan siempre en compañía de sus madres o padres, ya que son los responsables de su alimentación (Ortega y cols., 2015).

Algunos autores sugieren aplicar el R24h a la vez que un CFCA para realizar estimaciones más precisas del consumo alimentario a nivel poblacional (Bingham y cols., 1994; Shim y cols., 2014).

1.3.2 Tablas de composición de alimentos. Ingesta de energía y nutrientes

Una vez que la información del consumo alimentario ha sido recolectada, debe ser codificada, introducida y analizada en bases de datos que incluyen tablas de composición de alimentos para obtener la ingesta diaria de energía y nutrientes (Arija y cols., 2015; Martínez-Victoria, 2015).

Las **tablas de composición de alimentos** son recopilaciones de información de los componentes nutricionales de los alimentos consumidos en un determinado ámbito geográfico. Existen dos métodos de elaboración de tablas de composición de alimentos (Greenfield & Southgate, 1992):

El *método **directo** o de análisis propio* consiste en el diseño de un plan de muestreo representativo de los alimentos consumidos en una zona geográfica con el posterior análisis de las muestras en el laboratorio. Su ventaja es que es método muy fiable, sin embargo su principal desventaja es el elevado costo económico que representa, con lo que no muchas poblaciones pueden permitirse tener sus tablas de composición propias. El *método **indirecto*** consiste en la recopilación de datos de composición de alimentos ya existentes que pueden provenir de publicaciones científicas, de empresas alimentarias, de laboratorios de control de

alimentos, etc. Su ventaja es que se trata de un método muy económico, pero su desventaja es muy importante, ya que este método genera unas tablas de composición de alimentos menos fiables. Este último método es la opción más recomendada, ya que se toman en cuenta los alimentos específicos de cada zona en particular (Ravasco y cols, 2010). Las más utilizadas internacionalmente son las del *Institute of Medicine* de Estado Unidos (Institute of Medicine, 2006). En América Latina, la mayoría de las tablas de composición de alimentos son de *recopilación (método indirecto)*, excepto las de Chile y Brasil.

1.3.3 Guías alimentarias

La FAO define las guías alimentarias de referencia como la expresión de los principios de educación nutricional en forma de alimentos, cuyo propósito es educar a la población y guiar las políticas nacionales de alimentación y nutrición (FAO, 2014). Estas guías traducen los objetivos nutricionales establecidos para una población en mensajes prácticos, tomando en consideración los factores sociales, económicos y culturales, así como el ambiente físico y biológico de la población a la que se dirigen. Son útiles para implementar las políticas alimentarias que promuevan una alimentación saludable: como mejorar la información en el etiquetado nutricional y la educación nutricional a través de medios masivos de comunicación; promover la reducción del consumo de sal, azúcar y grasas saturadas en los alimentos procesados; regular la masiva propaganda de alimentos superfluos, especialmente para los niños; propiciar espacios seguros para la práctica de actividad física y regular los alimentos que se ofrecen en las cafeterías de los colegios.

En América Latina, existen guías alimentarias en casi todos los países de este territorio, excepto en Ecuador y en Perú. Una de las más utilizadas en América Latina es la creada por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Dicha guía alimentaria es de las más completas que existen debido a que incluye una pirámide alimentaria a la vez que una tabla complementario donde se explica cuidadosamente los alimentos incluidos en cada uno de los grupos, su frecuencia recomendada, el peso de cada ración en crudo y en neto y los equivalentes de medidas caseras de cada uno de los alimentos. Además, incluye también recomendaciones de actividad física (60 minutos/día), promoción del equilibrio emocional para evitar el estrés que influye en la ingesta alimentaria así como la promoción de las comidas familiares, el consumo adecuado de agua (2,5 litros al día), consumo de aceite de oliva extra virgen crudo, consumo diario variado de cereales, 3 o más raciones de fruta variada al día, al menos 2 raciones de verduras y hortalizas al día y el consumo de carnes magras y pescado, así como también legumbres, frutos secos y semillas como alternativas proteicas de origen vegetal y de 2 a 4 raciones de lácteos al día de forma variada (Figura 7).

Debido a que estas recomendaciones fueron orientadas a toda la población, para los niños en edad escolar se suelen tomar los valores más bajos de las recomendaciones de frecuencia de alimentos y del peso de las raciones.

Figura 7. Pirámide de la alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), peso de las raciones por grupos de alimentos y medidas caseras. (SENC, 2015).



Pesos de raciones por grupos y medidas caseras

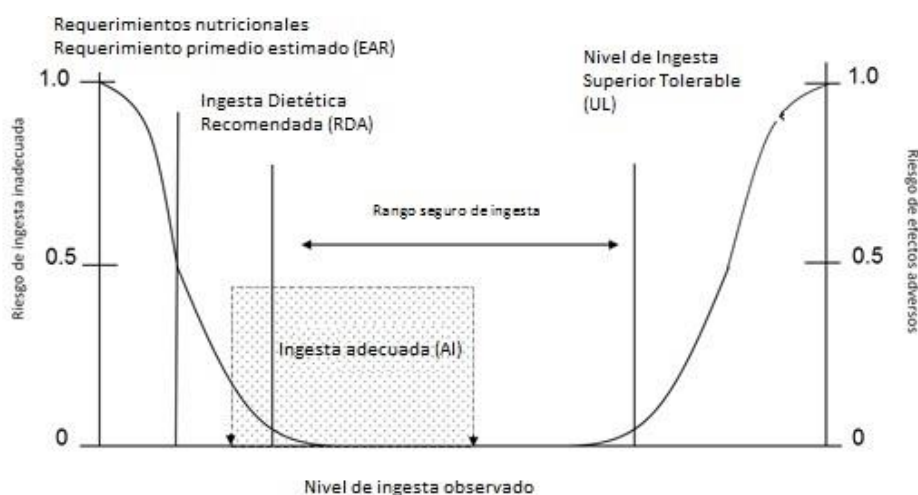
Grupos de alimentos	Frecuencia recomendada	Peso de ración (crudo y neto)	Medidas caseras
Pan*, cereales*, arroz, pasta y patatas	4-6 raciones al día ↑ formas integrales	60-80 g de pasta, arroz 40-60 g de pan 150-200 g de patatas	1 plato normal 3-4 rebanadas o un panecillo 1 patata grande o 2 pequeñas
Verduras y hortalizas	≥ 2 raciones al día	150-200 g	1 plato de ensalada variada 1 plato de verdura cocida 1 tomate grande, 2 zanahorias...
Frutas	≥ 3 raciones al día	120-200 g	1 pieza mediana, 1 taza de cerezas, fresas, 2 rodajas de melón...
Aceite de oliva	3-6 raciones al día	10 ml	1 cucharada sopera
Leche y derivados	2-4 raciones al día	200-250 ml de leche 200-250 g de yogur 40-60 g de queso curado 80-125 g de queso fresco	1 taza de leche 2 unidades de yogur 2-3 lonchas de queso 1 porción individual
Pescados	3-4 raciones a la semana	125-150 g	1 filete individual
Carnes magras, aves y huevos	3-4 raciones de cada a la semana. Alternar su consumo	100-125 g	1 filete pequeño, 1 cuarto de pollo o conejo, 1-2 huevos
Legumbres	2-4 raciones a la semana	60-80 g	1 plato normal individual
Frutos secos	3-7 raciones a la semana	20-30 g	1 puñado o ración individual
Embutidos y carnes grasas	Ocasional y moderado		
Dulces, snacks, refrescos	Ocasional y moderado		
Mantequilla, margarina y bollería	Ocasional y moderado		
Agua de bebida	4-8 raciones al día	200 ml aprox..	1 vaso o 1 botellín
Cerveza o vino/sidra	Consumo opcional y moderado en adultos	Vino: 100 ml Cerveza: 200 ml	1 vaso o 1 copa
Práctica de actividad física	Diario	> 30 minutos	

* Preferiblemente integrales.
 ≥ Igual o superior a

1.3.4 Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes

Existen diversas referencias internacionales sobre las **ingestas dietéticas de referencia (DRI)**, sin embargo las más utilizadas a nivel internacional son las publicadas por Instituto de Medicina de Estados Unidos, los cuales se centran en nutrientes específicos incluyendo rangos de seguridad para compensar la variabilidad intra-individual (Institute of Medicine, 2000). Las recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes diarias incluyen varios conceptos, de los cuales los dos más importantes son:

Figura 8. Ingestas Dietéticas de Referencia



Las ingestas dietéticas de referencia incluyen cuatro conceptos distintos: a) el promedio de las necesidades nutricionales del grupo poblacional, b) las recomendaciones nutricionales ubicadas a dos desviaciones estándar del promedio de las necesidades, excepto en las recomendaciones de energía, c) la ingesta de nutrientes aceptable cuando no hay datos suficientes para estimar las recomendaciones pero está disponible la información adecuada para hacer esta recomendación y d) los niveles superiores de ingesta tolerables, por encima de los cuales puede existir un riesgo para la salud.

Por sus siglas en inglés:

EAR: Estimated Average Requirement
RDA: Recommended Dietary Allowance
UL: Tolerable Upper Intake Level
AI: Acceptable Intake

-Ingesta Dietética Recomendada (RDA): se define como la media de ingesta de nutrientes diaria suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de casi todos (97-98%) los individuos sanos, en una etapa particular de la vida y según su de género. Se establecen mediante la evaluación del Requerimiento Medio Estimado con una dispersión estadística de ± 2 desviación estándar.

-Ingesta Adecuada (AI): Es la ingesta media diaria de nutrientes, basada en las aproximaciones determinadas observacional o experimentalmente, de un grupo (o grupos) de personas aparentemente sanas que se supone son adecuadas.

La adecuación nutricional es el grado de ajuste de la ingesta de una población a los valores de energía y nutrientes de referencia. Para conocer dicha adecuación, se realiza el cálculo de diferentes índices de calidad de la dieta (figura 8). Los más utilizados a nivel poblacional son:

El **porcentaje de adecuación** a las recomendaciones, que es una de las fórmulas de adecuación nutricional más utilizadas en estudios poblacionales ya que se obtiene a partir de una sencilla fórmula (Murphy, 2008):

$$\text{Porcentaje de adecuación} = (\text{Ingesta diaria media de un nutriente} / \text{DRI del nutriente}) * 100$$

La **Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII)**. Se calcula para conocer si la ingesta de un nutriente observada en un individuo es inferior a las necesidades del mismo. Es un método estadístico que combina la distribución de las ingestas y la curva de riesgo de la distribución de requerimientos. Este cálculo se realiza para cada individuo, realizando posteriormente la probabilidad promedio, que es la prevalencia del grupo de ingestas inadecuadas (Anderson y cols., 1982).

Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{D}{DS_D} = \frac{I_o - EAR}{V(V_{EAR} + V/n)}$$

El método *EAR cut point* (Beaton, 1994) calcula la proporción de un grupo con ingestas debajo del requisito de la mediana. Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$Z = (x - \mu)/SD$$

Es un método sencillo pero menos preciso que la PII para estudios epidemiológicos.

1.3.5 Estudios epidemiológicos en América Latina

A nivel América Latina se ha visto que los cereales son la principal fuente energética de la región, representando el 36% de la ingesta calórica total y, según zonas socioeconómicas, se observa que en las zonas en pobreza el consumo está caracterizado por cereales y tubérculos y bajo de carnes y pescados, debido a su elevado costo. Por otro lado, en las poblaciones con mayor desarrollo socioeconómico, el patrón alimentario reflejaría el proceso de transición nutricional por el que atraviesan, con un consumo alto de alimentos superfluos (ricos en grasas saturadas y azúcares) y un consumo muy bajo de frutas y verduras (FAO & OPS, 2017).

En cuanto a las características del consumo alimentario de la población en edad escolar de los países de América Latina, no existen muchos estudios en este rango de edad específico. Un estudio realizado en **Chile**, según el nivel socioeconómico de niños de 6-12 años encontró que los de un nivel socioeconómico bajo-muy bajo consumían mayor cantidad de cereales (95,2 g/día) y legumbres (157,7 g/día) y menor de verduras (201 g/día) y frutas (148 g/día) que los de un nivel socioeconómico medio-alto que

consumían 229,8 g/día de cereales, 93,3% de legumbres, 252,7 g/día de verduras y 216 g/día de frutas (Universidad de Chile, 2014).

Figura 9. Evolución de la subalimentación en los países de América Latina y el Caribe, 2004-2016 (FAO & OPS, 2017)

	Prevalencia (%)						Millones de personas					
	2004-06	2010-12	2012-14	2013-15	2014-16		2004-06	2010-12	2012-14	2013-15	2014-16	
Antigua y Barbuda	31,5	27,8	27,1	27,2	26,7	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Argentina	4,7	3,9	3,6	3,4	3,6	↑	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6	↑
Bahamas	10	11,9	10,7	10,3	10	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Barbados	5,9	4,9	4,6	4,5	4,4	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Belice	4,6	5,8	6,3	6,3	6,2	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Bolivia	30,3	24,6	21,9	20,8	20,2	↓	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	-
Brasil	4,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	N/A	8,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	N/A
Chile	4	4,1	3,8	3,8	3,7	↓	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	-
Colombia	9,7	10,9	8,8	7,7	7,1	↓	4,2	5	4,2	3,7	3,4	↓
Costa Rica	5,4	5,2	5,6	5,7	5,6	↓	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	-
Cuba	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	N/A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	N/A
Dominica	5,7	5,6	6,1	6	5,8	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
República Dominicana	24,4	14,6	13,6	13,7	13,5	↓	2,3	1,5	1,4	1,4	1,4	-
Ecuador	17	11,7	11,7	11,9	12,1	↑	2,3	1,8	1,8	1,9	1,9	-
El Salvador	10,7	12,9	12,4	12,1	12,3	↑	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	↑
Granada	27,8	25,5	25,3	25,4	25,5	↑	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Guatemala	16	15,6	16,4	16,2	15,6	↓	2,1	2,4	2,6	2,6	2,5	↓
Guyana	9,1	11	9,4	8,9	8,5	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Haití	57,1	49,6	49,4	48,2	46,8	↓	5,3	5	5,2	5,1	5	↓
Honduras	17,2	15,5	15,7	15,8	14,8	↓	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	↓
Jamaica	6,9	9	9,5	9,2	8,4	↓	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	↓
México	5,5	4,6	4,5	4,4	4,2	↓	6,1	5,5	5,5	5,5	5,4	↓
Nicaragua	24,4	20	17,9	17,1	17	↓	1,3	1,2	1,1	1	1	-
Panamá	23,1	11,9	9,9	9,5	9,3	↓	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	-
Paraguay	11,9	11,9	12,3	12,4	12	↓	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	-
Perú	19,6	10,1	8,3	7,6	7,9	↑	5,4	3	2,5	2,4	2,5	↑
República Dominicana	24,4	14,6	13,6	13,7	13,5	↓	2,3	1,5	1,4	1,4	1,4	-
Santa Lucía	14,2	17,2	17,2	17	17	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
San Vicente y las Granadinas	9,1	6,4	6	6	6	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Surinam	11,1	8,1	8,3	8,1	7,9	↓	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Trinidad y Tabago	11,8	8,6	6,5	5,8	4,8	↓	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N/A
Uruguay	4,3	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	N/A	0,1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	N/A
Venezuela	10,5	3,7	6,5	9,1	13	↑	2,8	1,1	2	2,8	4,1	↑

También en **Chile**, Atalah y cols., (1999) analizaron la frecuencia de consumo de alimentos, utilizando una encuesta de tendencia de consumo alimentario en niños de 6-12 años, hallando porcentajes muy bajos de niños que cumplieran con el consumo aconsejado de verduras (25,9%) y de frutas (17,9%), y por otro lado, un porcentaje alto de niños que consumían diariamente bebidas azucaradas (63,8%) y grasas visibles (71,2%). En el año 2004, Olivares y cols., encontraron que niños de 8 y 9 años de zonas urbanas chilenas consumían 308 g/día de lácteos, 220g/día de frutas y verduras y 331 g/día de alimentos superfluos (golosinas dulces

y saldas y bebidas azucaradas). En **Perú**, hallaron que más del 40% de niños de 6-10 años de una zona urbana en transición nutricional consumían 2 o más veces a la semana alimentos superfluos (específicamente galletas, zumos y bebidas azucaradas) (Aparco y cols., 2016).

En cuanto a la ingesta de energía y nutrientes, Berti y cols., (2014) realizaron una revisión sistemática de la adecuación de la ingesta de energía y nutrientes de las poblaciones **Andinas** (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) hallando una ingesta adecuada de vitamina B1, vitamina B3 y vitamina C, pero una ingesta inadecuada de hierro, zinc, vitamina A, vitamina B2, vitamina B12 y folatos. Además observaron que aunque hubo una ingesta inadecuada de energía, esto lo atribuyen a que en las encuestas los individuos tienden a infravalorar su consumo. En **México** compararon la ingesta energética de escolares (6-14 años) de una zona rural indígena (2043,2 kcal) con otra urbana (1938,1 kcal) sin hallar diferencias significativas (Benítez-Hernández y cols., 2014). En **Perú**, Masuet-Aumatell y cols., (2015) observaron una ingesta insuficiente de calcio, vitamina A, vitamina D, folatos, magnesio y hierro en niños y adolescentes de 5-16 años en una zona urbana.

En el caso de la ingesta nutricional de la población peruana, en el año 2006 se publicó un informe de la Encuesta Nacional de Consumo Familiar (ENCOFA) incluyendo población de todas las edades. En dicha encuesta se halló que el consumo de calcio de la población se encuentra por debajo de lo requerido, hallando un mayor consumo en la zona rural (22,4 mg/día) que en la urbana (21,07 mg/día). En el caso del hierro, hallaron que el 75% de la población consume 5,6 mg/día proveniente principalmente de los cereales y legumbres; también se analizó el zinc hallando una ingesta de 1,5 mg/día a nivel nacional. En el caso de las

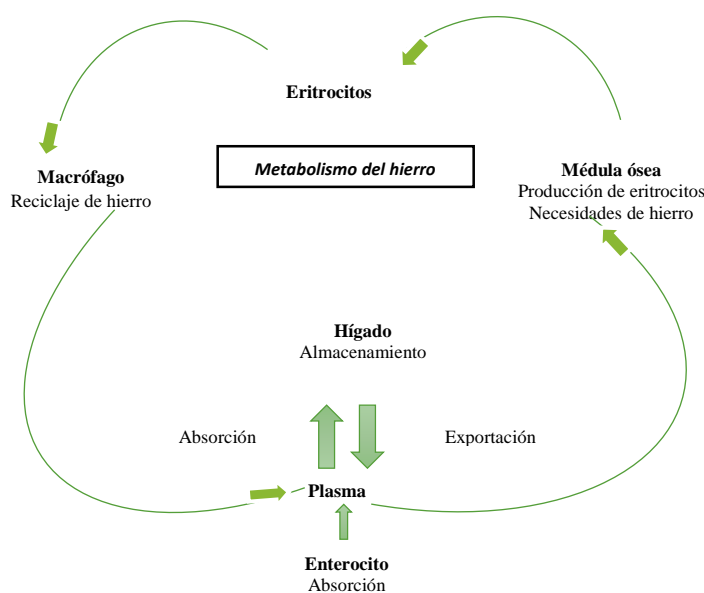
vitaminas del complejo B se halló una ingesta de 0,8 mg/día de riboflavina (Vitamina B2), 3,0 mg/día de niacina (Vitamina B3), 50 µg/día de folatos (Vitamina B9). De Vitamina C se halló una ingesta promedio de 18 mg/día y de Vitamina A una ingesta de 180 µg/día (Ministerio de Salud & Instituto Nacional de Salud, 2006).

1.4 Anemia en población escolar

La anemia representa un problema de salud pública a nivel mundial. Según la OMS, del total de niños de 5-14 años que viven en países en vías de desarrollo, el 48% padece anemia (Galicia y cols., 2016). Más del 80% de la anemia es causada por la falta de hierro, que a pesar de encontrarse en cantidades mínimas en el organismo, participa en diversos procesos biológicos indispensables para la vida, como el transporte de oxígeno a través de la hemoglobina, la fosforilación oxidativa, el metabolismo de los neurotransmisores y la síntesis de ADN y ARN (Hentze y cols., 2014).

Figura 10. Metabolismo del hierro

Adaptado de: Yun S, Vincelette N. Update on iron metabolism and molecular perspective of common genetic and acquired disorder, hemochromatosis. *Oncology Hematology* 2015; 95: 12-25.



En cuanto a su distribución en el organismo, aproximadamente el 70% del hierro corporal se encuentra formando parte de la hemoglobina, el 25% se almacena en forma de ferritina en el hígado, un 4% en los músculos en forma de mioglobina y menos del 1% está distribuido en diversos sistemas enzimáticos corporales. Mayormente, las necesidades diarias de hierro son aportadas por la reutilización de los glóbulos rojos y por el hierro ingerido que es aprovechado casi en su totalidad, perdiéndose una mínima parte en el intestino delgado y grueso por la micro descamación de las células intestinales y en las heces fecales, la orina y el sudor (Hentze y cols., 2014). Para la producción de hemoglobina, el cuerpo humano requiere entre 15-25 mg de hierro al día, del cual el 80% se usa para la eritropoyesis. El equilibrio homeostático del hierro depende de su absorción, almacenamiento y asimilación en los diferentes órganos del cuerpo (Yun & Vincelette, 2015).

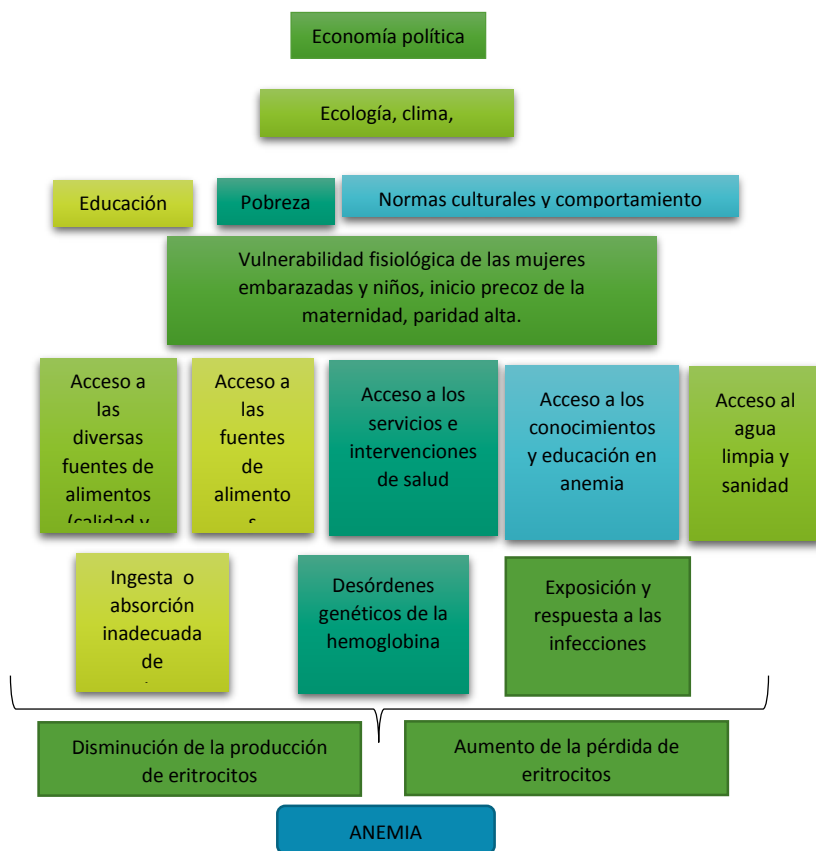
1.4.1 Factores de riesgo

Los determinantes de la prevalencia y la distribución de la anemia dentro de una población implican una compleja interacción de diversos factores metabólicos, políticos y sociales que pueden llevar a la disminución de la producción o al aumento de la pérdida de eritrocitos. A nivel de un país, la prevalencia nacional de anemia está inversamente correlacionada con su **desarrollo económico** ya que la anemia está socialmente influida por el nivel de educación, el nivel económico adquisitivo y la ocupación laboral de la población; con lo que vivir en alguna de las zonas en pobreza extrema de los países en vías de desarrollo de América Latina ya aumenta las probabilidades de padecer anemia. El riesgo de sufrir anemia incrementa durante los periodos de crecimiento, durante el embarazo, las

infecciones parasitarias y en las situaciones donde existe una pérdida masiva de sangre (Balarajan y cols., 2011).

Figura 11. Factores de riesgo de la anemia

Fuente: (Balarajan y cols. 2011)



El factor alimentario de riesgo más importante es llevar una alimentación deficitaria en hierro, además de los factores alimentarios que pueden promover o interferir en su absorción, alterando su biodisponibilidad (Collings y cols., 2013). Existen dos tipos de hierro: el hierro *hemo* se encuentra en los productos de origen animal absorbiéndose adecuadamente y por otro lado, el hierro *no hemo* o hierro inorgánico se encuentra tanto en alimentos de origen animal como vegetal (cereales,

verduras, legumbres y frutas). Solo se absorbe el 25% de la ingesta de hierro *hemo* y solo del 5-15% del hierro no *hemo* (Hooda y cols., 2014). Los factores que pueden alterar la **biodisponibilidad del hierro**, pueden funcionar como promotores o inhibidores de la biodisponibilidad del hierro no hemo. El factor **promotor** más importante es la **vitamina C** o ácido ascórbico, que reduce el hierro ingerido a una forma química más soluble, pudiendo potenciar su absorción de 2 hasta 6 veces más. Otro factor promotor es el conocido como “**factor carne**” que incluye tanto la carne como el pescado que puede llegar a aumentar en un 50-70% la absorción del hierro. Se ha visto que al ser consumidos, estos alimentos liberan péptidos durante la digestión que se combinan con el hierro formando complejos más solubles, protegiéndolo de otros factores inhibidores permitiendo su correcta absorción; aunque su capacidad estimulante también se ha relacionado con los fosfolípidos y los glucosaminoglucanos presentes en dichos alimentos de forma natural (Cook & Reddy, 2001; Bach-Kristensen y cols., 2005; Collings y cols., 2013).

Entre los factores **inhibidores** de la biodisponibilidad del hierro, el más importante es el **calcio**, el cual interacciona con el hierro en el tracto intestinal compitiendo por los transportadores de membrana de los enterocitos, modificando su estado de oxidación o interfiriendo en su metabolismo. En este caso, el calcio inhibe la absorción tanto del hierro hemo como del no hemo. Los **fitatos** que son componentes de los cereales; además, la **fibra** debido a su efecto de enlazar cationes y por tanto evitar la absorción de minerales cereales (Andrews y cols., 2014; Jaramillo y cols., 2015); los **polifenoles** contenidos en bebidas como el té negro, el café o el cacao (Abizari y cols., 2012).

En la tabla 3 se muestran los alimentos ricos en hierro hemo y no hemo.

<i>Tabla 3 Contenido de hierro de algunos alimentos</i>	
Hierro <i>hemo</i> (mg/100g)	Hierro <i>no-hemo</i> (mg/100g)
Hígado - 22	Lentejas - 8,2
Morcilla - 14	Garbanzos - 6,8
Almejas - 14	Espinacas- 3
Mejillones - 7,9	Pan - 2
Sepia - 3,4	Pasta - 1,8
Huevos - 1,9	Arroz - 1,7
Fuentes: -Álvarez-Hernández J, García-Manzanares Á, Vázquez de Agredos G. <i>Dieta controlada en hierro</i> . En: Salas-Salvadó J. <i>Nutrición y dietética clínica</i> . ELSEVIER-MASSON, 2014; - Moreiras O, Carbajal Á, Cabrera L. <i>Tabla de composición de alimentos</i> . Ed. Pirámide, 2009.	

1.4.2 Métodos de valoración

El diagnóstico hematológico de la anemia puede realizarse de forma rápida y eficaz a partir de una muestra de sangre del niño. La mayoría de los métodos de laboratorio para la medición de la hemoglobina proporcionan resultados válidos; a continuación se mencionan los más utilizados:

Método de cianuro de hemoglobina (HicN). Este método fue recomendado por el Comité Internacional de Estandarización de Hematología en 1967, con lo que es un método algo antiguo pero actualmente todavía utilizado ya que fue el método utilizado para realizar el patrón de referencia internacional de hemoglobina de la OMS. Consiste en convertir la hemoglobina en HicN para observar su absorbancia (Van Kampen, 1961).

Método de la Co-oximetría. Se basa en una técnica espectrofotométrica en la cual la hemoglobina es liberada del interior de los hematíes por agentes físicos o químicos integrados en el aparato. Se obtiene la

concentración de la absorbancia de la hemoglobina por medio de un software (Vanzetti y cols., 1966).

Método Coulter Electronic, conocido como COULTER® HmX *Hematology Analyzer* fue ampliamente aceptado por los laboratorios para el conteo celular, comprobando que aporta más información sobre medidas y talla celular que todos los métodos disponibles hasta el momento. Funciona como el método de HicN, aportando resultados muy similares, pero con la ventaja de que es automático y que no se ve afectado por la hemodilución (Blades y Flavell, 1963)

Un factor muy importante que se tiene que tomar en cuenta después de tener la medición de la hemoglobina individual y antes de realizar el diagnóstico de anemia es la *altura sobre el nivel del mar* de la población de estudio, ya que el organismo se adecúa a dicha altura aumentando los niveles de hemoglobina en sangre. Dicha adaptación se lleva a cabo por medio de distintos procesos: la hiperventilación, como respuesta a corto plazo, ayuda a disminuir el dióxido de carbono y al mismo tiempo a aumentar el oxígeno alveolar, aumentando a su vez el pH arterial. Como respuesta a largo plazo a la hipoxia crónica, tiene lugar el aumento gradual de la hemoglobina, pudiendo aumentar su concentración hasta en un 20% en una semana de exposición a la altura para aportar un contenido normal de oxígeno arterial casi normal (Frizzell & Helmkamp Jr, 2014). Debido a esto, la OMS ha validado una fórmula para adaptar las cifras medidas de hemoglobina para no diagnosticar anemia erróneamente (Organización Mundial de la Salud, 2011).

1.4.3 Valores de referencia

El rango normal de hemoglobina es la distribución de las concentraciones de hemoglobina que se encuentra en un grupo representativo de individuos sanos y en buen estado general. Por consiguiente, puede ser considerado a nivel mundial como un indicador estándar de buena salud, variando con la edad, el género, embarazo o metros sobre el nivel del mar de la población donde se habite. Se desarrolla tomando una muestra de los valores de hemoglobina de un grupo de individuos que son representativos de la población.

A continuación se muestran los rangos de hemoglobina para diagnosticar anemia y su gravedad en función de la edad y estado fisiológico propuesto por la OMS (2011):

Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar anemia al nivel del mar (g/l)[±]

Población	Sin anemia*	Anemia*		
		Leve ^a	Moderada	Grave
Niños de 6 a 59 meses de edad	110 o superior	100-109	70-99	menos de 70
Niños de 5 a 11 años de edad	115 o superior	110-114	80-109	menos de 80
Niños de 12 a 14 años de edad	120 o superior	110-119	80-109	menos de 80
Mujeres no embarazadas (15 años o mayores)	120 o superior	110-119	80-109	menos de 80
Mujeres embarazadas	110 o superior	100-109	70-99	menos de 70
Varones (15 años o mayores)	130 o superior	100-129	80-109	menos de 80

± Adaptado de las referencias bibliográficas 5 y 6.

* Hemoglobina en gramos por litro.

a «Leve» es inadecuado, pues la carencia de hierro ya está avanzada cuando se detecta la anemia. La ferropenia tiene consecuencias aun cuando no haya manifestaciones clínicas de anemia.

1.3.2 Estudios epidemiológicos en América Latina

Existen muy pocos estudios sobre la prevalencia de anemia en los escolares latinoamericanos. Según el nivel socioeconómico de las poblaciones estudiadas observamos distintas situaciones:

En zonas rurales en pobreza extrema de América Latina: Terán y cols., (2018), realizaron en **Bolivia** un estudio del el estado de salud de escolares

de 6-12 años de Taraco, una comunidad indígena a 4000 metros sobre el nivel del mar, hallando 74% de anemia, quizá relacionado con el 78% de *Hymenolepis nana* y 28% de *Entamoeba coli*, parásitos determinantes de las malas condiciones higiénicas en la heces de dichos niños. En **Venezuela**, Papale y cols., (2008) realizaron un estudio para determinar la prevalencia de anemia y del nivel y tipo de helmintiasis (parásitos) en las heces en niños de 1-14 años. La prevalencia de anemia fue de 59,6% y 42,1% de helmintiasis de tipo *áscaris lumbricoides*. Estas elevadas prevalencias quizá son tan elevadas debido a que, a pesar de su condición de pobreza extrema, dichas poblaciones viven en condiciones higiénicas muy bajas, con una alta prevalencia de infecciones parasitarias (factores de riesgo de anemia).

En zonas urbanas con desarrollo socioeconómico medio: Augusto y cols., realizaron en 2014 un estudio transversal sobre el estado nutricional de niños de 4-10 años de **Brasil** hallando solo un 6,3% de anemia. Otro estudio transversal más reciente realizado en **Argentina** por Lázaro y cols., en niños de 6-14 años halló un 4,4% de anemia (Lázaro et al., 2018). En estos casos, las bajas prevalencias probablemente se deban a que **Brasil** y **Argentina** son de las economías más desarrolladas de América Latina, donde han estado implementando intervenciones nutricionales durante muchos años, con lo que han logrado mejorar el estado nutricional de sus poblaciones.

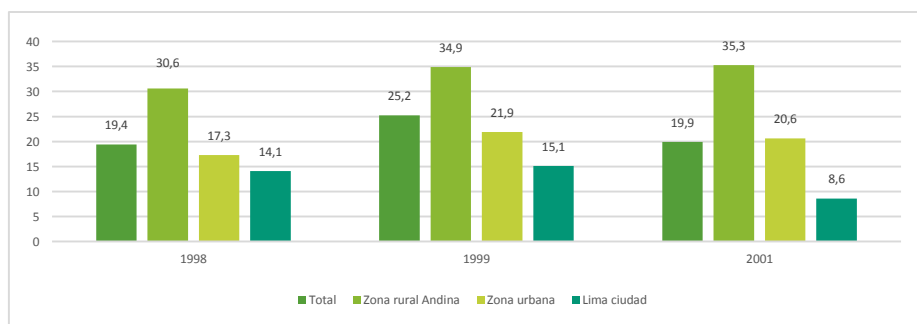
En **Perú**, el Monitoreo Nacional de Indicadores Nacionales (DEVAN - CENAN, 2006), publicó prevalencias de anemia de la población escolar hasta el año 2001; después de este año solo se han publicado prevalencias nacionales en niños <5 años (Figura 12).

En los años posteriores se han realizado pocos pero significativos estudios cuyos resultados, ya que sus resultados se relacionan con el nivel

socioeconómico de las poblaciones. En 2014 Anticona y San-Sebastián evaluaron el estado nutricional de niños peruanos de 0-17 años y encontrando que el 45,6% de los niños de 5-11 años padecen anemia (Anticona & San Sebastian, 2014).

Figura 12. Prevalencia de anemia en niños de 5-14 años en Perú de 1998-2001.

Fuente: Ministerio de Salud/Instituto Nacional de Salud de Perú. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Monitoreo Nacional de indicadores nutricionales Perú 1997-2001 (MONIN 2006). Lima, 2006.



En 2015, Rodríguez-Zuñiga y cols., realizaron un estudio transversal en niños y adolescentes de 1-15 años en una zona rural cercana a Lima, la capital del país, hallando una prevalencia de anemia de 37,10% en niños de 6-12 años; y en 2016 Aparco y cols., hallaron una prevalencia de anemia de 11,9% en niños de 6-9 años que estudiaban de 1º a 4º grado de primaria en la ciudad urbanizada de Lima (la más importante a nivel nacional, con desarrollo socioeconómico medio). En cuanto a los niños <5 años, según sus 25 distintas regiones, la Región de **Cusco** ocupa el número 5 en la prevalencia de anemia en niños <5 años, siendo de 46,2%, mientras que en el primer lugar (región de Puno) hay una prevalencia de 65,3% (MINSa, 2015)

1.4 Transición nutricional en América Latina

El proceso de transición nutricional se produce por el acelerado desarrollo socioeconómico de las poblaciones, lo cual conlleva un cambio drástico en los hábitos alimentarios de sus habitantes, definido por un

consumo excesivo de alimentos procesados (azúcares libres, grasas saturadas y sal) y muy bajo de frutas y verduras, además de un aumento del sedentarismo. (Rivera y cols., 2014)

Las poblaciones en transición nutricional presentan la llamada doble cara de la malnutrición que incluye la coexistencia de altas prevalencias de desnutrición con altas prevalencias de exceso de peso (Doak y cols., 2005).

En la actualidad existe evidencia de que gran parte de los países de América Latina están atravesando por este proceso. En **Colombia** Meisel y cols., realizaron en 2018 un modelo dinámico de simulación para estudiar los cambios en la tendencia del estado nutricional a nivel nacional medido con el Z-score IMC/Edad, hallando que la población de las zonas urbanas de Colombia estaban atravesando por el proceso de transición nutricional, ya que observaron que los que estaban en bajo y normopeso, al paso de los años, evolucionaban rápidamente hacia sobrepeso u obesidad.

En **Chile**, Atalan y cols. (2014) analizaron la posible existencia de la doble cara de la malnutrición a nivel nacional analizando las bases de datos nacionales disponibles (Z-score IMC/Edad). Hallaron que, debido a su rápido crecimiento socio-económico, Chile estaba atravesando por el proceso de transición nutricional y que los programas para la erradicación de la desnutrición deberían ahora dirigirse a prevenir también el sobrepeso y obesidad, ya la prevalencia de ambos alcanzan el 70% en la población adulta y el 25% de los escolares.

En **México** se han realizado estudios recientes en diversas zonas urbanas del país, hallando características del efecto del proceso de transición nutricional. Vásquez-Garibay y cols. (2018), realizaron en 2018 un estudio del estado nutricional de los escolares de una zona urbana en creciente

desarrollo socioeconómico, encontrando una alta prevalencia tanto de desnutrición crónica como de sobrepeso/obesidad. Salazar-Preciado y cols. (2017), también encontraron en 2017 resultados parecidos en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

En **Brasil**, Port-Lourenco y cols. (2008) y Welch y cols. (2009), realizaron estudios del estado nutricional de dos poblaciones amazónicas, observando que incluso las poblaciones más desfavorecidas económicamente están experimentando un proceso rápido de transición nutricional.

En **Perú**, Loret de Mola y cols. (2014), realizaron un análisis de la tendencia de las medidas antropométricas de los niños <5 años y las mujeres en edad fértil (15-49 años) utilizando las Encuestas Nacionales de Salud desde 1996 a 2011. Su estudio indicaba que Perú estaba atravesando por una transición nutricional, pero remarcaban que el estado nutricional de sus habitantes muestran diferentes patrones en las poblaciones rurales y urbanas. Esto diferencia enfatiza la necesidad de realizar estudios específicos de cada zona para conocer el estado nutricional de cada una de ellas.

2 Programas de Ayuda Estatal en América Latina

Desde el siglo pasado, se han creado en diversos países de América Latina una gran variedad de Programas diseñados para disminuir las prevalencias de malnutrición, ya sea por defecto o por exceso, en sus poblaciones. A continuación se describen aquellos cuya efectividad ha sido evaluada.

2.1 Programas para disminuir la malnutrición por defecto

Este tipo de Programas pueden ser de transferencia económica condicionada o de alimentación complementaria. A continuación se

describen los Programas que han existido o existen en AL y cuyo efecto ha sido evaluado.

- **Programas de Transferencia Económica Condicionada (PTEC)**

Consisten en la entrega de dinero en efectivo a las familias de zonas con nivel socioeconómico bajo o en pobreza extrema, con la condición de que cumplan diferentes acciones, como el envío regular de sus hijos a la escuela, asistir a los controles de salud y mejorar su alimentación (Villatoro, 2005).

México. Programa de Educación, Salud y Alimentación “*Progresá*” creado en 1997 y después renombrado como “*Oportunidades*” que continúa vigente al día de hoy. Dirigido a mujeres embarazadas, lactantes y niños menores de 5 años en zonas con desarrollo socioeconómico bajo. Fue evaluado en el año 2005, hallando una disminución de retardo en el crecimiento de 44% a 41% en los niños menores de 5 años (Behrman & Hoddinott, 2000).

Nicaragua. El *Programa Red de Protección Social (RPS)* fue creado en el año 2000 y aún sigue vigente. Está dirigido a niños menores de 5 años en zonas con desarrollo socioeconómico bajo. En el año 2004 fue evaluado hallando una disminución del retardo del crecimiento de 41,9% al 37,1% (Maluccio & Flores, 2004).

Colombia. El *Programa Familias en acción (FA)* creado en el año 2001 y aún vigente está dirigido a niños de 0 a 7 años en pobreza extrema. Fue evaluado en el año 2005, observando que después de un año los niños intervenidos presentaron -0.069 de probabilidad de desmedro y que la probabilidad de diarreas disminuyó (Atanasio y cols., 2005).

Honduras. El *Programa de Asignación Familiar II (PRAF II)* fue creado en el año 2000 y está aún vigente, dirigido a mujeres embarazadas y niños menores de 3 años. Fue evaluado en el año 2002 hallando una disminución del 55% al 51% en el retardo del crecimiento de los niños <3 años (IFPRI, 2000).

- **Programas de alimentación complementaria**

Panamá. El *Programa de alimentación complementaria (PAC-P)* fue creado en el año 1995 y está aún vigente, dirigido a niños menores de 5 años y mujeres lactando con bajo peso. Fue evaluado en el año 2004 hallando que su mayor logro fue evitar un aumento del daño nutricional en los niños intervenidos (Caballero y cols., 2004).

Chile. El *Programa de Alimentación Complementaria de Chile (PNAC)* fue creado en el año 1954 para combatir la desnutrición infantil y actualmente está dirigido a mujeres embarazadas y niños menores de 6 años. Fue evaluado en el año 1995 hallando un incremento superior al 2% de talla en niños de los quintiles de menores ingresos (Torche y cols., 1995).

Perú. El Gobierno Peruano ha desarrollado diversos Programas a través de los años, dirigidos a diferentes grupos de edad:

Uno de los más antiguos es el llamado "*El buen comienzo de la vida*" (Lechtig y cols., 2009) que fue implementado desde el año 1999 en 223 comunidades con desarrollo socioeconómico bajo, dirigido a niños menores de 3 años. Este programa incluía promoción de la lactancia materna, suplementación con hierro y vitamina A, monitoreo del crecimiento y desarrollo, estimulación psico-afectiva, ingesta de sal iodada y además promoción de la higiene personal y familiar. En 2000-2004 este programa fue evaluado, hallando una reducción en la prevalencia de

anemia de 76% al 52,3% (Lechtig y cols., 2009).

Posteriormente se implementó el Programa “*Juntos*”, dirigido a reducir la prevalencia de anemia y desnutrición en las familias peruanas por medio de transferencias monetarias de 30,5 dólares americanos (100 soles peruanos). Después de seis años desde su implementación se observó un descenso en la prevalencia de anemia en los niños menores de 6 años (Pérez-Lu y cols., 2017).

Más recientemente, en el año 2012 el gobierno peruano remodeló el *Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA)* para crear el *Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma* (www.qaliwarma.gob.pe), dirigido a cubrir el 60% de las necesidades energéticas diarias de los escolares, mediante el aporte de dos comidas (desayuno y almuerzo) en las escuelas de las comunidades con desarrollo socioeconómico bajo.

En el año 2017, nuestro grupo de investigación describió el posible efecto positivo del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma en los escolares de la zona de Ccorca, Perú (zona en pobreza extrema), observado en su desarrollo antropométrico, y en que su Probabilidad de Ingesta Inadecuada de hierro no fue tan alta como se esperaría en habitantes de una zona en pobreza extrema (64% de PII en los niños de 6-9 años y 87% en los niños de 10-12 años); aunque se observó también que continúan realizando un consumo bajo de frutas y verduras (Ballonga y cols., 2017).

2.2 Acciones para disminuir la malnutrición por exceso

En la última década, sobre todo a raíz del alarmante aumento de las prevalencias de sobrepeso y obesidad en AL, se han desarrollado intervenciones en educación nutricional en la edad infantil (etapa en que

se adquieren los hábitos alimentarios y de estilo de vida). Particularmente la OMS ha creado un documento de consenso llamado “Acabar con la obesidad infantil” como una base a nivel internacional para la creación de intervenciones, pero recalcando que ninguna intervención puede frenar por sí sola la epidemia de la obesidad, por lo que es de suma importancia analizar individualmente cada una de las regiones y crear intervenciones adecuadas a sus características específicas (Organización Mundial de la Salud, 2016).

Las recomendaciones de la OMS incluyen 6 puntos para asegurar que la aplicación de programas integrales (Figura 13):

1. Promover el consumo de alimentos sanos y reduzcan el de alimentos superfluos.
2. Promover la actividad física.
3. Orientar para la prevención de enfermedades no transmisibles.
4. Apoyar en el establecimiento de una dieta sana, con pautas de sueño y actividad física.
5. Promover entornos saludables, conocimientos básicos en materia de salud, nutrición y actividad física.
6. Ofrecer a los niños con obesidad servicios para el control de peso corporal que reúnan diversos componentes y se centren en la modificación del estilo de vida de toda la familia.



Figura 13.
Recomendaciones de la OMS para acabar con la obesidad infantil.

Programas para el manejo de la obesidad en AL

México. Los autores *Bacardí-Gascon y cols.* (2012) y *Rosado y cols.* (2008), realizaron intervenciones mixtas (de educación nutricional combinadas con actividad física) logrando resultados significativos en la disminución del IMC en niños en edad escolar, después de 24 y 12 semanas respectivamente; por otro lado, también con una intervención mixta, *Shamah-Levy y cols.* (Shamah Levy y cols., 2012) solo consiguieron reducir en un 1% la obesidad en su grupo de intervención y *Perichart y cols.* (Perichart-Perera y cols., 2008) lograron disminuir la presión sistólica y los niveles de triglicéridos en sangre de los escolares participantes, pero no observaron cambios significativos en el IMC ni en la circunferencia de cintura.

En intervenciones únicamente con actividad física, *Macías-Cervantes y cols.* (2009), lograron reducir los niveles de insulina en niños de 6-9 años después de 12 semanas de intervención; mientras que *Balas-Nakash y cols.* (2010) y *Elizondo-Montemayor y cols.* (2013), lograron una reducción significativa del IMC en los escolares, realizando rutinas de ejercicio físico durante 60 minutos al día.

Brasil. *Alves-Guilherme y cols.* (2008) y *Farias y cols.* (2009) realizaron intervenciones en actividad física durante 3 y 2 días a la semana, en niños de 5-10 años y de 10-15 años respectivamente, logrando los primeros una reducción del peso y los segundos la reducción del espesor del pliegue cutáneo tricipital. Por otro lado, los programas de educación nutricional de *Sichieri y cols.* (2009), *Pereira y cols.* (2006) y *García y cols.* (2008) en niños entre 6-12 años lograron mejorar las actitudes alimentarias y los conocimientos sobre alimentación y nutrición de los escolares intervenidos.

Chile. En el año 2015, *Bustos y cols.*, aplicaron el Programa *Bright Bodies* para el manejo de la obesidad, que incluía talleres nutricionales de modificación conductual (nutricionista y psicólogo) de 40 minutos, además de sesiones de actividad física de 50 minutos, dos veces por semana a niños con una media de edad de $9,2 \pm 3,0$ años, logrando una disminución del IMC (kg/m^2) del $24,7 \pm 2,6$ al $23,6 \pm 3,1$ ($p=0,003$), después de 8 meses de intervención. En cuanto a los programas de intervención educativa nutricional, *Fernández y cols.* (2013), *Vásquez y cols.* (2013), *Vío y cols.* (2011) y *Kain y cols.* (2009) lograron mejoras significativas en los hábitos alimentarios y prevalencia de sobrepeso y obesidad de niños de entre 5 y 13 años.

3 Relación del estado nutricional con el neurodesarrollo y las funciones neuropsicológicas

El neurodesarrollo se refiere a la maduración del sistema nervioso central, con el consiguiente desarrollo de las habilidades motoras, cognitivas y de la conducta en el ser humano. La neuropsicología, por otra parte, analiza las relaciones entre dicho desarrollo y el funcionamiento cerebral con el rendimiento en test psicológicos específicos de funciones cognitivas (Anderson y cols., 2001). El proceso de neurodesarrollo comienza desde el momento de la concepción, guiado por la información genética de cada individuo e influenciado por diversos factores ambientales tanto en la etapa prenatal como en la postnatal. Entre todos los factores ambientales que influyen en el neurodesarrollo, los factores nutricionales prenatales y postnatales como la lactancia materna (Jardí y cols., 2017; Mahurin-Smith, 2015; Mazariegos & Zea, 2015; Victora y cols., 2015), el estado nutricional global o el déficit de nutrientes específicos y otros factores psicosociales (el nivel de educación familiar, la estimulación del desarrollo o el nivel socioeconómico), son los que mayor influencia ejercerán en el óptimo nivel de aprendizaje y el adecuado rendimiento académico (UNESCO, 2015).

La etapa prenatal es un periodo de alta vulnerabilidad en el neurodesarrollo. El elevado requerimiento nutricional en la formación del sistema nervioso central del feto es uno de los factores modificables más importantes. Los hijos de madres desnutridas en comparación con los de madres con un adecuado estado nutricional suelen nacer con bajo peso, menor circunferencia cefálica y menor peso cerebral; y también se ha asociado la presencia de trastornos cognitivos posteriores en el niño (Bryan y cols., 2004; Escribano y cols., 2016; Gutierrez y cols., 2013).

Aunque todos los nutrientes son necesarios en esta etapa, el déficit en la ingesta de ciertos nutrientes ha presentado mayor relación que otros. Por ejemplo, con respecto al **hierro**, nuestro grupo de investigación ha publicado recientemente una revisión sistemática (Iglesias y cols., 2017) que concluye que el déficit de hierro durante el embarazo daña el desarrollo mental y psicomotor del niño. Por otra parte, existe una amplia evidencia de que la deficiencia de **folatos o ácido fólico** en la gestante ocasiona defectos del tubo neural (Simpson y cols., 2010; Van-Gool y cols., 2018) y puede ocasionar problemas de aprendizaje y desarrollo cognitivo (Ramírez & Zuloaga, 2010). La ingesta inadecuada de vitamina **B12** también se ha relacionado sobre todo con defectos del tubo neural (Molloy, 2018). Por otro lado, la suplementación con **ácidos grasos poliinsaturados** a la madre tiene un efecto positivo en el desarrollo mental y motor del neonato (Bakker y cols., 2009; Helland y cols., 2003). *Steenweg-de Graaff y cols.*, (2016) estudiaron específicamente la ingesta de AGPI omega 3 y omega 6 en el embarazo y hallaron que la mayor ingesta de omega 6 se relaciona con el riesgo de padecer trastornos del espectro autista en la infancia, concluyendo que las recomendaciones de AGPI durante el embarazo no solo se deberían orientar a aumentar el consumo de omega3, sino también a disminuir el omega 6.

3.1 Estado nutricional global y neurodesarrollo

Diversos estudios indican que existe una asociación entre la presencia de **desnutrición crónica** (medida con el Z-score Talla/Edad de la OMS) con el déficit del desarrollo cerebral, del coeficiente intelectual y del rendimiento escolar con mayor déficit de atención y mayor frecuencia de trastornos de ansiedad (Cordero y cols., 1993; Garófalo y cols., 2009; Georgieff, 2007; O'Donnell & Grippo, 2004). Utilizando también el Z-score Talla/Edad como indicador de desnutrición crónica, Georgiadis y

cols., (2016) hallaron que el mejor estado nutricional en niños de 1-8 años en 4 países en vías de desarrollo (Etiopía, India, Perú y Vietnam), se asocia de forma positiva y significativa con el rendimiento cognitivo medido mediante el test de vocabulario de Peabody y con una prueba de rendimiento en matemáticas. En el año 2013 Adair y cols., analizaron el crecimiento de niños de 0-8 años incluidos en estudios prospectivos de cohorte, también de países en vías de desarrollo (Brasil, Guatemala, India, Filipinas y Sudáfrica), hallando que un crecimiento lineal adecuado (medido con el Z-score Talla/Edad) en las edades tempranas reduce el riesgo de no acabar la escuela secundaria. Y en 2015 Sudfeld y cols., realizaron un meta-análisis en este tópico, hallando una asociación lineal del crecimiento (medido con el Z-score Talla/Edad) durante los primeros dos años de vida con el desarrollo cognitivo y motor, observando a la vez el efecto beneficioso de las intervenciones que favorecen un adecuado crecimiento sobre un desarrollo adecuado.

Por otra parte, en los últimos años también se ha visto una relación de la malnutrición por exceso con el neurodesarrollo. Por ejemplo, Martin y cols. (2016), analizaron el estado ponderal (medido con el IMC/Edad de la OMS) de 12,349 niños a los 3 años y su rendimiento cognitivo a los 5 años (habilidades visoespaciales, del lenguaje expresivo y de razonamiento), hallando que la presencia de **obesidad** se asocia con menores puntuaciones en la prueba de habilidades visoespaciales.

En cuanto a la influencia de la calidad global del **consumo alimentario** en el neurodesarrollo, un estudio realizado en Chile en 2016 con estudiantes de 16 años halló que llevar una dieta no saludable (rica en alimentos con elevado valor energético, baja en fibra y alta en grasas saturadas) se asocia con un bajo desempeño académico (Correa-Burrows y cols., 2016).

En referencia a la calidad de la ingesta nutricional, existe extensa bibliografía que asocia la ingesta de determinados nutrientes de forma individual o interactiva, con el desarrollo de ciertas funciones neuropsicológicas y la conducta.

3.2 Déficit de nutrientes específicos y neurodesarrollo

A pesar de que la etapa más crítica del neurodesarrollo en el periodo postnatal dura hasta los primeros 2 años de vida, existen procesos del neurodesarrollo como la mielinización de los lóbulos frontales, que comienzan a los 6 meses y continúa durante la infancia, la adolescencia y la adultez. La maduración de la corteza prefrontal se relaciona con el desarrollo de las funciones ejecutivas. Estas funciones implican el desarrollo de una serie de capacidades cognitivas que han de permitir al niño mantener información, manipularla y actuar en función de ésta; autorregular su conducta, logrando actuar de forma reflexiva y no impulsiva; y adaptar su comportamiento a los cambios que pueden producirse en el entorno. Alteraciones tempranas en el desarrollo ejecutivo limitan de forma dramática la capacidad del niño para hacer frente a situaciones novedosas, así como para adaptarse a los cambios de manera flexible (García-Molina y cols., 2009). Las funciones ejecutivas incluyen la capacidad para establecer metas, el desarrollo de planes de acción, la flexibilidad de pensamiento, el razonamiento, la inhibición de respuestas automáticas, la autorregulación del comportamiento, la capacidad de atención y la fluidez verbal (Rosselli y cols., 2008; Flores & Ostrosky, 2008).

Un estado de desnutrición en las primeras etapas de la vida postnatal puede tener efectos negativos sobre las funciones ejecutivas a largo plazo (Anderson y cols., 1998). La mayoría de los nutrientes específicos guardan

relación con el neurodesarrollo, sin embargo, los que han mostrado tener mayor relación son los ácidos grasos poliinsaturados, el hierro, el zinc, las vitaminas A y D y las vitaminas del complejo B.

3.2.1 El efecto de los Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)

El cerebro está formado en aproximadamente el 60% por lípidos, con lo cual su deficiencia puede ocasionar severos retrasos en el desarrollo cognitivo (Bourre, 2005). Existen diversos estudios que relacionan una ingesta deficiente de AGPI con diversas alteraciones neuropsicológicas. En este caso, los AGPI Omega 3 de cadena larga son particularmente importantes para la señalización celular, afectando las funciones de los neurotransmisores (Uauy y cols., 2001). Los estudios que analizan la relación entre la ingesta de AGPI han mostrado que la deficiencia de AGPI omega 3 en niños prematuros afecta la agudeza visual, el reconocimiento visual y la memoria (Kretchmer y cols., 1996). Gispert-Llaurado y cols. (2016) hallaron una relación entre el consumo de pescado 2 o más veces por semana (*trigo en AGPI*) con menores probabilidades de mostrar problemas emocionales y problemas de conducta en niños europeos de 7 y 8 años.

Debido a la gran importancia de los AGPI, se han realizado diversos estudios de suplementación que han demostrado efectos potenciadores del desarrollo cognitivo tanto en niños como en adultos. Se ha visto que el uso de fórmulas suplementadas con AA-plus-DHA tiene efectos beneficiosos sobre la agudeza visual y la capacidad de resolución de problemas (Birch y cols., 2010; Uauy y cols., 2001; Willatts y cols., 1998). También se han visto efectos positivos de la suplementación con AGPI a los 18 meses en el desarrollo cognitivo a los 6 años. (Colombo y cols., 2013; Jensen y cols., 2010). McNamara y cols. (2010) hallaron un mejor

rendimiento en atención sostenida en niños sanos después de suplementación con DHA.

3.2.2 El efecto de los minerales

Hierro

El déficit en la ingesta de hierro y la presencia de anemia se ha relacionado con diversos tipos de alteraciones del neurodesarrollo en el niño. (Grantham-McGregor & Ani, 2001; Lozoff y cols, 1991).

Palti y cols., (1985), hallaron que los niños que padecían anemia por deficiencia de hierro en la infancia obtenían calificaciones más bajas en la capacidad de aprendizaje, de autocontrol y de atención a los 7 años, en relación con los niños con buen estado de hierro. En otro estudio, Lozoff y cols., (2000) observaron que los niños con deficiencia crónica grave de hierro al nacer, a los 5 años obtuvieron menor puntaje en los componentes del test de Woodcock-Johnson (pruebas de habilidad cognitiva y de aprovechamiento) y en las pruebas de integración visual-motora. A los 11-14 años, estos mismos niños obtuvieron puntajes más bajos en las pruebas de aritmética, expresión escrita y memoria en relación con sus compañeros con buen estado de hierro; y también tenían más probabilidades de haber repetido un grado en la escuela o de haber utilizado servicios educativos especiales. Específicamente en escolares (6-12 años) se ha visto que padecer anemia por deficiencia de hierro se relaciona con un menor rendimiento escolar (Grantham-McGregor & Ani, 2001; Pollit, 1997). También se ha relacionado un adecuado estado de hierro en los niños con un mayor coeficiente intelectual (Pollit y cols., 1989) y un mejor desempeño en la prueba de memoria de trabajo de Sternberg (Pollit, 1997b).

Debido a las elevadas prevalencias de anemia por deficiencia de hierro, sobre todo en los países en vías de desarrollo, en la actualidad se realizan un gran número de intervenciones de suplementación con este mineral a nivel nacional, estatal y comunitario tanto en embarazadas, como en los primeros años de vida del niño, logrando buenos resultados. Angulo-Barroso y cols. (2016), hallaron mejorías en las funciones motoras en bebés después de suplementación con hierro durante 9 meses. Por otro lado, Parsons y cols. (2008), no hallaron ningún efecto de la suplementación con hierro sobre el comportamiento del niño al inicio de la edad escolar. En escolares se ha visto que la suplementación con hierro beneficia el aumento de los puntajes de las pruebas de rendimiento escolar (Soemantri y cols. 1985), también en puntajes más altos en la escala de Bayley (desarrollo motor) (Jahari y cols., 2000) y mejora la atención selectiva (Metallinos-Katsaras., 2004); en niños que viven en zonas rurales mejora tanto el desarrollo motor como el lenguaje (Stoltzfus y cols., 2001).

Zinc

La deficiencia de zinc puede provocar alteraciones en diversas funciones neuropsicológicas y en la conducta. Los mecanismos exactos no están claros, pero parece que el zinc es esencial para la neurogénesis, la migración neuronal y la sinaptogénesis, con lo que su deficiencia podría interferir con la neurotransmisión (Krebs y cols., 2012). La investigación en animales mostró que una deficiencia de zinc grave, particularmente durante períodos de rápido el crecimiento, como la gestación o la adolescencia, se asocia con alteraciones en el desarrollo cerebral, una mayor respuesta emocional al estrés, una menor actividad motora y un rendimiento menos preciso en las medidas de atención y la memoria a corto plazo (Golu y cols., 2000). Más recientemente, en investigaciones en

humanos, Yasuda y cols., (2013) hallaron que la deficiencia de zinc puede inducir alteraciones en el neurodesarrollo de los niños autistas; y en 2018 Banupriya y cols., hallaron que la suplementación con zinc a corto plazo reduce la mortalidad en los recién nacidos con sepsis y mejora el coeficiente de desarrollo cognitivo a los 12 meses de edad.

3.2.3 El efecto de las vitaminas

Vitaminas del complejo B

Las vitaminas B son necesarias para el funcionamiento adecuado del ciclo de metilación, la producción de monoaminoxidasa, la síntesis de ADN y la reparación y mantenimiento de los fosfolípidos. En particular, existen estudios que asocian la ingesta de vitaminas B1, B3, B6, B9 y B12 con el desarrollo cognitivo (Gutierrez y cols., 2013), la aparición de encefalopatías, de demencia (Gibson y cols., 2016) y de depresión (Mikkelsen y cols., 2016). Vinodkumar y cols., (2009) hallaron una mejora en las pruebas de memoria y atención niños en 5-18 años después de 9 meses de suplementarlos con una sal enriquecida con vitaminas B1, B2, B3, B6, B9, y B12. Meng-Meng y cols. (2014) realizaron una revisión sistemática y meta-análisis sobre la eficacia de la suplementación con todas las vitaminas del complejo B sobre el deterioro cognitivo leve y el Alzheimer. Se observaron efectos beneficiosos moderados en la memoria, pero remarcando que cada una de las vitaminas por separado no son capaces de estabilizar o ralentizar el deterioro cognitivo. Sin embargo, también existen estudios en niños que no han hallado ninguna relación entre la ingesta de las vitaminas del complejo B y los problemas psicológicos, por lo que se remarca la falta de estudios longitudinales que confirmen esta relación (Canals y cols, 2005). La **tiamina (vitamina B1)** participa en la conducción nerviosa y la neurogénesis cerebral (Razafsky y

cols., 2016). Rommer y cols. (2016) realizaron un estudio de suplementación con vitamina **B1** durante tres meses con pacientes con deterioro cognitivo logrando mejoras, sin embargo remarcan la idea de que la ingesta de la mezcla de las vitaminas **B** actúa menor que la **B1** por sí sola. Los **folatos (vitamina B9)** son necesarios en procesos vitales como la proliferación celular, reacciones de metilación y el mantenimiento de los niveles de homocisteína a niveles no tóxicos. Los requerimientos de folatos se incrementan durante el embarazo para el desarrollo del tejido del embrión y de la madre (Obeid & Herrmann, 2005), por lo que la ingesta inadecuada de este nutriente es un conocido factor de riesgo para la aparición de los defectos del tubo neural, defectos en el desarrollo del cerebro del feto (Ferguson y cols., 2005), el aumento del estrés oxidativo (Koh y cols., 2002), la memoria (Zeisel, 2004), la demencia y el deterioro cognitivo generalizado (McCaddon, 2006). La **cobalamina (vitamina B12)** es una vitamina esencial que interviene en diversos mecanismos vitales como la síntesis de ADN y de metionina para llevar a cabo reacciones de metilación que servirán para la síntesis de neurotransmisores en el cerebro (Sudha y cols., 2016). Diversos autores han descrito la relación del déficit de cobalamina con alteraciones neurológicas y del estado cognitivo como Alzheimer (Hollenbeck, 2012), epilepsia (Di Rosay cols., 2013), demencia y deterioro cognitivo generalizado (McCaddon, 2006); y también alteraciones psicológicas como autismo (Al-Farsi y cols., 2013), depresión (Hintikka y cols., 2003; Tiemeier y cols., 2002) y esquizofrenia (Ssonko y cols., 2014). En 2010 Eilander y cols., hallaron que a mejor estado de vitamina **B12** en niños de 6-10 años, mejores puntuaciones en razonamiento fluido, memoria a corto y largo plazo y velocidad de procesamiento. En niños de 5-12 años de Colombia, Duong y cols. (2015) encontraron una asociación entre el déficit de vitamina **B12** y el riesgo de

repetición de grado escolar y el ausentismo escolar, independientemente de los biomarcadores del estado de folato, hierro, zinc o vitamina A. En 2016, Venkatramanan y cols., realizaron una revisión sistemática de los estudios que analizan la relación de la vitamina **B12** con los dominios cognitivos de los niños en edad escolar (desarrollo mental y psicomotor, inteligencia verbal y no verbal, razonamiento, resolución de problemas, aprendizaje, pensamiento abstracto, memoria corto y largo plazo) no hallando resultados generales concluyentes, y haciendo hincapié en la necesidad de realizar más estudios al respecto. En 2017 Kvestad y cols., vieron que realizar una ingesta adecuada de vitamina **B12** en la infancia se asocia con el buen desempeño de tareas de percepción social y habilidades visoespaciales a los 5 años de edad, por lo que en la actualidad la necesidad de suplementar con cobalamina durante la etapa infantil está bien justificada.

Vitamina C (Ácido ascórbico)

El ácido ascórbico es un notable antioxidante que es capaz de donar electrones para neutralizar una amplia variedad de radicales libres, apoyando la regeneración de otros antioxidantes en los tejidos biológicos. Se encuentra formando el cerebro y, debido a que el ser humano no es capaz de producirlo, depende totalmente de su ingesta.

Goodwin y cols., hallaron que las personas con mayor concentración plasmática de ácido ascórbico puntuaban mejor en la prueba de memoria verbal y de cálculo. En un estudio transversal separado y Gale y cols., hallaron los mismos resultados, añadiendo que una ingesta menor de 28 g/día de vitamina C es un factor de riesgo para el deterioro cognitivo. Sin embargo, en el año 2012, Bowman concluyó en su revisión sistemática que los efectos de la ingesta de vitamina C en el

neurodesarrollo siguen siendo controvertidos, con lo que remarca que aún hacen falta estudios que confirmen la relación entre ambos así como los procesos involucrados.

Vitaminas liposolubles (A, D y E)

Recientemente se está investigando sobre el papel que juegan estas vitaminas durante el proceso de neurodesarrollo, ya que, al ser vitaminas liposolubles, intervienen en el proceso de crecimiento y desarrollo cerebral, al estar este mayormente formado por lípidos.

La **vitamina A** participa en la transcripción génica y proteica, incluyendo algunos genes que controlan la diferenciación neuronal, con lo que juega un papel importante en la neuromodulación (Sánchez-Hernández y cols., 2016). Se ha sugerido que esta vitamina podría jugar un papel importante en la memoria, la depresión, la enfermedad de Parkinson y el Alzheimer (Benton, 2010); sin embargo hacen falta estudios que confirmen dicha relación y analicen los mecanismos involucrados. Recientemente *Guo y cols.* (2018) hallaron que la deficiencia de vitamina A exacerba los síntomas de niños con trastornos del espectro autista; y *Zhang y cols.* (2017) hallaron que la deficiencia de vitamina A prenatal se asocia a problemas de aprendizaje y memoria en ratas adultas, causando también déficit de aprendizaje y de memoria. *Liu y cols.* (2017), encontraron que la vitamina A juega un papel, aunque aún no se sabe exactamente cual, en los biomarcadores del autismo.

El papel de la **vitamina D** en el proceso de neurodesarrollo se está estudiando cada vez más. *Gould y cols.* (2017), hallaron una relación entre los niveles adecuados de vitamina D y el desarrollo del lenguaje; pero por otro lado, *Chowdhury y cols.* (2017) no hallaron ninguna relación entre niveles adecuados de vitamina D y el desarrollo cognitivo. En el caso de

la suplementación con dicha vitamina, su papel positivo se ha visto en un ensayo clínico realizado por Sikoglu y cols. (2015) con sujetos que padecían trastornos del espectro bipolar, después de 8 semanas de suplementación con vitamina **D** observaron una mejoría en sus síntomas, en su estado de ánimo y en su neuroquímica cerebral. En el 2016 Saad y cols., hallaron que la suplementación con vitamina **D** en niños con Trastorno por déficit de atención en hiperactividad (TDAH) puede ser eficaz, barata y segura; sin embargo sus mecanismos no estaban muy claros. Y en 2018, Saedisomeolia y cols., describieron todo el mecanismo de acción de la vitamina **D** el TDAH, remarcando que la suplementación con esta vitamina puede ser efectiva en los niños con este trastorno al facilitar la función dopaminérgica y serotoninérgica y al disminuir la inflamación y el estrés oxidativo.

El papel de la vitamina **E** en el neurodesarrollo aún no está claro. En el año 2016 Kuchan y cols., hallaron que el esteroide del α -tocoferol es el más predominante en el cerebro infantil, y así justificaron la implicación de la vitamina **E** en el neurodesarrollo infantil. En cuanto a su suplementación, Smesny y cols. (2015) hallaron que la suplementación conjunta de **AGPI** y vitamina **E** en pacientes con enfermedad psicótica puede ser beneficiosa; sin embargo, también concluyen que hacen falta más estudios al respecto para aclarar qué tipo de combinación y en qué dosis sería más efectiva. Recientemente, Hambly y cols. (2017) hallaron una mejora la conducta violenta y agresiva de niños de 4-14 años que fueron suplementados con una combinación de vitamina **E**, vitamina **C**, vitamina **B5**, vitamina **B6**, **selenio** y **zinc**. En el caso del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Trastorno del Espectro Autista, Bala y cols. (2016), destacan la importancia de la suplementación con vitaminas **B12** y **D**.

A pesar de que existe una gran evidencia de la relación entre la nutrición y el desarrollo cognitivo, también existen estudios que no han hallado los mismos resultados. Ells y cols., (2008) realizaron una revisión sistemática de la evidencia de ensayos controlados sobre el efecto de la nutrición (realizar o no el desayuno, consumo de pescado y suplementación con vitaminas y minerales) sobre el aprendizaje, la educación y el rendimiento escolar en niños y adolescentes (4-18 años) del Reino Unido y otros países desarrollados, concluyendo que no hay pruebas suficientes para identificar ningún efecto relacionado.

II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis

Hace algunos años, la condición de malnutrición que prevalecía en los países en vías de desarrollo como los pertenecientes a la región de América Latina era la **desnutrición**, debido principalmente al bajo nivel socioeconómico y la situación de pobreza de sus poblaciones. Por ello, los gobiernos locales de estos países, alentados y asesorados por organizaciones internacionales como la FAO y la OMS, crearon Programas de ayuda alimentaria para paliar dichas carencias y así mejorar el estado nutricional de los habitantes de sus zonas en pobreza extrema.

Sin embargo, en los últimos años este panorama nutricional ha cambiado drásticamente, al emerger otra cara de la malnutrición que solía ser más común en los países desarrollados: el **exceso de peso**. Se ha visto que las zonas urbanas de los países de América Latina han sufrido en un corto periodo de tiempo un rápido desarrollo socioeconómico lo cual, si bien ha mejorado las condiciones económicas de sus habitantes, también ha provocado cambios en su estilo de vida, promoviendo el sedentarismo y un consumo alimentario poco saludable (alto en grasas saturadas y azúcares libres y bajo en frutas y verduras). En este sentido, las zonas urbanas de América Latina presentarían en la actualidad el escenario característico del proceso de transición nutricional, coexistiendo altas prevalencias tanto de desnutrición como de exceso de peso, con el consecuente desarrollo de enfermedades crónicas.

Ante este nuevo panorama nutricional, hacen falta más estudios que analicen ambas caras: por una parte el efecto de los Programas de ayuda alimentarios en las zonas rurales en pobreza extrema y por otra el efecto

de la transición nutricional existente en las zonas urbanas sobre el estado nutricional de sus habitantes.

En este sentido, nos planteamos la **hipótesis** de que en Perú, por un lado el Programa Nacional de Alimentación Estatal instituido en la zona en pobreza extrema tendrá un efecto beneficioso sobre el estado nutricional de los escolares; y por otro lado, el proceso de transición nutricional se verá reflejado en las altas tasas tanto de desnutrición como de exceso de peso, así como en un consumo alimentario poco saludable en los escolares de la zona urbana. Además, en el caso del funcionamiento neuropsicológico y la conducta, creemos que las mejores condiciones ambientales en la zona en transición nutricional influirán positivamente sobre los escolares urbanos.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el estado nutricional, el funcionamiento neuropsicológico y la conducta de escolares peruanos de dos situaciones socioeconómicamente distintas: una zona rural en pobreza extrema con Programa nacional de alimentación y otra zona urbana en transición nutricional sin programa.

Objetivos específicos

1. Determinar las características antropométricas, la prevalencia de desnutrición crónica y de exceso de peso.
2. Determinar el consumo alimentario, la ingesta de energía y nutrientes y su adecuación.
3. Analizar la relación del índice ponderal con el consumo alimentario, la ingesta nutricional y la actividad física.
4. Describir la prevalencia de anemia y su relación con el consumo alimentario e ingesta nutricional.
5. Describir el funcionamiento neuropsicológico y los problemas psicológicos de los escolares.
6. Analizar la relación del funcionamiento neuropsicológico y la conducta con la ingesta nutricional, el estado ponderal y la anemia.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio

Estudio descriptivo transversal en escolares de dos zonas socioeconómicamente distintas en la provincia de Cusco, Perú, comparando dos distritos: Ccorca (zona en pobreza extrema) y Cusco (zona en transición nutricional). Se ha llevado a cabo de Junio 2013 a Septiembre 2015.

1.1 Características del área geográfica

Perú es un país latinoamericano que ha experimentado un rápido crecimiento socioeconómico en las últimas dos décadas. De acuerdo con el Banco Mundial, el producto interno bruto de este país aumentó de 55,9 billones de dólares a 192,2 billones de dólares de 1996 al 2016. Además, el índice de recuento de pobreza (proporción de personas pobres) a nivel nacional ha disminuido del 58,7% al 20,7% del 2004 a 2016 (INEI, 2016). En cuanto a sus servicios básicos, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú, el 93,8% de las viviendas cuentan con energía eléctrica (el 98% en zonas urbanas y el 80,1% en zonas rurales) y el 78,7% posee agua potable pública (el 82,4% en zonas urbanas y el 68,2% en zonas rurales) (INEI, 2016). Sin embargo, no existe una homogeneidad socioeconómica ya que existen zonas con desarrollo socioeconómico muy bajo y zonas con desarrollo socioeconómico medio-alto. Un claro ejemplo son las dos zonas involucradas en nuestro estudio:

Ccorca es una zona rural con muy bajo desarrollo socioeconómico (**zona en pobreza extrema**), con un área geográfica total de 188.56 km² y una

altitud de 3625 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación geográfica de Ccorca y Cusco, Perú.

Adaptado de: Google Maps.

Su ubicación geográfica es 13°35'03" latitud sur y 72°03'34" longitud oeste

(INEI, 2015). Tiene una población estimada de 2400 habitantes, cuya principal actividad económica es la agricultura, sobre todo la siembra de tubérculos. Tiene un Índice de Desarrollo Humano de 0,48, ocupando el número 1267 del ranking de 1834 a nivel nacional. Ccorca (en adelante zona en pobreza extrema) ha sido beneficiada por el estado peruano con el Programa Nacional de Alimentación Escolar “Qali Warma” desde el año 2012 que distribuye alimentos a los alumnos de las escuelas primarias de lunes a viernes en desayuno y comida.

Cusco (capital de la provincia del mismo nombre) es una zona con desarrollo socioeconómico medio, con un área geográfica total de 116.22 km² y una altitud de 3399 metros sobre el nivel del mar. Su ubicación geográfica es 13°30'55" latitud sur y 71°58'48" longitud oeste con una población estimada de 109000 habitantes, cuya principal actividad económica es el turismo (INEI, 2015). En los últimos años su desarrollo socioeconómico ha aumentado considerablemente, ocasionando una serie de cambios relacionados con el llamado proceso de **transición nutricional**. Cusco (en adelante zona en transición nutricional) tiene un

Índice de Desarrollo Humano de 0,5989 considerado *alto*, ocupando el lugar 44 de 1834 a nivel nacional. Desde Cusco hasta Ccorca hay solamente 23 km pero se tardan en recorrer aproximadamente 2 horas, debido a la mala infraestructura de los caminos que los comunican. En la siguiente tabla se observan las características socioeconómicas de ambas zonas.

Características socioeconómicas de las zonas

	Pobreza extrema	Transición nutricional
Analfabetismo [†] (%)	53,5	5
Ingreso familiar per cápita [†] (euros/mes)	45,6	86,0
Población sin electricidad en casa [†] (%)	84,7	4,3
Población sin agua potable en casa [†] (%)	60,5	6,1
Índice de desarrollo humano [‡] (puntaje 0-1)	0,48	0,63

[†] Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú (<http://www.inci.gob.pe>); [‡] Human development report by country and department (<http://www.pe.undp.org/>).

1.2 Declaración ética

Todo el estudio se realizó de acuerdo a los lineamientos de la Declaración de Helsinki (“World medical association declaration of Helsinki,” 1974) y a las *Directrices sobre la práctica de los Comités de Ética implicados en la investigación médica que involucra humanos* (Royal College of Physicians, 2007). Ambos protocolos de investigación y todos los procedimientos que forman parte de ellos fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación Clínica del Hospital Universitario Sant Joan de Reus, España (Referencias: Ccorca 13-10-31/10aclaraproj1 y

Cusco 14-04-24/4proj1).

Una hoja informativa sobre ambos proyectos fue entregada a los padres/madres/tutores en la primera reunión. Además, como requisito indispensable se obtuvo el consentimiento informado escrito de participación, firmado o con huella digital de los padres/tutores de cada uno de los niños participantes. En cumplimiento con la Ley Orgánica de la función estadística pública del Boletín oficial del gobierno de España (*BOE 112 15/5/1989*) la información recogida fue analizada anónimamente.

2. Población

El equipo investigador se reunió con la ONG Amantaní (www.amantaní.org.pe), el gobierno local y las instituciones de salud, quienes informaron de las características de las escuelas de ambas zonas, para seleccionar las que las representaran socioeconómica y culturalmente, en ausencia de un censo escolar.

Así, en la zona en pobreza extrema se seleccionaron las escuelas públicas de Ccorca pueblo, Totora y Cusibamba, del total de 8 comunidades, ya que son las que tienen el mayor número de estudiantes; y del resto de las 5 comunidades más pequeñas se seleccionó al azar Rumaray.

De la zona en transición nutricional se seleccionaron las dos principales escuelas públicas con el mayor número de escolares, una exclusivamente de niños y otra de niñas.

Los criterios de **inclusión** fueron estar escolarizado en una de las escuelas seleccionadas de Ccorca o Cusco y que el padre/madre/tutor firmara o pusiera su huella digital, en el caso de los analfabetos, en el consentimiento informado de participación; y los criterios de **exclusión** fueron: padecer alguna enfermedad nutricional o cognitiva grave, estar bajo terapia

nutricional, vivir en algún albergue de la ONG Amantaní en la zona en pobreza extrema o tener más de 12 años.

Para el estudio del estado nutricional antropométrico, se calculó el tamaño de la muestra en 271 individuos, tomando en cuenta una prevalencia de exceso de peso de 24,4% en Perú (Minsa - Devan, 2015) y en 222 individuos tomando en cuenta una desviación estándar de 380 unidades para la ingesta de energía, considerando en ambos casos un 95% de confianza y una precisión de +/- 5 unidades (Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques, 2018).

Además, para la prevalencia de anemia se calcularon dos muestras a posteriori, una para cada zona: para la zona en pobreza extrema el cálculo fue de 144 escolares y para la zona en transición nutricional de 288. Ambas fueron calculadas tomando en cuenta una prevalencia de anemia en este estudio de 17,6% en la zona en pobreza extrema y de 31,7% en la zona en transición nutricional y de acuerdo a los siguientes parámetros: un riesgo alfa de 0,05; un riesgo beta menor de 0,1 y contraste bilateral (Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques, 2018).

Procedimiento

Fase previa (2012)

El equipo investigador desarrolló el protocolo de investigación del Proyecto INCOS (Intervención Comunitaria de Salud) para aplicar en la zona en pobreza extrema de Ccorca y posteriormente se obtuvo la aprobación del Comité de Ética de Hospital Universitario Sant Joan de Reus (*Ref. CEIC 13-10-31/10aclaraproj1*). Durante esta fase se realizó el contacto con la asociación sin ánimo de lucro *Recolectores de sueños de España*, quien facilitó el contacto internacional con la ONG *Amantaní* de Cusco, Perú, que fue finalmente la que proporcionó una carta de

aceptación del proyecto.

Fase inicial (2013)

Una vez en Perú, el equipo investigador atravesó un periodo de aclimatación al territorio previo a las evaluaciones. Las investigadoras presentaron el proyecto ante el gobierno local, los representantes sanitarios y los directivos y profesores de las escuelas seleccionadas.

Posteriormente, se citó a los padres/madres o tutores y a los testigos de los alumnos incluidos en el estudio para la entrega de la hoja de información y firma del consentimiento informado legal de participación del padre/madre/tutor y de un testigo.

Fase de evaluación (2013)

Una vez recogidos todos los consentimientos informados se procedió a la determinación y evaluación del estado nutricional y del funcionamiento neuropsicológico y conductual de los escolares de la zona en pobreza extrema (Ccorca).

Fase de tratamiento de datos (2014)

Durante esta fase, en España el equipo investigador (URV) realizó el análisis de los datos recolectados, hallando resultados inesperados para una zona en pobreza extrema, con lo cual se propuso el nuevo objetivo de llevar a cabo el estudio en una zona en transición nutricional de Perú (Cusco).

Se elaboró otro protocolo de investigación con la misma metodología, pero enfocado a una zona en transición nutricional (Proyecto PESA-T) y se sometió al Comité de Ética de Hospital Universitario Sant Joan de Reus, obteniendo su aprobación (*Ref. CEIC 14-04-24/4proj1*). Con la asesoría de la ONG Amantaní se seleccionaron dos colegios de la ciudad de Cusco, Perú, para la aplicación de la segunda parte del proyecto.

Fase de segunda evaluación (2015)

Durante la segunda estancia en Perú, se realizó la entrega de resultados previos a los padres/madres/tutores de los escolares participantes en la zona en pobreza extrema (Proyecto INCOS).

Posteriormente se realizaron las reuniones con los líderes del gobierno locales y sanitarios de Cusco; así como las reuniones con los padres/madres o tutores y testigos de los escolares participantes para la entrega y recolección del consentimiento informado legal de participación (Proyecto PESA-T).

Durante esta misma estancia se realizaron todas las evaluaciones, tanto del estado nutricional como de las funciones neuropsicológicas y conductuales.

Fase de tratamiento de datos (2015)

En esta fase, en España (URV) se realizó el análisis de los datos recolectados en la segunda estancia en Perú (PESA-T).

Fase de entrega de resultados Proyecto PESA-T (2016)

Las co-directoras del proyecto viajaron a Cusco para realizar personalmente la entrega de los resultados a través de informes individuales a los padres/madres/tutores de los escolares participantes.

Tratamiento de datos (2017-2018)

Durante este periodo se realizó la fusión de las bases de datos de ambas zonas estudiadas y se han estado realizando los diferentes análisis comparativos.

Variables del estudio

4.1 Estado de higiene

El estado de higiene se evaluó mediante un cuestionario creado por el grupo investigador y fue administrado a los líderes sociales, políticos, sanitarios y religiosos, a los trabajadores locales de cada una de las zonas,

eligiéndolos al azar previamente a todas las evaluaciones. Respondiendo en total 33 personas de la zona en pobreza extrema y 35 de la zona en transición nutricional.

4.2 Estado ponderal

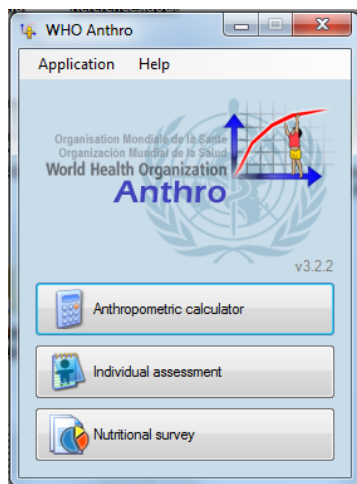
Las mediciones de **peso** y **talla** se realizaron dentro de las escuelas utilizando una báscula *Titec*® (con una capacidad de 200kg) con estadiómetro integrado (170 cm), siempre en la primera hora de clase (actividad física) con los niños usando ropa ligera. Los **pliegues cutáneos** (bicipital, tricípital, subescapular y supraíliaco) se midieron con un plicómetro *HOLTAIN*® (Rango 0-48mm y una precisión 0,2mm) y las **circunferencias** (brazo, cintura y cadera) con una cinta métrica flexible con una precisión 0,1mm. Cada una de estas mediciones fue registrada al momento de la toma en una ficha elaborada por el grupo investigador.

Todas las mediciones fueron realizadas por dos dietistas-nutricionistas entrenadas y estandarizadas en el método validado por la Sociedad Internacional de Cineantropometría (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2001).

A partir de las mediciones realizadas se calcularon las siguientes variables del estado ponderal:

Índice de Masa Corporal (IMC) de Cole (Cole, 2007). Se calculó a partir

de la fórmula: $\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}^2}$



-Puntuaciones Z. Se calculó el Z-score IMC/Edad y Talla/Edad con el programa informático *WHO AnthroPlus*, que utiliza los puntos de corte de los estándares internacionales de crecimiento de la OMS para niños de 5-19 años:

Z-score IMC/Edad (Índice ponderal): delgadez severa (<-3 DE), delgadez moderada (<-2 DE), sobrepeso (>+1 DE) y

obesidad (> +2 DE). Además, para el análisis del consumo alimentario e ingesta nutricional según índice ponderal, fue clasificado en bajo peso [delgadez severa y moderada], normopeso and exceso de peso [sobrepeso y obesidad].

Z-score Talla/Edad (Desnutrición crónica): desnutrición crónica severa (<-3 DE), desnutrición crónica moderada (<-2 DE), sobre crecimiento (>+1 DE).

Índice cintura-cadera. Calculado a partir de la fórmula:

$$\frac{\text{circunferencia de cintura (cm)}}{\text{circunferencia de cadera (cm)}}$$

Masa grasa corporal total. Utilizando las ecuaciones de Slaughter. Se expresa en porcentaje (Slaughter y cols., 1998).

Masa libre de grasa. Calculado a partir de la fórmula:

$$\text{peso corporal total} - \text{masa grasa.}$$

Perímetro muscular del brazo. A partir de la fórmula:

$$\text{perímetro del brazo} - \text{pliegue tricéptico}$$

4.3 Consumo alimentario e ingesta nutricional

Para estimar el consumo alimentario del día anterior se aplicó un Recuerdo de 24 horas (R24h) que valora la ingesta actual (Frank y cols.,

1977). Además, se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) para estimar el consumo habitual y complementar la información recogida por el R24h. Ambos cuestionarios fueron aplicados por dos dietistas-nutricionistas durante la misma entrevista. Las dietistas entrenadas y estandarizadas observaron el consumo alimentario de los niños en las escuelas y entrevistaron a la madre y al niño en su casa. En la zona en pobreza extrema esta entrevista se realizó siempre en presencia de un traductor quechua-castellano ya que ninguna madre hablaba castellano, mientras que en la zona en transición nutricional todas eran castellano-parlantes.

R24h. Con el R24h se recogió en detalle el tipo y cantidad de alimentos e ingredientes consumidos por el niño el día anterior, utilizando como apoyo un libro de imágenes de alimentos peruanos con sus medidas y su peso en gramos (PRISMA, 1996). Al momento de la recolección de los datos, las investigadoras cuidaron de que los datos recolectados reflejaran la adecuada representación del consumo alimentario de todos los días de la semana.

Las mismas investigadoras que aplicaron el R24h realizaron la codificación de cada alimento e ingrediente en gramos/día utilizando las *hojas de registro dietético y codificación*. Dicha información fue ingresada posteriormente en un programa informático introduciendo los siguientes datos:

ID del participante - fecha - tiempo de comida - código de alimento - gramos consumidos - nombre del alimento.

Así, el consumo alimentario fue clasificado en: carne, pescado, huevos, productos lácteos, grasas visibles (aceites, margarinas y mantequilla), cereales (pan, pasta, arroz, cereales inflados, galletas, pasteles), tubérculos, legumbres, verduras, frutas, y alimentos superfluos (azúcar, miel,

chocolate, zumos y bebidas azucaradas) La media de consumo (g/día) valorado a partir del R24h de cada grupo de alimentos fue comparada con el consumo aconsejado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2007). Dado que el consumo aconsejado por esta asociación está dado en raciones/semana o raciones/día, se realizó la conversión de raciones a gramos. Para dicho cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

*(Veces/semana * g/día) / 7 días/semana*, donde se tomó la cantidad más baja aconsejada por la SENC debido a que nuestro grupo de estudio son niños en edad escolar, y estas recomendaciones son para población adulta. De esta manera, el consumo aconsejado para cada grupo de alimentos quedó de la siguiente manera: *carne* (6 veces/semana; 100 g/día), *huevos* (3 veces/semana; 50 g/día), *pescado* (3 veces/semana; 55 g/día), *productos lácteos* (14 veces/semana; 320 g/día), *legumbres* (2 veces/semana; 60 g/día). En el caso de los grupos de alimentos cuya recomendación es al día, no fue necesario dividir entre 7, quedando: verduras (2 veces/día; 150 g/día), frutas (3 veces/día; 120 g/día), grasas visibles (3 veces/día; 10 g/día), alimentos superfluos (no se recomienda su consumo). Posteriormente se calculó el porcentaje de adecuación del consumo realizado al consumo aconsejado, donde un porcentaje >70% fue considerado adecuado (NAS, 1986).

CFCA. Previamente al estudio, en España, las investigadoras contactaron con los integrantes de la ONG Amantaní de Cusco, Perú para recolectar información sobre los alimentos más consumidos en la región y así diseñar un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Dicho cuestionario incluyó una lista con los principales alimentos consumidos de cada grupo: carnes, pescado, huevos, lácteos, cereales, tubérculos, legumbres, verduras y frutas. Una vez llegadas a la zona de estudio, en

Perú, las mismas investigadoras aplicaron el cuestionario de frecuencia de consumo alimentario creado, junto con un R24h a 20 niños seleccionados al azar, obteniendo que los resultados de ambos cuestionarios se correlacionaban, con lo que procedieron a su aplicación a toda la muestra. Una vez recolectada toda la información, esta se informatizó en una base de datos para su posterior análisis.

Se comparó el consumo alimentario en raciones/día con las raciones de Consumo de Alimentos Aconsejadas (RCAA) por la SENC (raciones/día); se calculó el porcentaje de adecuación, donde un porcentaje >70% fue considerado adecuado (NAS, 1986).

Ingesta de energía y nutrientes. Posterior a la codificación, la información fue analizada con una base de datos que contenía la tabla de composición de alimentos francesa *Répertoire général des aliments REGAL* (Favier y cols., 1997). Dicha tabla fue utilizada debido a que es una tabla muy completa realizada con el método directo (de análisis propio); utilizando además la tabla de composición de alimentos peruanos (realizada con el método indirecto o de recopilación de datos) para los alimentos autóctonos de la región (Centro nacional de alimentación y nutrición, 2009). Los macronutrientes carbohidratos, proteínas y lípidos se expresaron en distribución porcentual de energía y se compararon con las recomendaciones de la FAO/OMS (Consulta Mixta FAO/OMS, 2003). Para analizar la adecuación de la ingesta de nutrientes a las recomendaciones, se calculó la Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII) (Anderson et al., 1982) de 18 nutrientes, utilizando el *enfoque de probabilidad* (Institute of Medicine, 2000) y tomando como referencia las recomendaciones de ingesta internacionales (FAO, 2008; FAO & OMS, 2001; Food and Agricultural Organization, 2001). La fórmula utilizada

para calcular la PII fue la siguiente:

$$Z = \frac{D}{DS_D} = \frac{I_o - EAR}{V(V_{EAR} + V/n)}$$

Una PII > 70% se consideró alta y < 70% se consideró baja (Anderson et al., 1982).

En el caso de la energía se calculó el porcentaje de adecuación a las recomendaciones específicas para la población escolar peruana según lugar de residencia (rural o urbana) (Instituto Nacional de Salud-Ministerio de Salud., 2012). Además, se calcularon las principales fuentes alimentarias de hierro y se expresaron en porcentaje del total de hierro ingerido al día.

4.4 Programa alimentario

El Programa de alimentación infantil se distribuía en la zona en pobreza extrema durante los días de clases dentro de los colegios participantes, en dos tiempos: desayuno y comida. A todos los escolares se les servía el mismo tamaño de ración independientemente de su edad.

Programa de alimentación escolar “Qali Warma”



Desayuno

Leche + cereal

-
- Tipos de cereales:

Pan Común: Pan francés, pan tres puntas, pan chapla, pan de piso, entre otros. Este deberá estar acompañado por: queso maduro o aceitunas o huevo o mantequilla.

Pan Especial: pan de quinua, pan de kiwicha, pan de cañihua, pan de plátano, pan de queso, pan integral, entre otros. Este puede ser acompañado por mantequilla.

Pan dulce: bizcocho, chancay de huevo, pan de yema, entre otros.

Las bebidas o mazamorras son preparadas con avena, quinua, kiwicha, trigo, maíz o sus harinas y hojuelas, harinas de menestras, harinas de tubérculos, etc.

Comida

Cereal o tubérculo + legumbre y pescado (anchovetas)

-
- Cereales: arroz, quinua, fideos y trigo.
 - Legumbres (se sirven como mínimo 2 veces por semana): guisantes secos, judías, habas secas enteras, lentejas, entre otros.
 - Tubérculo: patatas
 - Pescado: anchovetas en aceite vegetal o en salsa de tomate.
 - Las preparaciones se aderezan con ajos, cebolla y otros potenciadores de sabor naturales.

Adaptado de: RJ N° 001-2015-MIDIS/PNAEQW-UP

4.5 Actividad física

La actividad física fue evaluada mediante un cuestionario validado para niños en edad escolar peruanos que viven en las alturas (Campos y cols., 2012). *Procedimiento*. Después de responder el cuestionario, la información recogida ayudó a clasificar la actividad física realizada según el **tipo** en *deportes*, *juegos escolares* y *ninguna*; y por el **nivel** en <60 minutos/día (*baja*) o >60 minutos/día (*alta*).

4.6 Determinaciones bioquímicas

Se realizó una evaluación bioquímica como complemento a las otras evaluaciones a cada uno de los participantes, para diagnosticar alguna deficiencia nutricional. Se realizó un hemograma utilizando el método COULTER® HmX, a partir del cual se obtuvieron los valores de: hemoglobina (g/dL), volumen corpuscular medio (μg), hemoglobina corpuscular media (picogramos), concentración corpuscular media de hemoglobina (g/dL), hematocrito (%), eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$), leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$), recuento de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$), plaquetocrito (%), amplitud de la distribución eritrocitaria (%), volumen plaquetario medio (μm^3) y ancho de distribución de plaquetas (%). El nivel bajo de leucocitos en sangre fue utilizado como un marcador indirecto de infecciones, clasificándolo de acuerdo a los niveles normales establecidos ($5.5\text{-}12 \times 10^9/\text{L}$) (Taylor y cols., 1997).

Procedimiento. Enfermeras entrenadas realizaron las extracciones sanguíneas a los niños dentro de las enfermerías de cada escuela. Usando el método Vacutainer se extrajeron 5 ml de sangre y se dividieron en dos tubos: 3 ml en un tubo con anticoagulante EDTA (Ácido etilendiaminotetracético) y 2 ml en un tubo normal. Las muestras fueron transportadas cuidadosamente en una caja de polietileno al laboratorio del “Centro Médico Casa Hogar del Campesino Hermana Josefina Serrano, ABC PRODEIN” en Cusco, para su procesamiento y análisis, donde se realizó a cada niño un hemograma. En el caso de los leucocitos, aunque el principal marcador bioquímico de las infecciones parasitarias son los eosinófilos, existe evidencia científica en la literatura que asocia los altos niveles de éstos con los bajos niveles de leucocitos. Parece ser que los eosinófilos tienen receptores para la inmunoglobulina A que puede desencadenar en una degranulación de sus proteínas, las cuales a su vez pueden expresar antígenos de leucocitos, disminuyendo sus niveles

sanguíneos (Mehta & Furuta, 2015).

Definición de Anemia

Para la hemoglobina (Hb), los valores obtenidos fueron ajustados según los metros sobre el nivel del mar de cada una de las zonas estudiadas, utilizando la fórmula validada por la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2011):

$$\text{Nivel ajustado} = \text{Nivel observado} - \text{Ajuste por altura}$$

$$\text{Ajuste por altura} = 0,022 \times (\text{alt})^2 - 0,032 (\text{alt})$$

Donde (*alt*) = [(altura en metros)/1000] x 3,3

1. Ajuste por altura en la zona **en pobreza extrema**:

$$\text{Alt} = (3625/1000) \times 3,3 = \underline{11,98}$$

$$\text{Ajuste por altura} = 0,022 \times (11,98)^2 - 0,032(11,98) = 3,16 - 0,39$$

$$\text{Ajuste por altura} = \underline{2,77}$$

2. Ajuste por altura en la zona en **transición nutricional**:

$$\text{Alt} = (3399/1000) \times 3,3 = \underline{11,22}$$

$$\text{Ajuste por altura} = 0,022 \times (11,22)^2 - 0,032(11,22) = 2,77 - 0,36$$

$$\text{Ajuste por altura} = \underline{2,41}$$

Después de restar a los niveles observados de Hb el ajuste por altura de según la zona en que habitara cada niño, se realizó el diagnóstico de anemia utilizando como referencia los puntos de corte de la OMS (OMS, 2011):

Para niños de 6-11 años: Hb > 11,5 g/dL = *sin anemia*; Hb de 11,0-11,4 g/dL = *anemia leve*, Hb de 8,0-10,9 g/dL = *anemia moderada*; y Hb < 8,0 g/dL = *anemia severa*; y para niños de 12 años el punto de corte fue Hb 12 g/dL (OMS, 2011).

4.7 Evaluación psicológica

4.7.1 Variables neuropsicológicas

Las funciones neuropsicológicas fueron evaluadas individualmente a partir de una Batería Neuropsicológica adaptada por el grupo de investigación NUTRISAM a las características del territorio y a la población de estudio. Todas las pruebas fueron aplicadas por dos dietistas-nutricionistas previamente entrenadas por una psicóloga especializada en este campo y fueron corregidas e interpretadas conjuntamente. La batería dura aproximadamente 60 minutos y está compuesta por 11 pruebas extraídas de diversos test u otras baterías.

A continuación se describen las pruebas administradas, los tiempos de aplicación de las mismas, el test de donde se han extraído, las funciones neuropsicológicas evaluadas y las variables generadas para cada prueba.

Batería neuropsicológica NUTRISAM

Prueba	Tiempo de aplicación aproximado	Test	Funciones	Variabes
<i>Memoria verbal (1, 2, 3) (fase inmediata)</i>	5 min.	BENCI	Memoria verbal a corto plazo	Número de palabras memorizadas
<i>Curva de aprendizaje verbal</i>		BENCI	Aprendizaje verbal	Memoria verbal inmediata serie 3 - serie 1

<i>Memoria verbal (fase demorada)</i>	3 min.	BENCI	Memoria verbal a largo plazo	Número de palabras memorizadas
<i>Memoria visual (fase inmediata)</i>	5 min.	BENCI	Memoria de retención visual a corto plazo	Número de imágenes recordadas
<i>Memoria visual (fase demorada)</i>	5 min.	BENCI	Memoria visual a largo plazo	Número de imágenes recordadas
<i>Memoria visual (fase de reconocimiento)</i>	5 min.	BENCI	Memoria visual de reconocimiento	Número de imágenes recordadas
<i>Ejecución continua (CPT)</i>	3 min.	BENCI	Atención visual selectiva, sostenida y capacidad de inhibición de la impulsividad	Aciertos, errores de omisión, errores de comisión y tiempo
<i>Coordinación visomotora alterna</i>	5 min.	BENCI	Coordinación visomotora, atención	Tiempo y errores
<i>Matrices</i>	10 min.	WISC-IV	Razonamiento lógico e inteligencia no verbal	Puntuación escalar [†]
<i>Claves</i>	4 min.	WISC-IV	Atención visual,	Puntuación escalar [†]

			coordinación visomotora y velocidad de procesamiento viso-motor	
<i>Dígitos</i>	5 min.	WISC-IV	Atención auditiva, memoria auditiva a corto plazo y memoria de trabajo	Puntuación escalar [†] en orden directo, puntuación escalar [†] en orden inverso y puntuación escalar [†] total
<i>Fluidez verbal fonológica</i>	3 min.	ENFEN	Fluidez verbal fonológica, lenguaje	Número de palabras acertadas
<i>Fluidez verbal semántica</i>	3 min.	ENFEN	Fluidez verbal semántica, lenguaje	Número de palabras acertadas

[†]*Puntuación obtenida a partir del resultado directo baremado por la edad, según los baremos españoles.*

Batería BENCI. Batería de evaluación Neuropsicológica Computarizada Infantil, versión en española para Windows, creada por el Grupo de investigación en Neuropsicología y Psiconeuroinmunología Clínica (CTS-581) de la Universidad de Granada. Los autores la administraron

previamente en México y Guatemala con buenos resultados (Fasfous et al., 2015). De esta batería se aplicaron las **pruebas de memoria verbal, memoria visual, ejecución continua (CPT) y coordinación visomotora alterna.**

Test de Memoria verbal (fase inmediata)

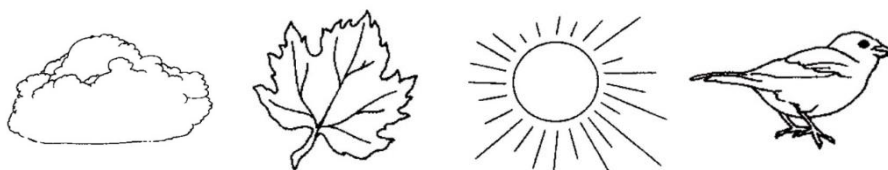
El niño/a escuchó la siguiente serie de palabras e intentó memorizar el mayor número posible de ellas.

*“niño - mesa - lápiz - perro - árbol - ventana - pizarra - campo -
colegio - animal - cosa - cartera”.*

Después de escucharlas y memorizarlas, las repitió en voz alta para que las investigadoras pudieran registrarlas. Este mismo procedimiento se repitió dos veces más. Se ha calculado la curva de aprendizaje verbal teniendo en cuenta el número de palabras recordadas al final en relación al primer intento. Después de la administración del test de memoria verbal, las investigadoras aplicaron a los niños las dos pruebas siguientes y a continuación volvieron a preguntar las palabras que recordaban de la lista escuchada anteriormente (memoria fase demorada).

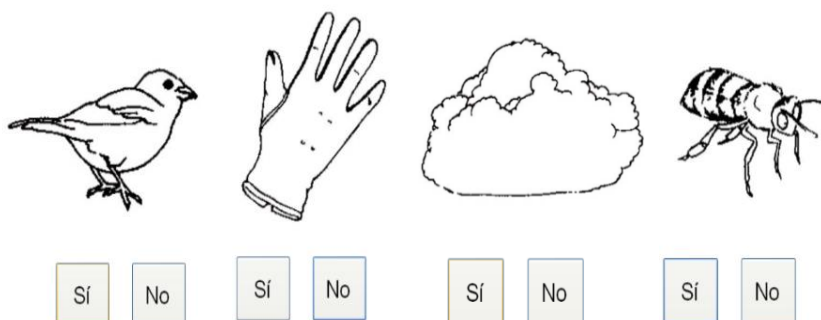
Test de Memoria visual (fase inmediata)

En la pantalla del ordenador aparecían una serie de imágenes, una por una en forma de presentación Power Point, como las siguientes:



El participante intentó memorizar el mayor número posible de imágenes y después repitió en voz alta todas las que recordó las cuales fueron registradas por las investigadoras. Después de administrar otras dos pruebas, se le preguntó que imágenes recordaba (fase demorada).

La fase de reconocimiento de esta prueba se aplicó al final de todas las pruebas. Se le mostró al niño una serie de imágenes donde se encontraban las imágenes del principio pero también nuevas, y el niño indicaba las que aparecieron la primera vez. El investigador registraba los aciertos y errores.

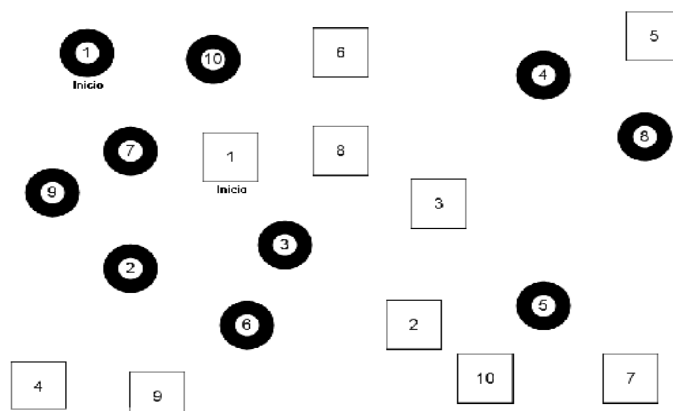


Test Ejecución continua

En la pantalla del ordenador aparecieron una serie de letras. Se indicó al niño que cada vez que apareciera una **A** después de una **X**, debía pulsar una tecla. El programa registra el número de aciertos, errores de omisión, errores de comisión y tiempo.

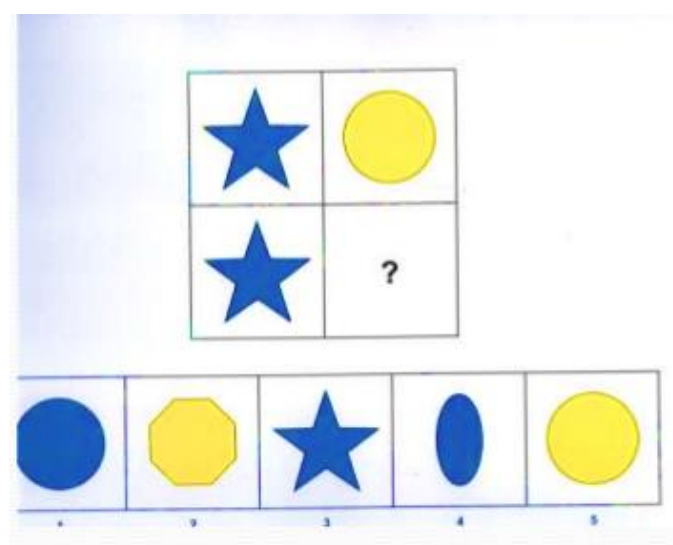
Test de Coordinación visomotora alterna

Se mostraron dos secuencias de números en las que el niño/a debía ordenar de manera alterna y creciente. Se registran el tiempo y los errores



WISC-IV. Escala de Inteligencia de Wechsler IV para niños de 6-15 años (Wechsler, 2003). De dicha prueba se utilizaron los siguientes test: **Matrices**, el cual evalúa el razonamiento perceptivo; **Claves** que evalúa la función de velocidad de procesamiento y **Dígitos**, el cual evalúa la función de memoria de trabajo.

MATRICES. Este test consiste en mostrarle a niño una matriz modelo a la que le falta una porción y que él identifique cuál de las cinco opciones completa dicha matriz.



CLAVES. La tarea consiste en copiar una serie de símbolos que aparecen emparejados a una figura o a un número con un límite de tiempo de 120 segundos. Se entrega la hoja al niño según la edad que tenga ya que hay una para 6-7 años y otra para 8-16 años.

Claves A
 Edades: 6-7 años ☆ ⊖ △ ⊕ □

Reactivos muestra

○	☆	□	⊕	△	☆	○	□
△	⊕	☆	○	□	△	⊕	○
☆	△	□	⊕	☆	○	□	☆
□	⊕	△	○	⊕	☆	⊕	□
☆	○	⊕	□	☆	□	○	△
□	☆	○	△	□	△	⊕	☆
△	□	△	○	☆	⊕	□	⊕
○	△	□	☆	○	△	⊕	☆

Claves B
 Edades: 8-16 años

1	2	3	4	5	6	7	8	9
⊖	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖

Reactivos muestra

2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	4	2	6	3
1	2	5	1	3	1	5	4	2	7	4	6	9	2	5	8	4	7	6	1	8
7	5	4	8	6	9	4	3	1	8	2	9	7	6	2	5	8	7	3	6	4
5	9	4	1	6	8	9	3	7	5	1	4	9	1	5	8	7	6	9	7	8
2	4	8	3	5	6	7	1	9	4	3	6	2	7	9	3	5	6	7	4	5
2	7	8	1	3	9	2	6	8	4	1	3	2	6	4	9	3	8	5	1	8

DÍGITOS. Las investigadoras leen en voz alta al niño una serie de números. El niño deberá repetir inmediatamente cada elemento de la serie hasta que falla los dos intentos del elemento. Esto se realiza para la serie en orden directo y luego para la serie en orden inverso.

3 Dígitos

COMIENZO
 6 a 16 años:
 Orden directo: Elemento 1
 Orden inverso: Ejemplo y elemento 1

TERMINACIÓN
 Orden directo:
 Puntuación 0 en los dos intentos de cualquier elemento.
 Orden inverso:
 Puntuación 0 en los dos intentos de cualquier elemento.

PUNTUACIÓN
 En cada intento: 0 o 1 punto en cada respuesta
 Puntuación del elemento: Intento 1+ Intento 2
 DD+ y DI+
 Serie de números más larga recordada en el último intento que haya sido obtenido 1 punto en DD (DD+) o DI (DI+).

ORDEN DIRECTO		Punt. intento	Punt. elemento
6-16	2-9	0 1	
	4-6	0 1	0 1 2
2	3-8-6	0 1	0 1 2
	6-1-2	0 1	
3	3-4-1-7	0 1	
	6-1-5-8	0 1	0 1 2
4	8-4-2-3-9	0 1	
	5-2-1-8-6	0 1	0 1 2
5	3-8-9-1-7-4	0 1	
	7-9-6-4-8-3	0 1	
6	5-1-7-4-2-3-8	0 1	
	9-8-5-2-1-6-3	0 1	0 1 2
7	1-8-4-5-9-7-6-3	0 1	
	2-9-7-6-3-1-5-4	0 1	0 1 2
8	5-3-8-7-1-2-4-6-9	0 1	
	4-2-6-9-1-7-8-3-5	0 1	0 1 2

ORDEN INVERSO		Punt. intento	Punt. elemento
6-16	8-2		
	5-6		
1	2-1	0 1	0 1 2
	1-3	0 1	
2	3-5	0 1	0 1 2
	6-4	0 1	
3	5-7-4	0 1	0 1 2
	2-5-9	0 1	
4	7-2-9-6	0 1	0 1 2
	8-4-9-3	0 1	
5	4-1-3-5-7	0 1	0 1 2
	9-7-8-5-2	0 1	
6	1-6-5-2-9-8	0 1	0 1 2
	3-6-7-1-9-4	0 1	
7	8-5-9-2-3-4-6	0 1	0 1 2
	4-5-7-9-2-8-1	0 1	
8	6-9-1-7-3-2-5-8	0 1	0 1 2
	3-1-7-9-5-4-8-2	0 1	

DD+
 Puntuación Orden directo
 (máxima=9)

Puntuación Orden directo +
 Puntuación Orden inverso =
 (máxima=32)

Puntuación Orden inverso
 (máxima=16)

DI+
 (máxima=8)

ENFEN. Test de Evaluación Neuropsicológica de la Función Ejecutiva en Niños. Aunque evalúa la fluidez fonológica y semántica, coordinación visomotora, control inhibitorio, planificación y flexibilidad (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), para este estudio solo se utilizó la prueba de **Fluidez verbal: fonológica y semántica.**

Para la Fluidez verbal fonológica, después de hacer un ensayo con la letra “p”, se le pide que diga todas las palabras que pueda que empiecen con la letra “m” y se anotan todas las que dice en un minuto.

Para la **Fluidez verbal** semántica, se pide que el niño diga el mayor número de palabras de un mismo grupo, independientemente de la letra de inicio. Así, después de un ensayo con el grupo de “Frutas”, se le pide que diga nombres de animales y se anotan las que dice en un minuto.

A partir de la información recolectada con la Batería NUTRISAM y con el objetivo de agrupar funciones neuropsicológicas para los análisis estadísticos de regresión, se crearon 4 dominios neuro-psicológicos y la curva de aprendizaje verbal a través de las puntuaciones de los siguientes test:

- **Dominio atención.** Aciertos obtenidos en el test CPT y la puntuación escalar de la prueba de dígitos.
- **Dominio verbal.** Puntuación obtenida a través de los resultados del test de memoria verbal inmediata (1, 3), memoria demorada, fluidez fonológica y fluidez semántica.
- **Curva de aprendizaje verbal.** Se calculó a partir de la última serie recordada menos la primera serie recordada del test de memoria verbal.
- **Dominio memoria visual.** Compuesto del puntaje obtenido en el test de memoria visual inmediata y memoria visual demorada y de reconocimiento.
- **Dominio impulsividad.** Compuesto de los errores de comisión cometidos en el test CPT y los errores cometidos en el test de coordinación visomotora alterna.

4.7.2 Evaluación del comportamiento

Para evaluar el comportamiento de los escolares se utilizó la versión para maestros del Cuestionario de Capacidades y Dificultades (*Strengths and Difficulties Questionnaire "SDQ"*) (Goodman, Ford, Simmons, Gatward, & Meltzer, 2000). Aunque hubiéramos también administrado la versión para padres, se administró sólo a los profesores porque en la zona en pobreza extrema los padres no hablaban castellano y la recolección de datos a partir de ellos hubiera sido más complicada.

El SDQ es un cuestionario formado por 25 ítems para detectar problemas psicológicos en niños desde 4 a 17 años. Es muy utilizado a nivel internacional, y sus resultados son fiables y válidos (Goodman et al., 2000; Ortuño-Sierra, Fonseca-Pedrero, Inchausti, & Sastre i Riba, 2016).

Todos los ítems de este test tienen un rango de puntuación 0-10 y a partir de éstos se calculan los puntajes de cinco diferentes escalas:

- Síntomas emocionales
- Problemas conductuales
- Hiperactividad/Problemas de atención
- Problemas con los compañeros
- Conducta pro-social

Cada escala tiene un punto de corte que indica rango de normalidad, límite y anormal. A partir de la suma de las puntuaciones de las diferentes escalas (sin incluir la conducta pro-social), se obtiene una puntuación total que es también valorada como normal-límite-anormal.

4.7.3 Estado emocional de las madres

Para tener una orientación sobre el estado de salud emocional familiar, se administró a las madres de los escolares participantes la Escala de depresión y ansiedad de Goldberg (Goldberg, Bridges, Duncan-Jones, & Grayson, 1988). Aunque este test está diseñado como autoevaluación, las investigadoras (previamente entrenadas por una psicóloga especializada) fueron preguntando uno a uno los ítems del test a las madres para favorecer el entendimiento de los mismos. Este cuestionario también se intentó administrar a los padres, pero se obtuvieron muy pocas respuestas

y no se ha podido tener en cuenta en los análisis. El test se compone de 18 preguntas que se dividen en 2 sub escalas de nueve preguntas cada una:

1. Sub-escala de ansiedad (preguntas 1-9)
2. Sub-escala de depresión (preguntas 10-18).

Las 4 primeras preguntas de cada sub-escala actúan a modo de precondition para determinar si se deben contestar el resto de ellas. En la primera sub-escala si no se contestaran de forma afirmativa el mínimo de las 2 primeras preguntas no se deben contestar el resto de ellas, y en la segunda sub-escala si se contesta afirmativamente a una pregunta de entre las preguntas 10-13 se deben contestar todas.

Esta escala ha sido validada en población cubana con buena capacidad predictiva para los diagnósticos de depresión y ansiedad (Martín-Carbonell y cols., 2015).

Análisis estadístico

Los resultados se describen en porcentajes, medias y desviación estándar. Se utilizaron test chi-cuadrado para comparar las variables cualitativas y T-test y ANOVA, con el test de Bonferroni, para comparar las variables cuantitativas. Las reglas de aplicación de los test estadísticos fueron previamente comprobadas.

Para analizar la relación entre la ingesta nutricional y el funcionamiento neuropsicológico y conductual de los escolares se realizaron análisis bi-variantes clasificando la PII de energía y nutrientes en >70% (alta) y <70% (baja).

A partir de los resultados obtenidos en los análisis bi-variantes se realizaron diferentes modelos multi-variantes de regresión lineal múltiple

y regresión logística múltiple para valorar la relación entre:

1. **El índice ponderal con la actividad física, el consumo alimentario y la ingesta nutricional.** Se realizaron dos modelos para cada una de las zonas socioeconómicas: uno alimentario y otro nutricional. Las Regresiones Logísticas se enfocaron a analizar los factores asociados al riesgo de padecer exceso de peso (0 = delgadez moderada + normopeso y 1 = exceso de peso). En ambos modelos se incluyeron las siguientes variables mediante el método ENTER: edad (años), género (0 = varón; 1 = mujer), nivel de actividad física (0 =bajo; 1 =alto) y energía (kcal/día). Además, En los modelos *Alimentarios* se incluyeron mediante el método STEPWISE las siguientes variables en g/día: carne, pescado, cereales salados, cereales dulces, lácteos, huevos, legumbres, tubérculos, grasas visibles y alimentos superfluos; y en los modelos *Nutricionales* se incluyeron los siguientes nutrientes mediante el método STEPWISE en g/día: proteínas, lípidos, azúcar libre, azúcar natural y almidones.
2. **La anemia y sus factores relacionados.** Se realizaron dos modelos de regresión logística (uno alimentario y otro nutricional), ajustando por el Programa de alimentación infantil de la zona en pobreza extrema, para conocer si la zona socioeconómica es un factor que influencia en la anemia (0 = ausencia de anemia; 1 = presencia de anemia). En el modelo *alimentario* se incluyeron las siguientes variables: Programa alimentario (0 = no; 1 =sí), género (0 =varón; 1 =mujer), edad (años), IMC (kg/m²), leucocitos (10⁹/L), carne + pescado (g/día), frutas (g/día), cereales (g/día), legumbres (g/día) y lácteos (g/día). En el modelo nutricional se incluyó: Programa alimentario (0 = no; 1 =sí), género (0 =varón;

1=mujer), edad (años), IMC (kg/m²), leucocitos (10⁹/L), hierro (mg/día), vitamina C (mg/día), vitamina E (µg/día), tiamina (mg/día), proteínas (g/día), Ácidos Grasos Monoinsaturados (g/día), Ácidos Grasos Poliinsaturados (g/día), calcio (mg/día), cobalamina (µg/día), folatos (µg/día) y energía (kcal/día); en la tabla solo se mostraron las variables significativas.

3. **La ingesta nutricional, el estado ponderal y la anemia con los dominios neuropsicológicos en la muestra total.** Se realizaron 4 modelos de regresión lineal múltiple, uno para cada dominio neuropsicológico. Las variables introducidas en todos los modelos mediante el método ENTER fueron: edad (años), género (0=varón; 1= mujer. Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables:), IMC (Kg/m²), energía (Kcal/día) desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII). En la tabla solo se presentan las variables significativas.
4. **La ingesta nutricional, el estado ponderal y la anemia con los dominios neuropsicológicos, ajustando por la zona socioeconómica.** Las variables introducidas en todos los modelos mediante el método ENTER fueron: zona (0= pobreza extrema; 1= transición nutricional), edad (años), género (0=varón; 1= mujer. Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables: IMC (Kg/m²), energía (Kcal/día) desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII),

vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII). En la tabla solo se presentan las variables significativas.

5. **La ingesta nutricional, el estado ponderal y la anemia sobre los problemas psicológicos** (dificultades totales). Se realizaron modelos de Regresión Logística con las dificultades totales y con las sub escalas de problemas en los escolares como variable dependiente (0=normal; 1= anormal) y también con la variable dependiente (0= normal; 1= límite + anormal). Mediante el método STEPWISE se incluyeron las variables desnutrición crónica (0= ausencia; 1=presencia), anemia (0=ausencia; 1=presencia), AGPI (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), folatos (PII), Magnesio (PII) y hierro.

Los datos fueron analizados utilizando el software estadístico IBM SPSS para Windows versión 25. Una $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativa para el contraste bilateral.

IV. RESULTADOS

1. Descripción de la muestra

De los 540 escolares seleccionados, 451 padres-tutores firmaron el consentimiento informado (83,2%), 171 de la zona rural y 280 de la zona urbana, sin embargo, solo 402 escolares completaron todos los datos, por lo que el resto fueron excluidos de los análisis.

En la tabla 1 se detallan las características generales de la población de estudio. Los escolares de la zona en pobreza extrema presentan una media de edad de 0,4 puntos porcentuales por encima de los de la zona en transición nutricional, sin embargo, al analizarlas por grupos de edad no presentan diferencias significativas en cuanto a su distribución. Según la distribución de niños por grado escolar, el mayor número de alumnos se encuentra en cuarto grado en la zona en pobreza extrema y el quinto grado en la zona en transición nutricional. Se realizaron análisis por género no hallando diferencias significativas.

Tabla 1 Características demográficas de los escolares

	Pobreza extrema (n=153) % (n)	Transición nutricional (n=249) % (n)	p
Género (niñas)	48,5 (74)	45,8 (114)	0,217
Edad (años)	8,9±1,6 ^a	8,5±1,8 ^a	0,039
Grupos de edad			
De 6 a 9 años	60,8 (93)	64,6 (161)	ns
De 10 a 12 años	39,2 (60)	35,4 (88)	
Grados escolares			
Primero	17,5 (27)	21,1 (52)	0,044
Segundo	15,8 (24)	10,7 (27)	
Tercero	16,4 (25)	16,8 (42)	
Cuarto	26,3 (40)	19,3 (48)	
Quinto	24,0 (37)	32,1 (80)	

^aMedia ± Desviación Estándar; ns: no significativo

A partir del cuestionario de autopercepción de higiene aplicado a los escolares se obtuvieron los siguientes resultados: en cuanto a la higiene del hogar, en ambas zonas la mayoría de los escolares refiere realizar o participar en ella cada día pero sin utilizar productos de limpieza, utilizando solo agua. En el ámbito personal también existen coincidencias entre los escolares de ambas zonas: refieren bañarse utilizando jabón y champú, cambiarse la ropa cada dos días; cepillarse los dientes de derecha a izquierda utilizando crema dental, después de cada comida, al levantarse y antes de dormir; lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño y siempre lavar la fruta antes de comerla.

2. Características antropométricas

En la tabla 2 se presentan las características antropométricas generales de los escolares de ambas zonas. Se observa que los niños procedentes de la zona en pobreza extrema presentan significativamente menores medidas antropométricas en todas las variables, además de un porcentaje más bajo de masa grasa que los niños de la zona en transición nutricional ($p < 0,001$). Además, como era de esperar, en ambas zonas se observan medidas mayores en todas las características antropométricas de los niños de 10-12 años que los de 6-9 años. Según género no se observan diferencias significativas. Según género, en ambas zonas las niñas presentan mayores medidas en los pliegues cutáneos, y por consiguiente, presentan mayor masa grasa ($p < 0,001$).

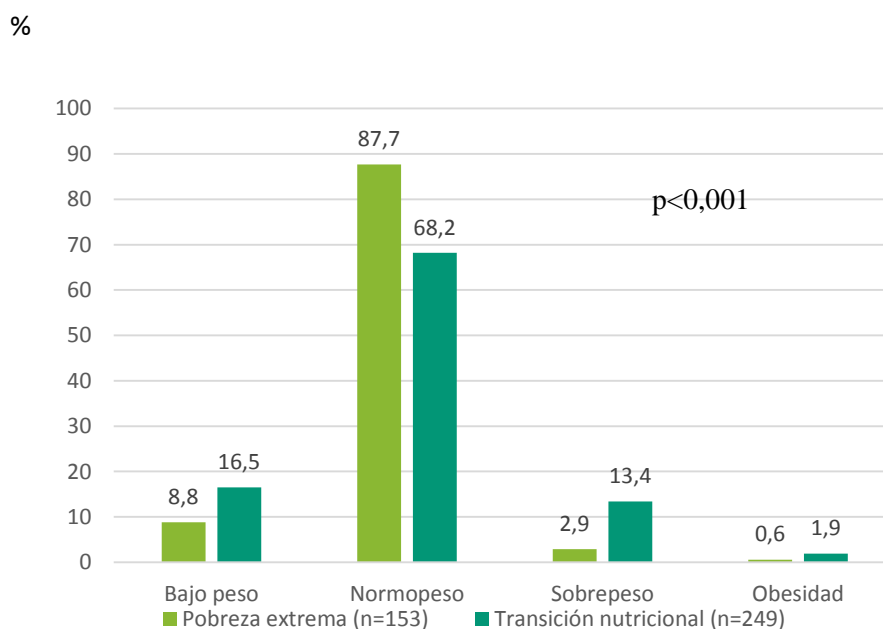
Tabla 2 Características antropométricas por grupos de edad y zona socioeconómica

	Pobreza extrema (n=153)			Total	Transición nutricional (n=249)			p entre zonas	
	Grupos de edad		p		Grupos de edad		p		
	6-9 años (n=92)	10-12 años (n=61)			6-9 años (n=151)	10-12 años (n=98)			
Media±DE	Media±DE		Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE			
Peso (Kg)	22,7±4,07	28,85±3,65	<0,001	25,15±4,90	23,83±6,88	35,33±6,90	<0,001	28,09±8,86	<0,001
Talla (cm)	118,19±7,14	129,89±6,71	<0,001	122,77±9,00	121,02±10,86	138,58±6,77	<0,001	127,19±12,91	<0,001
IMC (kg/m ³)	16,21±1,78	17,08±1,47	0,01	16,54±1,71	15,97±2,75	18,29±2,49	<0,001	16,92±2,85	ns
Z-score IMC/Edad	0,08±1,00	-0,17±0,90	0,002	-0,0174±0,96	-0,40±1,53	0,18±1,07	<0,001	-0,1227±1,36	ns
Z-score Talla/Edad	-1,73±0,94	-2,18±0,80	0,002	-1,90±0,91	-1,83±1,38	-1,30±1,02	<0,001	-1,66±1,31	0,025
Pliegue tricipital (mm)	6,83±1,56	7,36±1,88	0,046	7,03±1,70	9,02±2,92	11,04±4,01	<0,001	9,78±3,53	<0,001
Pliegue bicipital (mm)	4,63±1,35	5,17±1,76	0,035	4,84±1,54	5,87±2,16	6,95±2,93	<0,001	6,29±2,56	<0,001
Pliegue subescapular (mm)	5,02±0,84	5,83±1,35	0,003	5,33±1,13	6,52±2,18	8,71±4,74	<0,001	7,33±3,56	<0,001
Circunferencia de brazo (cm)	16,92±1,32	18,49±1,40	<0,001	17,53±1,54	18,18±1,83	20,91±2,33	<0,001	19,16±2,41	<0,001
Cintura (cm)	56,08±6,49	60,44±4,43	<0,001	57,80±6,13	58,59±6,47	65,23±7,12	<0,001	60,96±7,52	<0,001
Cadera (cm)	62,44±4,69	68,74±4,23	<0,001	64,90±5,45	65,91±6,85	74,92±6,63	<0,001	69,20±8,06	<0,001
Índice cintura-cadera	0,90±0,10	0,88±0,06	<0,001	0,89±0,08	0,90±0,27	0,87±0,05	ns	0,89±0,23	ns
Perímetro musc. del brazo (cm)	14,77±1,22	16,88±1,19	<0,001	15,32±1,38	15,35±1,36	17,44±1,42	<0,001	16,08±1,70	<0,001
Área total del brazo (cm ³)	22,91±3,53	27,35±4,15	<0,001	24,65±4,35	26,58±5,48	35,23±8,15	<0,001	29,68±7,78	<0,001
Área musc. del brazo (mm)	11,75±0,97	12,87±0,95	<0,001	12,19±1,10	12,21±1,08	13,88±1,13	<0,001	12,80±1,35	<0,001
Área grasa del brazo (cm ³)	11,16±2,65	14,48±3,31	<0,001	12,45±3,34	14,37±4,58	21,35±7,18	<0,001	16,88±6,59	<0,001
Masa grasa (%)	11,42±2,14	12,73±2,82	<0,001	11,93±2,50	14,86±3,98	18,16±6,12	<0,001	16,09±5,17	<0,001
Masa libre de grasa (%)	88,58±2,14	87,27±2,82	<0,001	88,06±2,50	85,13±3,98	81,83±6,12	<0,001	83,90±5,17	<0,001

DE: Desviación Estándar; ns: no significativo; Musc: muscular

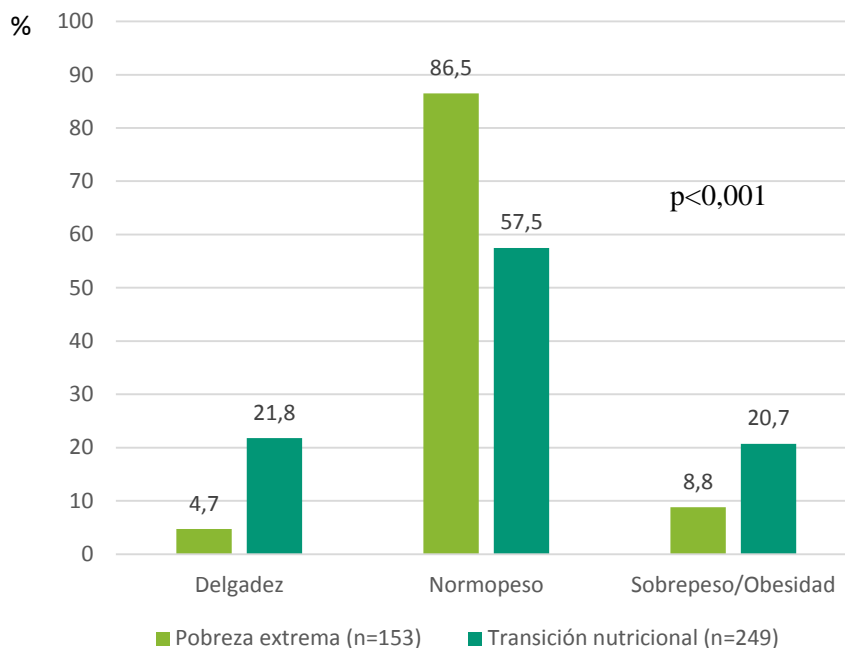
En la clasificación del estado ponderal según el IMC de *Cole y cols., (2007)* (Figura 1) se observa que la zona en pobreza extrema presenta menor prevalencia de bajo peso, de sobrepeso y de obesidad, predominando el normopeso (87,7%); en comparación, en zona la zona de transición nutricional, observamos un 68,2% de normopeso ($p<0,001$). Según género, no se observan diferencias significativas en la zona en pobreza extrema, mientras que en la zona en transición nutricional sí ($p<0,001$) al existir mayor prevalencia de bajo peso en las niñas (11,5%) que en los niños (5,0%); mientras que con el sobrepeso/obesidad ocurre lo contrario: 9,9% en niños y 5,4% en niñas.

Figura 1 Clasificación del estado ponderal según IMC ¹ y zona socioeconómica
¹Índice de Masa Corporal de Cole y cols. 2007.



En la figura 2 se detalla la clasificación del índice ponderal según el *Z-score IMC/Edad* (OMS, 2007). Tal como se observa, en la zona en transición nutricional existe una alta prevalencia tanto de bajo peso (21,8%) como de sobrepeso/obesidad (20,7%).

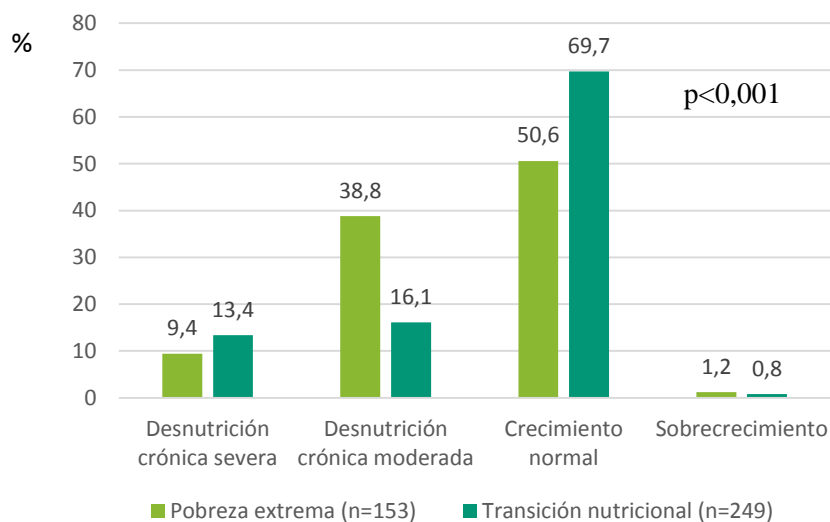
Figura 2 Clasificación del estado ponderal según IMC/Edad¹ y zona socioeconómica
¹Z-score IMC/Edad de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007)



La prevalencia de desnutrición crónica según el *Z-score Talla/Edad* (OMS, 2007) se presenta en la figura 3. El porcentaje presente en la zona en pobreza extrema casi duplica (48,2%) el de la zona en transición nutricional (29,5%). Sin embargo, al clasificarla según su gravedad, observamos que la zona en pobreza presenta menor prevalencia de desnutrición crónica severa (9,4%) que la zona en transición nutricional (13,4%) ($p<0,001$). En el análisis según género por zonas, no se observan diferencias significativas en la zona en pobreza extrema, sin embargo, en la zona en transición nutricional existe mayor prevalencia de desnutrición crónica severa en los niños (11,1%) que en las niñas (2,3%) y mayor desnutrición crónica moderada también en los niños (10,7%) que en las niñas (5,4%) ($p<0,001$).

Figura 3 Clasificación según prevalencia de desnutrición crónica¹ y zona socioeconómica

¹Clasificación de acuerdo al Z-score Talla/Edad de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007)



3. Consumo alimentario e ingesta nutricional

3.1 Consumo alimentario y su nivel de adecuación

En la tabla 3 se describe el consumo alimentario diario de los escolares según zona socioeconómica. Los escolares de la zona en pobreza extrema consumen más pescado, lácteos, cereales, tubérculos y legumbres y menos carne, huevos, frutas, grasas visibles y alimentos superfluos que los escolares de la zona en transición nutricional. No se observan diferencias significativas en el consumo de verduras.

En la zona en pobreza extrema no se observan diferencias significativas al comparar por grupos de edad. Por otro lado, en la zona en transición nutricional se aprecian varias diferencias: los escolares de 10-12 años consumen más carne ($p<0,001$), embutidos ($p=0,038$), pan ($p=0,007$) y alimentos superfluos ($p=0,002$), pero menos huevos ($p=0,035$) y leche ($p<0,001$) que los niños de 6-9 años.

Tabla 3 Consumo alimentario según zona socioeconómica

	Pobreza Extrema (n=153)	Transición nutricional (n=249)	p
	Media ±DE	Media ±DE	
Carne (g/día)	14,47 ± 30,67	64,90 ± 59,13	<0,001
• Carne roja (g/día)	6,64 ± 15,37	20,83 ± 40,62	<0,001
• Carne blanca (g/día)	7,62 ± 28,38	39,02 ± 53,59	<0,001
• Embutidos (g/día)	0,20 ± 1,92	5,03 ± 14,38	<0,001
Huevos (g/día)	9,58 ± 21,94	26,34 ± 36,69	<0,001
Pescado (g/día)	18,32 ± 16,53	7,78 ± 30,55	<0,001
• Pescado blanco (g/día)	1,67 ± 15,89	7,32 ± 30,34	0,012
• Pescado azul (g/día)	16,64 ± 8,77	0,45 ± 4,38	<0,001
Lácteos (g/día)	593,50 ± 335,18	176,85 ± 291,21	<0,001
• Leche (g/día)	593,41± 335,18	163,03±285,65	<0,001
• Derivados lácteos (g/día)	0,08±1,16	13,81±87,76	0,012
Cereales (g/día)	150,85±71,59	134,85±74,17	0,028
• Pan (g/día)	23,80 ± 30,59	31,85 ± 30,12	0,008
• Cereales inflados (g/día)	21,46 ± 35,74	13,33 ± 16,45	0,006
• Galletas (g/día)	23,61 ±16,97	2,46 ± 9,14	<0,001
• Pasta alimentaria, harina, maíz (g/día)	65,77 ± 50,98	38,98 ± 64,93	<0,001
• Arroz (g/día)	16,20 ± 10,59	48,20 ± 40,73	<0,001
Tubérculos (g/día)	147,42±137,78	57,95±80,26	<0,001
• Patata (g/día)	147,42 ± 137,78	57,95 ± 80,26	<0,001
Legumbres (g/día)	50,31 ± 62,15	14,99 ± 31,58	<0,001
Verdura (g/día)	49,19 ± 34,85	57,30 ± 60,51	ns
• Verdura cocida (g/día)	46,46 ± 28,92	56,52 ± 59,95	0,021
• Verdura cruda (g/día)	2,73 ± 15,13	0,78 ± 6,14	ns
Frutas (g/día)	9,61 ± 41,77	95,99 ± 89,77	<0,001
Grasas visibles (g/día)	20,21 ± 8,27	34,24 ± 11,66	<0,001
Alimentos superfluos (g/día)	18,70±12,96	124,74±179,87	<0,001
• Zumos de fruta (g/día)	0	3,62±12,99	<0,001
• Azúcar y miel (g/día)	18,58 ± 13,04	43,41 ± 28,41	<0,001
• Bebidas azucaradas (g/día)	0	76,33±172,85	<0,001
• Chocolate (g/día)	0,11 ± 1,54	1,37 ± 6,38	0,003

DE: Desviación Estándar; ns= no significativo

En la tabla 4 se describe la frecuencia de consumo de alimentos y su porcentaje de adecuación a las recomendaciones de la SENC. El consumo alimentario de los escolares de la zona en pobreza extrema se adecuaba a las raciones de consumo aconsejadas de legumbres, lácteos, cereales y tubérculos y grasas visibles y no se adecuaba al consumo aconsejado de carnes y huevos. Por otro lado, el consumo alimentario de los escolares de la zona en transición nutricional se adecuaba a las raciones aconsejadas de carnes, huevos, cereales y tubérculos y grasas visibles pero no se adecuaba a las de legumbres y lácteos. Además, los escolares de ambas zonas no consumen las raciones aconsejadas de pescados, verduras y frutas.

Para comprobar si el consumo alimentario estimado a partir del R24h se encuentra relacionado con el consumo habitual se ha realizado un análisis de correlación entre la frecuencia de consumo alimentario estimado por el CFCA y el R24h. En la tabla 5 se observan correlaciones significativas en la mayoría de los grupos de alimentos, excepto en el grupo de los cereales ($r=0,049$; $p=0,319$) y las verduras ($r=0,004$; $p=0,931$). En la Tabla 6 se aprecia el cálculo realizado para convertir el consumo alimentario procedente del CFCA en raciones a g/día.

En la Tabla 7, se describe la ingesta de energía y nutrientes según zona socioeconómica. Los escolares de la zona en pobreza extrema ingieren más energía ($p<0,001$), lípidos ($p=0,001$), fibra ($p<0,001$), vitamina B12 ($p=0,037$), vitamina A ($p<0,001$), vitamina D ($p<0,001$), calcio ($p<0,001$) y hierro ($p<0,001$) y menos azúcar libre ($p<0,001$), vitamina B3 ($p<0,001$), vitamina B6 ($p<0,001$), vitamina C ($p<0,001$) y vitamina E ($p<0,001$) que los escolares de la zona en transición nutricional.

Tabla 4 Frecuencia de consumo de alimentos y su porcentaje de adecuación a las raciones de consumo de alimentos aconsejadas

	Frecuencia de consumo en raciones/día		p	RCAA ^a	Porcentaje de adecuación a las RCAA		p
	Pobreza extrema	Transición nutricional			Pobreza extrema	Transición nutricional	
	Media ±DE	Media ±DE			%	%	
Pescados y mariscos	0,19 ± 0,18	0,17 ± 0,17	ns	0,5	39,04	34,12	ns
Carnes	0,23 ± 0,07	0,54 ± 0,39	<0,001	0,5	46,73	109,72	<0,001
Huevos	0,22 ± 0,11	0,64 ± 0,27	<0,001	0,5	45,78	128,84	<0,001
Legumbres	0,50 ± 0,25	0,26 ± 0,10	<0,001	0,4	125,81	66,12	<0,001
Lácteos	2,78 ± 0,50	1,22 ± 2,49	<0,001	2-4	139,03	53,75	<0,001
Verduras y hortalizas	0,62 ± 0,38	0,60 ± 0,41	ns	≥2	31,26	30,08	ns
Frutas	0,56 ± 0,55	1,49 ± 0,88	<0,001	≥3	18,75	49,95	<0,001
Cereales y tubérculos	4,79 ± 0,87	3,47 ± ,86	<0,001	4-6	119,88	86,85	<0,001
Grasas visibles	2,30 ± 1,30	3,29 ± 0,93	<0,001	3	76,85	109,78	<0,001
Alimentos superfluos ^b	1,06 ± 0,45	3,48 ± 0,99	0,002	*	NA ^c	NA ^c	0,002

DE: Desviación Estándar; ^aRaciones de Consumo Alimentos Aconsejadas (RCAA) al día por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC); ns= no significativo; ^b Productos azucarados, galletas, refrescos; ^c No Aplicable; [†] No se recomienda

Tabla 5 Correlación entre la frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) y el consumo alimentario (R24h) diarios

	Frecuencia de consumo (raciones/día) CFCA	Consumo (g/día) R24h	<i>r</i>	<i>P</i>
	Media ±DE	Media ±DE		
Carne	0,40±0,36	45,27±55,70	0,440	<0,001
Pescado	0,12±0,15	11,88±26,49	0,176	<0,001
Huevos	0,44±0,26	19,81±32,78	0,169	0,001
Lácteos	1,67±0,96	339,04±369,65	0,628	<0,001
Cereales	1,96±0,36	141,08±73,51	0,049	0,319
Tubérculos	0,67±0,77	92,78±114,88	0,226	<0,001
Legumbres	0,42±0,28	28,74±49,03	0,259	<0,001
Verduras	0,37±0,17	54,15±52,15	0,004	0,931
Frutas	0,60±0,53	62,36±85,84	0,588	<0,001

CFCA= Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos; R24h= Recuerdo de 24 horas; DE= Desviación estándar

Por otro lado, se ha realizado el cálculo del consumo alimentario (a partir de los datos del cuestionario de frecuencia de consumo alimentario) según el tamaño de las raciones de alimentos en este grupo de edad (Tabla 6) comprobando con los datos observados en la Tabla 5 que este consumo de alimentos es muy similar al obtenido con el método de R24h.

Tabla 6 Cálculo del consumo alimentario procedente del CFCA

	Frecuencia de consumo (raciones/día)	Ración (g)	Frecuencia de consumo (g/día)
	Media ±DE		Media ±DE
Carne	0,40±0,36	100	40,15±36,30
Pescado	0,12±0,15	100	12,21±15,37
Huevos	0,44±0,26	50	22,08±13,25
Lácteos	1,67±0,96	200	334,35±192,63
Cereales	1,96±0,36	60	117,93±21,66
Tubérculos	0,67±0,77	150	101,17±116,96
Legumbres	0,42±0,28	60	25,68±17,00
Verduras	0,37±0,17	140	52,56±25,61
Frutas	0,60±0,53	120	72,20±64,31

CFCA= Cuestionario de Frecuencia de Consumo Alimentario; DE= Desviación Estándar

3.2 Ingesta de energía y nutrientes y su adecuación a las recomendaciones

Tabla 7 Ingesta de energía y nutrientes según zona socioeconómica

	Pobreza Extrema (n=153)	Transición nutricional (n=249)	p
	Media±DE	Media±DE	
Energía (Kcal/día)	1401,87±388,44	1243,88±382,14	<0,001
Glúcidos totales (g/día)	207,36±74,30	179,31±56,44	<0,001
Azúcares (g/día)	45,36±21,06	53,90±28,30	<0,001
Azúcar libre (g/día)	26,78±20,21	38,96±26,55	<0,001
Azúcar natural (g/día)	19,26±9,96	13,95±9,48	<0,001
Almidones (g/día)	118,02±41,04	96,98±43,55	<0,001
Lípidos totales (g/día)	42,14±14,88	36,40±20,73	0,001
AGS (g/día)	14,38±5,76	11,48±6,77	<0,001
AGPI (g/día)	10,85±4,12	10,59±9,58	0,003
AGMI (g/día)	10,85±4,12	10,66±6,56	ns
Colesterol (mg/ día)	121,95±100,69	199,00±141,61	<0,001
Proteínas totales (g/día)	46,05±14,14	47,83±18,22	ns
Fibra (mg/día)	16,98±7,70	12,05±7,14	<0,001
Vitamina B1 (mg/ día)	0,74±0,39	0,83±0,65	ns
Vitamina B2 (mg/ día)	1,09±0,51	1,09±0,47	ns
Vitamina B3 (mg/ día)	7,92±3,17	9,77±5,27	<0,001
Vitamina B5 (mg/día)	3,96±1,84	4,21±1,48	ns
Vitamina B6 (mg/día)	0,84±0,41	1,22±0,76	<0,001
Folatos (µg/día)	151,36±80,79	166,80±121,56	ns
Vitamina B12 (µg/día)	3,39±6,52	2,39±3,21	0,037
Vitamina C (mg/día)	24,89±19,65	53,10±34,68	<0,001
Vitamina A (µg/día)	292,26±163,58	176,30±318,36	<0,001
Vitamina D (µg/día)	1,84±0,85	0,36±0,85	<0,001
Vitamina E (mg/día)	5,65±3,76	11,43±20,13	<0,001
Calcio (mg/día)	625,73±260,92	490,48±261,61	<0,001
Hierro (mg/ día)	12,19±10,32	5,91±3,96	<0,001

DE: Desviación Estándar; ns: no significativo; AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados

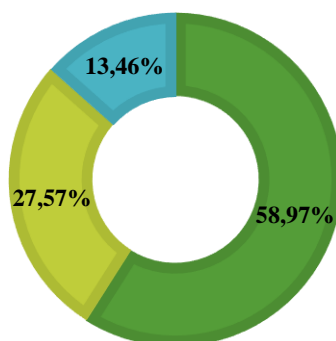
La distribución porcentual de energía proveniente de los macronutrientes ingeridos al día, según zona socioeconómica se detalla en la figura 4. No se observan diferencias significativas entre zonas y ambas se adecúan a las recomendaciones internacionales de distribución energética de la OMS.

Los carbohidratos son el principal aporte energético (58-59%) seguido de los lípidos (25-28%) y las proteínas (13-16%).

Figura 4 Porcentaje de energía ingerida proveniente de los macronutrientes

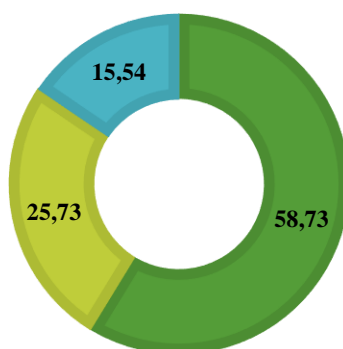
Zona en pobreza extrema

■ Glúcidos totales ■ Lípidos totales ■ Proteínas totales



Zona en transición nutricional

■ Glúcidos totales ■ Lípidos totales ■ Proteínas totales



En la tabla 8 se observa que la ingesta de energía de los escolares de ambas zonas se adecúa a las recomendaciones de energía específicas para la población escolar peruana, sin existir diferencias significativas entre la región en pobreza extrema y la que se encuentra en transición nutricional. Los escolares de ambas zonas presentan una alta Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII) (>70%) de ácidos grasos poliinsaturados, folatos, vitamina A, vitamina D y hierro. Adicionalmente, los escolares de la zona en pobreza extrema presentan una alta PII de vitamina B3 y los de la zona en transición nutricional de calcio.

3.3 Consumo alimentario e ingesta nutricional en el desayuno.

El desayuno se considera una de las principales comidas del día. Por este motivo se han analizado específicamente sus características en el consumo alimentario de los escolares de ambas zonas. Según la observación de las investigadoras en ambas zonas los niños toman el desayuno en la escuela alrededor de las 10:30 de la mañana, 2 horas después del comienzo de las clases. Los niños de la zona en pobreza extrema no traen el desayuno de casa ya que reciben los alimentos del Programa de alimentación escolar "Qali Warma". Por otro lado, los escolares de la zona en transición nutricional mayoritariamente (95%) compran el desayuno en los quioscos de comida que existen dentro las escuelas, y menos frecuentemente (5%) traen la comida de casa. Los alimentos ofrecidos en los quioscos son: pollo empanado y frito o salchichas (frankfurt) fritas; huevos cocidos o fritos; como acompañamiento patatas, principalmente fritas o hervidas; o sándwiches (de queso fresco sin pasteurizar, jamón dulce o huevo, untado con mahonesa y a veces una rebanada de tomate o lechuga) y jugos o refrescos.

Tabla 8 Probabilidad de ingesta inadecuada de nutrientes por grupos de edad y zona socioeconómica

	Pobreza Extrema (n=153)				Transición nutricional (n=249)				p entre zonas
	6-9 años (n=92)	10-12 años (n=61)	p	Total Media±DE	6-9 años (n=151)	10-12 años (n=98)	p	Total Media±DE	
	Media±DE	Media±DE			Media±DE	Media±DE			
Energía[†]	79,05±24,78	68,28±17,33	ns	74,96±22,71	82,99±23,70	70,00±20,56	<0,001	78,58±23,48	ns
Lípidos totales	69,86±40,71	86,88±28,71	<0,001	76,48±37,35	58,65±45,37	85,83±30,88	<0,001	67,88±42,94	0,029
AGS	48,23±43,82	69,15±39,12	<0,001	56,37±43,16	49,17±47,78	76,76±39,55	<0,001	59,07±45,45	ns
AGPI	82,65±33,10	90,77±24,02	ns	85,81±30,07	70,48±42,19	87,93±29,83	<0,001	76,41±39,26	0,005
Proteínas	2,43±12,15	5,38±17,55	ns	3,58±14,51	3,74±14,77	7,43±22,09	<0,001	5,00±17,66	ns
Vitamina B1	57,76±45,71	73,78±10,94	0,020	63,99±44,48	50,96±44,44	83,44±32,43	<0,001	61,99±43,52	ns
Vitamina B2	22,45±36,39	48,39±42,76	<0,001	32,54±40,88	19,51±36,27	47,77±45,03		29,11±41,60	ns
Vitamina B3	76,97±88,74	88,74±28,32	0,021	81,55±33,89	55,60±46,09	69,83±39,58	0,010	60,43±44,42	<0,001
Vitamina B5	37,26±43,22	57,64±44,80	0,004	45,19±44,82	26,70±39,23	44,12±42,22	0,001	32,62±41,03	0,004
Vitamina B6	52,47±45,23	66,09±44,71	ns	57,76±45,38	24,58±37,56	48,38±44,07	<0,001	32,66±41,38	<0,001
Folatos	88,60±28,23	93,61±23,96	ns	90,55±26,68	78,06±38,24	93,68±23,21	<0,001	83,60±34,53	0,016
Vitamina B12	15,26±33,20	20,01±38,36	ns	17,11±35,25	34,71±46,06	65,36±42,32	<0,001	45,12±47,05	<0,001
Vitamina C	70,78±42,10	75,65±39,82	ns	72,68±41,17	31,61±44,89	22,44±39,21	ns	28,50±43,19	<0,001
Vitamina A	97,81±13,83	96,90±17,40	ns	97,46±15,27	95,52±15,14	98,87±10,59	ns	96,66±13,84	ns
Vitamina D	98,48±11,17	99,97±0,14	ns	99,06±8,74	98,73±10,75	99,99±00,00	ns	99,16±8,74	ns
Vitamina E	65,32±43,90	72,66±41,44	ns	68,18±42,97	53,30±47,53	83,68±34,91	<0,001	63,62±45,90	ns
Calcio	47,82±45,54	92,48±23,69	<0,001	65,21±44,21	63,38±45,55	96,89±13,52	<0,001	74,76±41,00	0,025
Magnesio	4,74±17,99	63,26±43,15	<0,001	27,51±41,64	4,31±18,00	77,76±36,41	<0,001	29,27±43,30	ns
Hierro	64,15±45,38	87,61±30,96	<0,001	73,28±41,89	86,26±31,84	98,31±11,28	<0,001	90,33±27,27	<0,001

DE: Desviación Estándar; ns: no significativo; [†]Porcentaje de adecuación a las recomendaciones de energía para la población escolar peruana según zona rural o urbana;

AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados;

Los quioscos no ofrecían frutas, pero ocasionalmente las compraban fuera de la escuela. El desayuno que traían de casa estaba compuesto principalmente de huevos, pan, patatas hervidas y ocasionalmente fruta de temporada.

Los escolares de la zona en pobreza extrema consumen en su desayuno más leche ($p < 0,001$), cereales ($p = 0,003$), tubérculos ($p = 0,033$), legumbres ($p < 0,001$) y verdura ($p = 0,009$) (principales alimentos proporcionados por el Programa alimentario) y menos frutas ($p = 0,003$), grasas visibles ($p < 0,001$) y alimentos superfluos ($p < 0,001$). Destaca su nulo consumo de embutidos y bebidas azucaradas (Tabla 9).

Tabla 9 Consumo alimentario del desayuno de los escolares según zona socioeconómica

	Pobreza extrema Media \pm DE (n=153)	Transición nutricional Media \pm DE (n=249)	p
Lácteos (g/día)	361,7 \pm 165,5	61,4 \pm 148,3	<0,001
• Leche (g/día)	361,7 \pm 165,5	48,0 \pm 152,1	<0,001
Carne (g/día)	2,2 \pm 13,8	2,4 \pm 10,2	ns
• Embutidos (g/día)	0	1,0 \pm 5,8	0,002
Pescado (g/día)	0	0	-
Huevos (g/día)	3,1 \pm 12,8	8,5 \pm 21,8	0,001
Cereales (g/día)	42,3 \pm 45,0	31,0 \pm 26,8	0,003
• Pan (g/día)	17,6 \pm 25,2	12,4 \pm 16,5	0,018
• Cereales inflados (g/día)	10,3 \pm 21,9	11,4 \pm 14,3	ns
• Galletas (g/día)	0,6 \pm 4,6	0,1 \pm 2,0	ns
Tubérculos (g/día)	15,1 \pm 55,0	5,5 \pm 24,6	0,033
Legumbres (g/día)	17,5 \pm 27,2	4,9 \pm 13,7	<0,001
Frutas (g/día)	1,6 \pm 13,0	7,1 \pm 26,3	0,003
Verdura (g/día)	4,6 \pm 10,2	2,1 \pm 9,8	0,009
Grasas visibles (g/día)	2,1 \pm 4,0	6,4 \pm 10,4	<0,001
Superfluos (g/día)	5,9 \pm 6,4	79,0 \pm 157,2	<0,001
• Azúcar y miel (g/día)	5,7 \pm 6,3	11,3 \pm 10,8	<0,001
• Bebidas azucaradas (g/día)	0	64,6 \pm 156,4	<0,001

DE: Desviación Estándar; ns: no significativo

En la tabla 10 se muestra la ingesta de energía y de los macronutrientes provenientes del desayuno según zona socioeconómica. Observamos una alimentación menos sana en los niños de la zona en transición nutricional, ya que ingieren más azúcares ($p<0,001$), más ácidos grasos saturados ($p<0,001$) y más colesterol ($p<0,001$) que los de la zona en pobreza extrema.

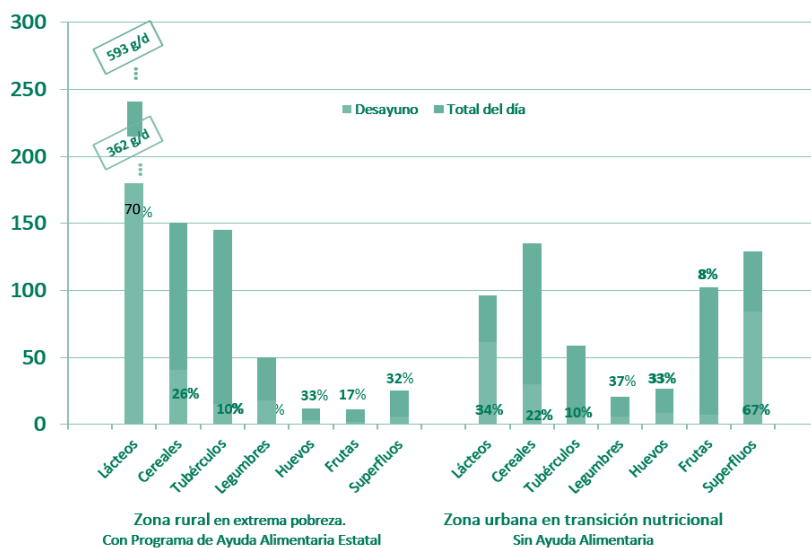
Tabla 10 Ingesta de energía y macronutrientes en el desayuno según zona socioeconómica

	Pobreza extrema Media \pm DE (n=153)	Transición nutricional Media \pm DE (n=249)	p
Energía (Kcal/día)	311,9 \pm 183,5	395,1 \pm 158,6	<0,001
Proteínas totales (g/día)	10,4 \pm 6,4	12,6 \pm 6,0	<0,001
Glúcidos totales (g/día)	41,4 \pm 29,7	43,4 \pm 21,4	ns
• Azúcares (g/día)	13,1 \pm 8,4	27,2 \pm 19,3	<0,001
Lípidos totales (g/día)	8,3 \pm 8,6	22,4 \pm 16,5	0,001
• AGS (g/día)	2,3 \pm 4,9	16,6 \pm 18,6	<0,001
• AGMI (g/día)	4,2 \pm 4,7	4,3 \pm 5,4	ns
• AGPI (g/día)	1,9 \pm 2,6	1,6 \pm 3,3	ns
Colesterol (mg/ día)	30,4 \pm 58,3	58,9 \pm 81,0	<0,001
Fibra (mg/día)	3,8 \pm 2,5	2,5 \pm 1,7	<0,001

DE: Desviación Estándar; ns: no significativo; AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados

Como se observa en la Figura 5, el desayuno de los escolares de la zona en pobreza extrema contribuye con un aporte energético del 24,5% de la alimentación total del día (1401,87 \pm 388,44kcal/día) y del 34% en la zona en transición nutricional, quizá porque la ingesta total del día es menor en esta zona (1243 \pm 382,14kcal/día), aunque ambos porcentajes son adecuados.

Figura 5 Contribución del desayuno al consumo total del día según zona socioeconómica



4. Relación del índice ponderal con el consumo alimentario y la ingesta nutricional

Tal como se observa en la Tabla 11, los niños con sobrepeso son mayormente varones tanto en la zona en pobreza extrema (80%) como en la zona en transición nutricional (69,6%).

En la Tabla 12 se puede observar la clasificación de la actividad física realizada, según índice ponderal y zona socioeconómica. La mayoría de los escolares de la zona en transición nutricional (75,8%) realiza un nivel alto de actividad física, frente a un 54% en la zona en pobreza extrema.

Sin embargo, en la zona en pobreza extrema no se observan diferencias significativas al analizar la actividad física según el índice ponderal de los participantes; mientras que en la zona en transición nutricional, el 85,7%

de los niños con exceso de peso realizan mayoritariamente un nivel bajo (<60 minutos/día) de actividad física, mientras que el 93,7% de los normopeso realizan un nivel alto (>60 minutos/día) ($p<0,001$).

En cuanto al consumo alimentario, no se observan diferencias significativas según su índice ponderal en la zona en pobreza extrema, y en la zona en transición nutricional ocurre lo mismo en la mayoría de alimentos, excepto en los alimentos superfluos, donde los niños con exceso de peso casi triplican (268,19g/día) el consumo de los niños con normopeso (95,37g/día).

La Tabla 13 describe la ingesta de energía y macronutrientes de los escolares según su índice ponderal. En la zona en pobreza extrema, los escolares con exceso de peso realizan una mayor ingesta de azúcares libres ($p=0,023$) que los normopeso. Por otro lado, en la zona en transición nutricional, los niños con exceso de peso ingieren más proteínas ($p=0,003$), azúcares libres ($p=0,033$) y vitamina B12 ($p=0,010$) que los normopeso.

Cuando se compara la ingesta de energía y nutrientes de los niños con bajo peso moderado y los que tienen normopeso no se observan diferencias significativas (no aparece en la tabla).

Tabla 11 Características de los escolares según índice ponderal y zona socioeconómica

	Pobreza extrema					Transición nutricional				
	Índice ponderal (Z-score IMC/Edad)†					Índice ponderal (Z-score IMC/Edad)†				
	Total	Bajo peso ^a	Normopeso ^b	Exceso de peso ^c	p	Total	Bajo peso ^a	Normopeso ^b	Exceso de peso ^c	p
	(n=153)	4,7%; (n=7)	86,5%; (n=132)	8,8%; (n=14)		(n=249)	21,8%; (n=54)	57,5%; (n=143)	20,7%; (n=52)	
Edad (años)‡	8,9±1,6	8,5±2,1	9,0±1,6	8,5±1,2	<0,001 ^{abac}	8,5±1,8	7,5±1,9	8,7±1,79	9,2±1,4	<0,001 ^{abac}
Género										
Niñas % (n)	48,5(74)	37,5(3)	51,7(68)	20,0(3)	ns	45,8(114)	64,4(35)	39,3(64)	33,3(16)	<0,001
Niños % (n)	51,5(79)	62,5(4)	48,3(64)	80,0(11)		54,2(135)	35,6(19)	55,2(79)	69,6(36)	
Antropometría										
Peso (kg)‡	25,0±4,8	21,0±6,0	25,0±4,7	28,0±3,7	0,003 ^{ac}	28,0±8,8	20,5±5,5	27,8±7,3	36,9±7,5	<0,001 ^{abbcac}
Talla (cm)‡	122,7±9,0	124,0±10,9	122,8±9,1	121,2±6,3	ns	127,1±12,9	122,3±11,8	127,2±13,2	133,2±9,6	<0,001 ^{abbcac}
IMC (kg/m ²)‡	16,4±1,5	13,5±2,3	16,4±1,1	18,9±1,0	<0,001 ^{abacbc}	16,9±2,8	13,5±1,7	16,8±1,5	20,5±2,1	<0,001 ^{abbcac}

† Clasificación de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007); ‡Media ± Desviación Estándar; las diferencias significativas (p <0,05) entre subgrupos del índice ponderal están indicados con letras: "a" para bajo peso, "b" para normopeso y "c" exceso de peso.

Tabla 12 Actividad física de los escolares según índice ponderal y zona socioeconómica

	Pobreza extrema					Transición nutricional					P entre zonas
	Índice ponderal (Z-score IMC/Edad)†					Índice ponderal (Z-score IMC/Edad)†					
	Total	Bajo peso ^a	Normopeso ^b	Exceso de peso ^c	p	Total	Bajo peso ^a	Normopeso ^b	Exceso de peso ^c	p	
Nivel	(n=153)	4,7%; (n=8)	86,5%; (n=132)	8,8%; (n=13)		(n=249)	4,7%; (n=7)	86,5%; (n=132)	8,8%; (n=14)		
Bajo % (n)	45,9(76)	50,0(4)	46,0(61)	42,9(6)		24,2(60)	10,2 (1)	6,3 (8)	85,2 (12)		
Alto % (n)	54,1(77)	50,0(4)	54,0(71)	57,1(7)	ns	75,8(189)	89,1 (46)	93,7 (124)	14,8 (2)	<0,001	
Tipo											
Ninguna % (n)	0	0	0	0		3,6(9)	0	1,3 (2)	13,0 (2)		
Juegos escolares % (n)	82,4(126)	87,5(7)	83,2(110)	71,4(9)	ns	82,5(205)	77,8 (5)	83,6 (110)	83,3 (11)	<0,001	
Deportes % (n)	17,6(27)	12,5(1)	16,8(22)	28,6(4)		13,9(35)	22,2 (2)	15,1 (20)	3,7 (1)	ns	

† Clasificación de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007); ^aMedia ± Desviación Estándar; Bajo: <60 min/día; alto:>60 min/día; las diferencias significativas (p <0,05) entre subgrupos del índice ponderal están indicados con letras: "a" para bajo peso, "b" para normopeso y "c" exceso de peso.

Tabla 13 Ingesta de energía y macronutrientes según índice ponderal y zona socioeconómica

	Pobreza extrema				Transición nutricional			
	Índice ponderal (Z-score IMC/Edad) ¹				Índice ponderal (Z-score IMC/Edad) ¹			
	Bajo peso ^a (n=8) Media ± DE	Normopeso ^b (n=132) Media ± DE	Exceso de peso ^c (n=13) Media ± DE	p	Bajo peso ^a (n=54) Media ± DE	Normopeso ^b (n=143) Media ± DE	Exceso de peso ^c (n=52) Media ± DE	p
Energía (Kcal/día)	1469,44±536,14	1410,20±385,35	1319,00±333,73	ns	1151,38±290,89	1241,85±392,67	1351,80±417,14	0,021 ^(a-c)
Proteínas (g/día)	47,92±18,72	46,20±13,82	43,69±15,72	ns	43,41±14,00	47,06±17,90	54,83±21,27	0,003 ^{(a-c)(b-c)}
Lípidos (g/día)	45,76±33,69	42,50±12,87	37,33±18,36	ns	33,29±22,41	36,55±20,19	39,30±20,48	ns
AGS (g/día)	16,83±14,07	14,34±4,89	13,53±6,87	ns	9,76±5,80	12,22±7,28	11,29±6,00	ns
AGPI (g/día)	11,93±8,22	13,07±5,31	10,75±6,76	ns	9,99±11,34	10,42±8,84	11,64±9,74	ns
AGMI (g/día)	12,97±9,14	10,87±3,59	9,58±4,94	ns	9,67±6,17	10,58±6,51	11,92±7,05	ns
Glúcidos (g/día)	213,69±69,33	208,52±76,88	199,63±47,79	ns	167,71±41,59	179,35±59,91	192,32±58,35	ns
Azúcares libres (g/día)	29,13±24,89	25,45±14,21	39,97±47,20	0,023 ^{bc}	34,87±24,93	40,91±29,80	43,15±27,49	ns
Azúcares naturales (g/día)	20,43±20,91	19,12±9,04	20,06±11,20	ns	14,37±8,11	14,12±10,09	13,12±9,21	ns
Almidones (g/día)	137,87±50,46	117,04±41,21	119,35±33,75	ns	117,06±51,33	123,99±51,67	136,55±62,06	0,004 ^(a-c)
<i>Azúcar libre (%)²</i>	6,99%	7,46%	14,15%	0,001 ^{bc}	13,4%	12,0%	15,8%	0,033 ^(a-b)
<i>Azúcar natural (%)²</i>	5,03%	5,51%	5,90%	ns	5,3%	5,0%	4,4%	ns
Fibra (mg/día)	14,88±6,20	17,26±7,90	15,42±6,62	ns	11,29±6,19	11,75±7,05	13,76±8,15	ns

¹ Clasificación de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007); ² Porcentaje de energía procedente de los glúcidos; DE: Desviación Estándar; AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados; ns= no significativo; las diferencias significativas (p <0,05) entre grupos del índice ponderal están indicados con letras: "a" para bajo peso, "b" normopeso y "c" para exceso de peso.

Los factores asociados al riesgo de exceso de peso se describen en la Tabla 14. En la zona en pobreza extrema, no se halló ninguna relación con el consumo alimentario de los escolares (modelo alimentario), pero el modelo nutricional muestra una relación entre la mayor ingesta de azúcares libres con un mayor riesgo de exceso de peso (OR 1,034; $p=0,021$), además de ser varón (OR 0,140; $p=0,018$).

En la zona en transición nutricional, los modelos de Regresión Logística muestran que a mayor ingesta de tubérculos (OR 1,008; $p=0,047$), de alimentos superfluos (OR 1,006; $p<0,001$) y de azúcares libres (OR 1,032; $p=0,008$) mayor riesgo de presentar exceso de peso. Además, en esta zona se observa que el realizar un nivel bajo de actividad física y tener más edad están asociados a dicho riesgo, mientras que el género no tiene ninguna influencia.

Tabla 14 Factores asociados al riesgo de exceso de peso en ambas zonas socioeconómicas

	<i>OR</i>	<i>95%IC</i>	<i>p</i>
MODELO ALIMENTARIO			
<i>Pobreza extrema</i>			
Edad (años)	0,766	(0,524-1,121)	0,170
Género (0=varón; 1=mujer)	0,299	(0,077-1,158)	0,081
Actividad física (0=baja; 1=alta)	1,278	(0,388-4,203)	0,687
Energía (kcal/día)	0,999	(0,997-1,001)	0,208
<i>R² Nagelkerke x 100= 15,6; $\chi^2_{13\ 153} = 11,122; p=0,057$</i>			
<i>Transición nutricional</i>			
Edad (años)	1,472	(1,001-2,165)	ns
Género (0=varón; 1=mujer)	0,720	(0,128-4,062)	ns
Actividad física (0=baja; 1=alta)	0,002	(0,000-0,016)	<0,001
Energía (kcal/día)	1,001	(1,000-1,003)	ns
Tubérculos (g/día)	1,008	(1,000-1,016)	0,047

Alimentos superfluos (g/día) *	1,006	(1,004-1,010)	0,002
--------------------------------	-------	---------------	--------------

R^2 Nagelkerke $\times 100 = 76,9$; $\chi^2_{13,261} = 153,117$; $p < 0,001$

MODELO NUTRICIONAL

<i>Pobreza extrema</i>			
Edad (años)	0,876	(0,599-1,280)	ns
Género (0=varón; 1=mujer)	0,140	(0,027-0,718)	0,018
Actividad física (0=baja; 1=alta)	0,925	(0,279-3,061)	ns
Energía (kcal/día)	0,999	(0,997-1,001)	ns
Azúcares libres (g/día)	1,034	(1,005-1,063)	0,021

R^2 Nagelkerke $\times 100 = 20,6$; $\chi^2_{13,153} = 14,833$; $p = 0,011$

<i>Transición nutricional</i>			
Edad (años)	1,488	(1,098-2,017)	0,010
Género (0=varón; 1=mujer)	2,126	(0,533-8,478)	ns
Actividad física (0=baja; 1=alta)	0,003	(0,001-0,017)	<0,001
Energía (kcal/día)	1,001	(0,999-1,002)	ns
Azúcares libres (g/día)	1,032	(1,008-1,056)	0,008

R^2 Nagelkerke $\times 100 = 71,2$; $\chi^2_{9,261} = 155,111$; $p < 0,001$

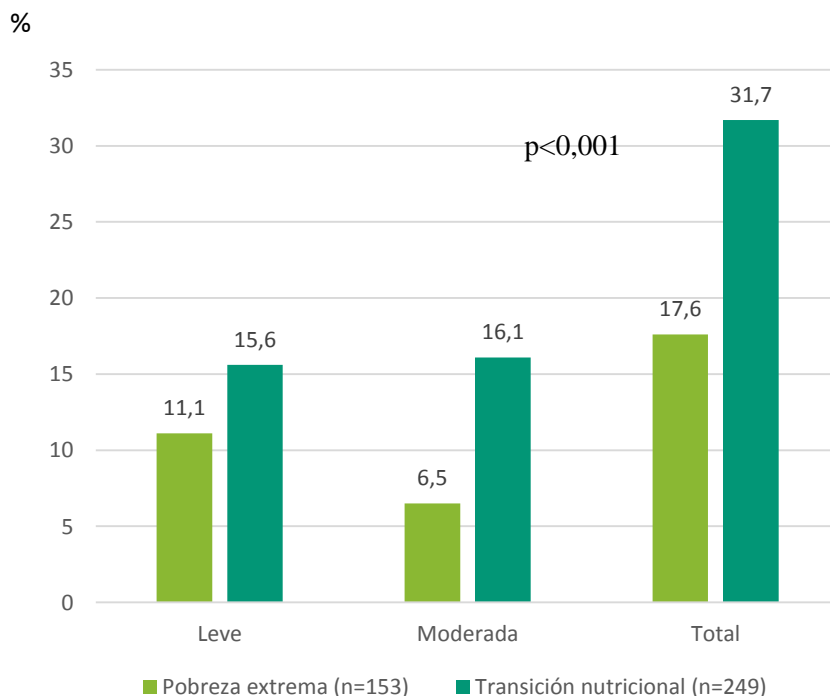
Regresión Logística para describir los factores asociados al riesgo de padecer exceso de peso (0 = delgadez moderada + normopeso). En ambos modelos se incluyó mediante el método ENTER las siguientes variables: edad (años), género (0= varón; 1= mujer), nivel de actividad física (0=bajo; 1=alto) y energía (kcal/día). En el modelo *Alimentario* se incluyeron mediante el método STEPWISE las siguientes variables en g/día: carne, pescado, cereales salados, cereales dulces, lácteos, huevos, legumbres, tubérculos, grasas visibles y alimentos superfluos. En el modelo *Nutricional* mediante el método STEPWISE se incluyeron los siguientes nutrientes en g/día: proteínas, lípidos, azúcar libre, azúcar natural y almidones; IC: Intervalo de confianza; * Alimentos superfluos= azúcar, miel, chocolate, zumos y bebidas azucaradas.

En cuanto a los **factores asociados al riesgo de bajo peso**, se realizaron modelos de Regresión Logística para conocer dichos factores, sin obtener ningún resultado significativo.

5. Prevalencia de anemia y sus factores asociados

En la figura 6 se presenta la prevalencia de anemia según los puntos de corte internacionales (OMS, 2007). Se observa que la prevalencia en la zona en transición nutricional (31,7%) casi duplica la de la zona en pobreza extrema (17,6%) ($p < 0,001$). No se halló ningún caso de anemia severa (hemoglobina $< 8,0$ g/dL).

Figura 6 Prevalencia y clasificación de anemia[†] según zona socioeconómica
[†]Clasificación según los puntos de corte de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011).
Hemoglobina de 11,0-11,4 g/dL = anemia leve, Hb de 8,0-10,9 g/dL = anemia moderada



En la Tabla 15 se muestran las características demográficas, antropométricas, bioquímicas y alimentario-nutricionales relacionadas con la presencia/ausencia de anemia, según zona socioeconómica. En ambas zonas, los niños anémicos tienen menos edad y son mayoritariamente varones. En la zona en transición nutricional, los niños anémicos tienen valores más bajos de leucocitos ($p < 0,001$) que los no anémicos. En cuanto a su alimentación, los escolares anémicos de la zona en pobreza extrema realizan un menor consumo de lácteos ($p = 0,033$) y menor ingesta de lípidos ($p = 0,034$), vitamina B1 ($p = 0,001$), folatos ($p = 0,025$) y calcio ($p = 0,024$) que los no anémicos; y en la zona en transición nutricional los niños anémicos consumen menos carne + pescado ($p = 0,004$), legumbres ($p = 0,024$) y dulces ($p < 0,001$) e ingieren menos energía ($p = 0,016$), y vitamina B3 ($p = 0,012$) que los no anémicos.

En la tabla 16 se muestran las fuentes alimentarias de hierro según la zona socioeconómica. Como podemos observar, las principales fuentes dietéticas de hierro de los escolares de la zona en pobreza extrema son las legumbres, que representan el 33% del hierro total ingerido, y los cereales, que representan el 29% del hierro total; mientras que en la zona en transición nutricional, las principales fuentes son los cereales (36%) y la carne (30%).

Tabla 15 Factores relacionados con la anemia

	Pobreza extrema (n=153)		p	Transición nutricional (n=249)		p
	No anemia (n=126)	Anemia (n=27)		No anemia (n=170)	Anemia (n=79)	
	Media (DE)	Media(DE)		Media (DE)	Media (DE)	
Edad (años)	9,11 (1,59)	8,33 (1,73)	0,023	9,15 (1,74)	7,98 (1,72)	<0,001
Género						
Mujer (%) [n]	50% [63]	40,7% [11]	0,255	55,89%[95]	20,25% [16]	<0,001
Varón (%) [n]	50% [63]	59,3 [16]		44,11% [75]	79,75% [63]	
Características antropométricas						
IMC (kg/m ²)	16,63 (1,72)	16,32 (1,77)	0,074	17,10 (2,91)	16,44 (2,32)	0,187
Z-score IMC/Edad	-0,0238 (0,97)	0,0059 (1,02)	0,547	-0,1189 (1,39)	-0,2194 (1,26)	0,829
Características bioquímicas						
Leucocitos (10 ⁻⁹ /L)	7,79 (2,01)	7,18 (1,67)	0,157	7,02 (1,73)	6,31 (1,03)	<0,001
Consumo alimentario						
Carne + pescado (g/ día)	44,39 (29,05)	33,94 (24,35)	0,084	86,05 (61,53)	60,63 (60,15)	0,004
Huevos (g/ día)	10,40 (9,95)	7,14 (19,03)	0,494	24,89 (15,38)	28,16 (28,06)	0,334
Lácteos (g/ día)	608,31 (326,17)	464,07 (255,86)	0,033	120,61 (47,65)	247,33 (229,30)	0,004
Legumbres (g/ día)	51,87 (43,47)	41,00 (35,49)	0,425	16,69 (30,11)	13,83 (7,78)	0,024
Cereales (g/ día)	154,46 (70,46)	138,27 (70,78)	0,282	144,88 (77,38)	121,17 (68,18)	0,823
Tubérculos (g/ día)	153,19 (137,97)	158,14 (148,65)	0,869	59,13 (85,01)	61,06 (55,86)	0,593
Verduras (g/ día)	49,54 (34,17)	56,25 (41,71)	0,377	55,27 (57,30)	63,73 (63,51)	0,763
Frutas (g/ día)	10,28 (5,15)	3,88 (0,20)	0,050	98,20 (94,36)	80,80 (69,25)	0,192
Alimentos superfluos (g/ día)	18,31 (13,49)	19,70 (11,29)	0,621	155,33 (82,93)	70,71 (67,76)	<0,001

Tabla 15 Factores relacionados con la anemia (parte 2)

	Pobreza extrema (n=153)			Transición nutricional (n=249)		
Ingesta nutricional						
Energía (kcal/ día)	1440,06 (403,08)	1292,16 (315,53)	0,076	1298,01 (391,26)	1171,50 (331,42)	0,016
Proteínas (g/día)	46,83 (14,02)	39,83 (7,47)	<0,001	50,93 (19,16)	43,70 (16,09)	0,003
Lípidos (g/día)	43,36 (15,60)	36,59 (10,88)	0,034	35,80 (20,21)	38,10 (21,07)	0,705
AGS (g/ día)	14,62 (5,86)	12,71 (4,51)	0,115	11,20 (6,59)	12,06 (7,40)	0,069
AGPI (g/ día)	13,37 (5,92)	11,02 (4,08)	0,017	10,91 (9,04)	10,16 (10,7)	0,802
AGMI (g/ día)	11,11 (4,22)	9,31 (3,10)	0,039	10,36 (6,32)	11,44 (6,97)	0,644
Vitamina A (µg/ día)	185,23 (256,94)	117,99 (75,58)	0,533	176,05 (95,93)	175,11 (107,49)	0,068
Vitamina D (µg/ día)	1,87 (0,89)	1,86 (0,67)	0,981	0,40 (0,38)	0,31 (0,17)	0,835
Vitamina C (µg/día)	35,20 (24,91)	25,21 (19,72)	0,050	56,57 (31,35)	46,49 (30,77)	0,021
Vitamina E (µg/ día)	6,04 (4,13)	4,18 (1,60)	<0,001	13,67 (9,83)	8,70 (2,53)	0,037
B ₁ /Tiamina (mg/ día)	0,78 (0,41)	0,57 (0,21)	0,001	0,86 (0,73)	0,81 (0,55)	0,844
B ₂ /Riboflavina (mg/ día)	1,12 (0,54)	0,91 (0,30)	0,060	1,09 (0,48)	1,12 (0,47)	0,434
B ₃ /Niacina (mg/ día)	7,90 (3,21)	7,43 (2,11)	0,471	10,56 (5,31)	8,67 (5,31)	0,012
B ₉ /Folatos (µg/ día)	159,83 (84,89)	120,26 (66,14)	0,025	158,84 (112,41)	178,99 (137,08)	0,209
B ₁₂ /Cobalamina (µg/ día)	3,70 (7,59)	2,56 (0,85)	0,501	2,69 (1,88)	1,95 (1,46)	0,685
Hierro (mg/ día)	12,84 (11,18)	5,25 (4,52)	<0,001	6,22 (3,81)	5,58 (4,58)	0,388
<i>Hierro Hemo</i> (mg/ día)	0,53 (0,51)	0,55 (0,35)	0,876	1,31 (0,95)	0,90 (0,90)	0,003
<i>Hierro no hemo</i> (mg/ día)	12,43 (11,19)	4,83 (4,59)	<0,001	5,23 (3,66)	4,90 (4,63)	0,082
Calcio (mg/ día)	641,30 (253,23)	522,00 (203,89)	0,024	476,15 (256,79)	512,75 (267,37)	0,575

DE: Desviación estándar; Alimentos superfluos: bebidas azucaradas, dulces, azúcar, zumos; AGS: Ácidos Grasos Saturados; AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados.

Tabla 16 Fuentes alimentarias de hierro en la dieta de los escolares según zona socioeconómica

	Ingesta de hierro (mg/día)		P	Porcentaje del total hierro		P
	Pobreza extrema (n=153)	Transición nutricional (n=249)		Pobreza extrema (n=153)	Transición nutricional (n=249)	
	Media (DE)	Media (DE)		%	%	
Grupos de alimentos (mg/día)						
Carne	0,56 (0,55)	2,16 (1,06)	<0,001	6,1	30,1	<0,001
<i>Hierro hemo</i>	0,23 (0,47)	1,00 (0,90)	<0,001	-	-	
Pescado	0,84 (0,76)	0,35 (1,40)	<0,001	8,2	5,6	<0,001
<i>Hierro hemo</i>	0,33 (0,30)	0,14 (0,56)	<0,001	-	-	
Huevos	0,09 (0,21)	0,26 (0,36)	<0,001	1,1	6,8	<0,001
Productos lácteos	0,78 (0,43)	0,35 (0,45)	<0,001	7,7	6,2	0,032
Grasas visibles	0,29 (0,15)	0,23 (0,27)	0,005	3,2	3,1	0,842
Cereales	3,01 (1,43)	2,69 (1,48)	0,028	29,3	36,1	0,001
Tubérculos	2,21 (2,06)	0,86 (1,20)	<0,001	7,8	2,3	<0,001
Legumbres	3,52 (4,35)	0,45 (0,48)	<0,001	32,1	2,5	<0,001
Verduras	0,39 (0,27)	0,40 (0,47)	0,021	3,1	5,2	0,018
Frutas	0,07 (0,33)	0,76 (0,71)	<0,001	1,4	2,1	0,084
Hierro total	11,24 (10,42)	5,91 (3,96)	<0,001	100%	100%	

DE= Desviación Estándar

La Tabla 17 muestra los factores asociados al riesgo de padecer anemia en la muestra total en dos modelos de regresión logística. En ambos modelos observamos que beneficiarse del Programa alimentario Quali Warma es un potente factor protector frente al riesgo de padecer anemia. Además tener menor edad y niveles bajos de leucocitos son factores que aumentan el riesgo de padecer anemia. Además, las siguientes variables se asocian al riesgo de padecer anemia: en el modelo alimentario, realizar un

menor consumo de carne + pescado (OR 0,994) y de frutas (OR 0,996) y en el modelo nutricional una menor ingesta de hierro (OR 0,905), vitamina C (OR 0,985) y vitamina E (OR 0,976).

Tabla 17 Factores asociados al riesgo de padecer anemia

	<i>OR</i>	<i>95% IC</i>	<i>p</i>
Modelo alimentario			
Programa alimentario (0= no; 1=sí)	0,353	(0,182-0,685)	0,002
Género (0=varón; 1=mujer)	0,284	(0,164-0,491)	<0,001
Edad (años)	0,715	(0,613-0,835)	<0,001
Leucocitos (10-9/L)	0,790	(0,660-0,946)	0,010
Carne + pescado (g/día)	0,994	(0,989-0,999)	0,018
Frutas (g/día)	0,996	(0,993-1,000)	0,036
<i>R² Nagelkerke x 100= 27,1, $\chi^2_{26} 402 = 79,1, p<0,001$</i>			
Modelo nutricional			
Programa alimentario (0= no; 1=sí)	0,466	(0,245-0,887)	0,020
Género (0=varón; 1=mujer)	0,216	(0,121-0,385)	<0,001
Edad (años)	0,700	(0,600-0,818)	<0,001
Leucocitos (10-9/L)	0,804	(0,664-0,975)	0,027
Hierro (mg/día)	0,905	(0,845-0,970)	0,004
Vitamina C (mg/día)	0,985	(0,975-0,995)	0,003
Vitamina E (µg/día)	0,976	(0,958-0,995)	0,013
<i>R² Nagelkerke x 100= 33,8, $\chi^2_{27} 402 = 101,6, p<0,001$</i>			

En el modelo alimentario se incluyó: Programa alimentario (0= no; 1=sí), género (0=varón; 1=mujer), edad (años), IMC (kg/m²), leucocitos (10-9/L), carne + pescado (g/día), frutas (g/día), cereales (g/día), legumbres (g/día) y lácteos (g/día). En el modelo nutricional se incluyó: Programa alimentario (0= no; 1=sí), género (0=varón; 1=mujer), edad (años), IMC (kg/m²), leucocitos (10-9/L), hierro (mg/día), vitamina C (mg/día), vitamina E (µg/día), tiamina (mg/día), proteínas (g/día), Ácidos Grasos Monoinsaturados (g/día), Ácidos Grasos Poliinsaturados (g/día), calcio (mg/día), cobalamina (µg/día), folatos (µg/día) y energía (kcal/día).

6. Funcionamiento neuropsicológico y de la conducta

6.1 Descripción de las funciones neuropsicológicas

En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos por los escolares en las pruebas neuropsicológicas, según zona socioeconómica y sexo. Como puede observarse, los escolares de la zona en pobreza extrema tienen un rendimiento significativamente menor en casi todas las pruebas realizadas, excepto en la prueba de memoria verbal, memoria visual y en los errores cometidos en la prueba de coordinación visomotora alterna. Así, también tienen puntajes significativamente más bajos en todos los dominios neuropsicológicos.

Al realizar el análisis según sexo, en la zona en pobreza extrema los varones tienen más aciertos ($p=0,039$) y menos errores de comisión ($p=0,008$) en la prueba CPT; menos errores en la prueba de coordinación visomotora alterna (CVA) ($p=0,036$); mayor rendimiento en la prueba de razonamiento MATRICES; y un mayor número de palabras en la prueba de fluidez verbal fonológica ($p=0,007$) que las mujeres. Además, presentan mejores puntajes en los dominios neuropsicológicos de atención ($p=0,020$) y verbal ($p=0,020$) y menos impulsividad ($p=0,005$). Por otro lado, en la zona en transición nutricional, los varones presentan mayor puntuación en la prueba de memoria verbal inmediata ($p=0,041$) y tienen mejor rendimiento en la prueba de coordinación visomotora alterna ($p<0,001$) que las mujeres. En cambio, éstas tienen mejor resultado en velocidad de procesamiento visomotor según el test CLAVES y también en fluidez fonológica.

Tabla 18 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y sexo

	Total	Pobreza extrema		p	Total	Transición nutricional		p	p entre zonas
		Niños	Niñas			Niños	Niñas		
		(n=87)	(n=83)			(n=145)	(n=103)		
	Media±DE	Media±DE		Media±DE	Media±DE				
Batería BENCI									
Memoria verbal									
Inmediata (1, 2 y 3)	4,82±1,66	4,91±1,46	4,73±1,85	ns	4,90±1,63	5,08±1,58	4,65±1,68	0,041	ns
Demorada	6,35±2,19	6,60±2,09	6,08±2,27	ns	6,38±2,16	6,39±1,94	6,36±2,45	ns	ns
Curva de aprendizaje	1,12±2,26	1,11±2,14	1,13±2,38	ns	1,58±1,87	1,78±1,62	1,30±2,15	na	0,029
Memoria visual									
Inmediata	8,02±2,30	8,08±2,19	7,95±2,43	ns	8,18±2,44	8,39±2,55	7,87±2,25	ns	ns
Demorada	6,52±2,38	6,61±2,19	6,42±2,58	ns	6,77±2,52	6,94±2,73	6,52±2,19	ns	ns
Reconocimiento	41,02±10,49	40,92±10,13	41,13±10,92	ns	45,69±5,48	45,45±5,15*	46,04±5,92*	ns	<0,001
Ejecución continua (CPT)									
Aciertos	7,08±2,11	7,40±1,89	6,73±2,28	0,039	9,38±0,35	9,33±0,36*	9,37±0,33*	ns	<0,001
Errores de Omisión	0,68±0,56	0,72±0,59*	0,65±0,53*	ns	0,39±0,21	0,37±0,22	0,41±0,21	ns	<0,001
Errores de Comisión	2,18±2,01	1,78±1,74	2,61±2,19*	0,008	0,44±0,26	0,45±0,26*	0,41±0,24	ns	<0,001
Tiempo (minutos)	8,99±1,68	9,08±1,74*	8,89±1,61*	ns	7,12±2,17	6,97±2,15	7,31±2,19	ns	<0,001
Coordinación Visomotora Alterna									
Tiempo respuesta (minutos)	2,52±1,03	2,44±0,84*	2,61±1,21	ns	2,20±0,98	1,29±0,37	2,68±0,86	<0,001	0,027
Errores	3,41±4,31	2,72±3,36	4,15±5,06	0,036	3,78±4,72	1,24±1,01	5,13±5,34	<0,001	ns
TEST WISC-IV									
(puntuación escalar)									

MATRICES	5,12±1,89	5,54±1,68*	4,69±2,02*	0,003	7,96±3,02	7,77±2,79	8,22±3,31	ns	<0,001
CLAVES	4,46±2,40	4,41±2,34	4,51±2,41	ns	7,85±2,80	7,46±2,98*	8,40±2,43*	0,007	<0,001
DÍGITOS									
Orden directo	5,80±2,88	6,21±2,75	5,37±2,97	ns	9,58±2,49	9,37±2,42*	9,87±2,58*	ns	<0,001
Orden inverso	5,35±3,20	5,64±3,03	5,04±3,36	ns	8,26±2,93	8,37±3,14*	8,12±2,61*	ns	<0,001
Puntuación total	4,36±2,60	4,71±2,51	4,00±2,66	ns	8,08±2,66	7,95±2,73*	8,26±2,56*	ns	<0,001
TEST ENFEN									
Fluidez verbal fonológica									
Nº palabras	5,46±2,86	6,03±2,93	4,86±2,67	0,007	6,86±3,43	6,25±3,17	7,72±3,60*	0,001	<0,001
Fluidez verbal semántica									
Nº palabras	9,33±3,26	10,09±3,12	9,35±3,38	ns	11,98±3,60	11,71±3,53*	12,37±3,68*	ns	<0,001
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS									
ATENCIÓN	11,44±3,85	12,10±3,64	10,73±3,96	0,020	17,4±2,73	17,28±2,81*	17,62±2,61*	ns	<0,001
VERBAL	26,35±7,32	27,63±6,76	25,02±7,68	0,020	30,12±7,93	29,42±7,71	31,10±8,18*	ns	<0,001
IMPULSIVIDAD	5,56±4,95	4,51±3,67*	6,71±5,87	0,005	4,22±4,75	1,71±1,07	5,56±5,38	<0,001	0,055
MEMORIA VISUAL	49,04±11,55	49,00±10,99	49,08±12,18	ns	53,87±6,34	53,84±5,91*	53,91±6,93*	ns	<0,001

DE= Desviación estándar; ns= no significativo; *=Diferencias significativas entre niños o entre niñas, según zona.

6.2 Prevalencia de problemas psicológicos

En la tabla 19 se muestra la prevalencia (según rango de anormalidad del test SDQ) de los distintos problemas de la conducta. No se observan diferencias significativas según zona socioeconómica.

Se realizaron modelos de Regresión Logística para cada una de las escalas y el total (0=normal; 1= anormal) para explorar el efecto de la edad (años) y el género (0=varón; 1=mujer). Solo se ha observado que a mayor edad mayor conducta pro-social (OR 0,205; p=0,019).

Tabla 19 Prevalencia de problemas psicológicos

Total	
(n=402)	
DIFICULTADES TOTALES	
Límite (%)	30,0
Anormal (%)	27,8
Síntomas emocionales	
Límite (%)	15,4
Anormal (%)	10,4
Problemas conductuales	
Límite (%)	10,2
Anormal (%)	27,3
Hiperactividad/ Problemas de atención	
Límite (%)	12,4
Anormal (%)	16,5
Problemas relacionados con los compañeros	
Límite (%)	19,3
Anormal (%)	13,6
Conducta Pro-social	
Límite (%)	32,8
Anormal (%)	15,8

ns= no significativo

En relación al estado emocional de las madres, según rango de anormalidad del test Goldberg, en la zona en pobreza extrema existe una prevalencia de ansiedad de 56,5% y 34,0% de depresión y en la zona en

transición nutricional un 55,2% y un 39,6% respectivamente, sin existir diferencias significativas entre zonas.

6.3 Relación del funcionamiento neuropsicológico con la ingesta nutricional

Debido a que una mayoría de los resultados neuropsicológicos fueron significativamente diferentes entre zonas, el análisis de relación entre las funciones neuropsicológicas y la PII se ha realizado según zona socioeconómica.

Tal como podemos observar en la Tabla 20, en la zona de **pobreza extrema**, los escolares con una alta PII de energía presentan menor atención ($p=0,018$), menor dominio verbal ($p=0,007$) y mayor impulsividad ($p=0,008$) que los escolares con una baja PII de energía. En el caso de los nutrientes, los escolares con una ingesta inadecuada de Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI) tienen menos memoria visual inmediata ($p=0,020$), menos aciertos ($p=0,050$) y más errores de comisión ($p=0,033$) en el test CPT, así como mayor impulsividad ($p=0,047$) que los que tienen una menor PII. Los niños que tienen un consumo adecuado de tiamina ($p=0,013$) y de vitamina B6 ($p=0,002$) presentan mayor curva verbal que los que tienen un consumo inadecuado.

Por otro lado, en la **zona en transición nutricional**, no se hallaron diferencias significativas en ninguna función neuropsicológica según la PII de energía. En el caso de los AGPI, los escolares con alta PII cometen más errores tanto de omisión ($p=0,030$) como de comisión ($p=0,013$) en la prueba CPT.

En el caso de las vitaminas del complejo B, en la zona de pobreza extrema, los escolares con alta PII de tiamina (Vitamina B1) tienen menor memoria verbal inmediata ($p=0,021$) y a demorada ($p=0,015$), menor memoria

visual inmediata ($p < 0,001$) y a demorada ($p = 0,003$), menos aciertos ($p = 0,045$) y más errores de comisión en el test CPT ($p = 0,022$), nombran menos palabras en la fluidez verbal semántica ($p < 0,001$), son más impulsivos ($p = 0,010$), tienen menor atención ($p = 0,048$), menor dominio verbal ($p < 0,001$), menor memoria visual ($p = 0,039$) y su curva de aprendizaje es también menor ($p = 0,013$) que los que tienen una baja PII de B1. Los niños con alta PII de riboflavina (Vitamina B2) tienen menos memoria visual inmediata ($p = 0,006$), menos aciertos ($p = 0,045$) y más errores de omisión ($p = 0,045$) que los niños con PII de B2 baja. En la zona en transición nutricional, los niños con alta PII de tiamina tienen menor memoria visual inmediata ($p = 0,045$) y nombran menos palabras en la fluidez verbal fonológica ($p = 0,002$) (Tabla 21).

Tabla 20 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII) a las recomendaciones de energía y AGPI

	PII kcal						PII AGPI					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta (n=57)	Baja (n=109)		Alta (n=96)	Baja (n=137)		Alta (n=24)	Baja (n=142)		Alta (n=188)	Baja (n=60)	
Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE		
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,53±1,74	4,98±1,57	ns	4,96±1,75	4,97±1,49	ns	5,06±2,00	4,79±1,58	ns	4,77±1,80	5,03±1,53	ns
Demorada	6,05±2,45	6,54±2,05	ns	6,26±2,04	6,56±2,09	ns	6,58±2,35	6,34±2,18	ns	6,18±1,94	6,53±2,11	ns
Curva de aprendizaje	1,05±2,29	1,28±2,20	ns	1,58±1,82	1,60±1,89	ns	1,04±2,24	1,62±2,33	ns	1,59±1,91	1,60±1,72	ns
Memoria visual												
Inmediata	7,56±2,46	8,30±2,17	ns	7,95±2,28	8,51±2,46	ns	7,04±1,94	8,22±2,31	0,020	8,00±2,32	8,38±2,45	ns
Demorada	6,00±2,59	6,87±2,20	ns	6,61±2,48	6,99±2,51	ns	5,46±1,88	6,76±2,40	0,013	6,82±2,44	6,84±2,53	ns
Reconocimiento	40,32±10,22	41,68±10,53	ns	45,31±5,91	46,02±5,00	ns	41,13±9,07	41,23±10,65	ns	45,67±4,76	45,75±5,61	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	6,65±2,27	7,31±1,99	ns	9,36±0,34	9,34±0,37	ns	6,32±2,41	7,21±2,03	0,050	9,36±0,36	9,34±0,35	ns
Errores de Omisión	0,73±0,56	0,65±0,56	ns	0,43±0,22	0,37±0,21	ns	0,55±0,45	0,70±0,58	ns	0,45±0,26	0,37±0,19	0,030
Errores de Comisión	2,57±2,19	1,98±1,88	ns	0,44±0,26	0,43±0,26	ns	3,13±2,35	2,01±1,89	0,033	0,50±0,23	0,41±0,26	0,013
Tiempo respuesta (minutos)	9,28±1,66	8,84±1,68	ns	7,02±1,94	7,26±2,33	ns	8,86±1,58	9,01±1,71	ns	7,11±2,27	7,17±2,14	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta	2,61±1,37	2,46±0,82	ns	2,26±1,09	2,10±0,89	ns	2,73±1,13	2,47±1,02	ns	2,11±0,76	2,20±1,05	ns
Errores	4,21±5,88	2,85±3,10	ns	3,71±4,86	3,63±4,19	ns	4,67±5,60	3,09±4,00	ns	3,47±4,15	3,73±4,61	ns

TEST WISC-IV (puntuación escalar)												
MATRICES	5,07±1,66	5,17±2,03	ns	8,29±3,10	7,74±3,04	ns	5,79±2,32	5,02±1,82	ns	7,82±3,26	8,02±3,01	ns
CLAVES	4,58±2,61	4,36±2,29	ns	7,67±2,75	7,95±2,88	ns	4,23±2,19	5,63±3,20	0,008	7,69±2,88	8,25±2,65	ns
DÍGITOS												
Orden directo	5,39±2,76	6,11±2,92	ns	9,47±2,47	9,53±2,53	ns	6,29±3,62	5,79±2,74	ns	9,73±2,34	9,43±2,56	ns
Orden inverso	4,75±3,22	5,70±3,14	ns	7,99±2,85	8,48±2,96	ns	4,96±3,11	5,44±3,21	ns	8,40±3,27	8,24±2,80	ns
Puntuación total	3,86±2,58	4,67±2,60	ns	7,88±2,62	8,18±2,64	ns	4,38±3,06	4,39±2,54	ns	8,18±2,93	8,01±2,53	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Nº palabras	3,73±2,73	5,09±3,06	ns	6,80±3,42	7,01±3,18	ns	4,42±2,62	5,70±2,86	0,042	6,08±3,76	7,22±3,05	0,020
Fluidez verbal semántica												
Nº palabras	8,67±3,14	10,31±3,24	0,002	11,90±3,40	12,09±3,56	ns	9,50±3,98	9,79±3,18	ns	11,50±2,94	12,19±3,65	ns
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN	10,47±3,97	11,98±3,72	0,018	17,21±2,64	17,51±2,73	ns	10,61±4,94	11,61±3,65	ns	17,54±3,03	17,33±2,57	ns
VERBAL	24,33±7,73	27,57±6,91	0,007	29,92±7,61	30,64±7,61	ns	25,56±7,07	26,61±7,40	ns	28,54±7,91	29,97±7,41	ns
IMPULSIVIDAD	6,90±6,07	4,74±4,08	0,008	4,14±4,85	4,10±4,23	ns	7,87±6,35	5,05±4,55	0,047	3,98±4,18	4,16±4,62	ns
MEMORIA VISUAL	47,87±11,51	49,98±11,42	ns	53,26±6,66	54,53±5,85	ns	48,16±10,02	49,44±11,71	ns	53,66±5,23	54,12±6,53	ns

PII alta: >70%; PII baja: <70%; Kcal= kilocalorías; AGPI=Ácidos Grasos Poliinsaturados; DE= Desviación Estándar; ns= no significativo

Tabla 21 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de tiamina y riboflavina

	PII Tiamina (B1)						PII Riboflavina (B2)					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta	Baja		Alta	Baja		Alta	Baja		Alta	Baja	
	(n=62)	(n=104)	(n=155)	(n=93)	(n=122)	(n=44)	(n=167)	(n=66)				
Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE					
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,45±1,51	5,05±1,68	0,021	4,86±1,84	5,04±1,42	ns	4,78±1,64	4,96±1,67	ns	5,02±1,67	4,83±1,40	ns
Demorada	5,84±2,41	6,69±2,01	0,015	6,27±2,25	6,55±1,94	ns	6,31±2,27	6,55±2,01	ns	6,44±2,04	6,42±2,14	ns
Curva de aprendizaje	0,81±2,41	1,66±1,88	0,013	1,59±1,94	1,60±1,74	ns	0,95±2,45	1,19±2,19	ns	1,54±1,92	1,61±1,84	ns
Memoria visual												
Inmediata	7,21±2,13	8,55±2,25	<0,001	7,89±2,53	8,54±2,28	0,045	7,75±2,23	8,86±2,29	0,006	8,11±2,48	8,71±2,12	ns
Demorada	5,87±2,37	6,99±2,28	0,003	6,62±2,59	6,98±2,44	ns	6,43±2,40	6,95±2,27	ns	6,65±2,48	7,32±2,50	ns
Reconocimiento	39,53±11,81	42,21±9,40	ns	45,16±6,19	46,11±4,79	ns	40,90±10,24	42,07±10,94	ns	45,51±5,55	46,29±4,98	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	6,66±2,18	7,34±2,02	0,045	9,34±0,35	9,35±0,35	ns	6,88±2,14	7,63±1,91	0,045	9,34±0,36	9,37±0,34	ns
Errores de Omisión	0,65±0,50	0,69±0,60	ns	0,42±0,23	0,37±0,20	ns	0,73±0,58	0,53±0,50	0,045	0,40±0,21	0,37±0,22	ns
Errores de Comisión	2,66±2,22	1,89±1,81	0,022	0,44±0,26	0,43±0,26	ns	2,33±2,07	1,77±1,75	ns	0,44±0,26	0,43±0,25	ns
Tiempo	9,09±1,55	8,93±1,77	ns	7,21±2,21	7,12±2,15	ns	9,12±1,61	8,63±1,85	ns	7,13±2,08	7,22±2,42	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2,69±1,31	2,41±0,83	ns	2,17±1,04	2,18±0,94	ns	2,55±1,10	2,42±0,85	ns	2,12±0,97	2,39±1,01	ns
Errores	4,12±5,68	2,85±3,16	ns	3,23±4,02	4,03±4,83	ns	3,51±4,71	2,80±2,87	ns	3,24±3,88	5,20±6,07	ns
TEST WISC-IV (puntuación escalar)												

MATRICES	5,23±1,98	5,08±1,87	ns	7,96±3,03	7,97±3,10	ns	5,25±1,96	4,82±1,76	ns	8,10±3,07	7,62±3,07	ns
CLAVES	4,32±2,70	4,50±2,21	ns	7,29±2,69	8,18±2,87	0,017	4,47±2,58	4,34±1,81	ns	7,85±2,87	7,79±2,74	ns
DÍGITOS												
Orden directo	5,58±2,74	6,03±2,96	ns	9,43±2,63	9,56±2,42	ns	5,79±2,70	6,07±3,35	ns	9,53±2,53	9,44±2,44	ns
Orden inverso	4,76±3,29	5,74±3,08	ns	8,14±2,95	8,37±2,91	ns	5,30±3,11	5,57±3,41	ns	8,39±3,01	8,00±2,70	ns
Puntuación total	4,06±2,56	4,59±2,64	ns	7,96±2,79	8,11±2,53	ns	4,34±2,52	4,55±2,89	ns	8,11±2,65	7,89±2,62	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras	5,06±2,73	5,78±2,91	ns	6,10±2,92	7,48±3,39	0,002	5,53±2,92	5,45±2,70	ns	6,95±3,29	6,86±3,26	ns
Fluidez verbal semántica												
Palabras	8,53±3,39	10,47±3,02	<0,001	11,77±3,43	12,17±3,53	ns	9,47±3,42	10,52±2,79	ns	11,91±3,41	12,27±3,69	ns
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN	10,70±3,85	11,93±3,81	0,048	17,28±2,84	17,46±2,60	ns	11,21±3,81	12,17±3,95	ns	17,44±2,72	17,26±2,65	ns
VERBAL	23,88±7,36	28,00±6,91	<0,001	29,00±7,78	31,24±7,37	ns	26,09±7,64	27,49±6,38	ns	30,32±7,73	30,39±7,31	ns
IMPULSIVIDAD	6,76±5,93	4,71±4,09	0,010	3,70±4,02	4,45±4,86	ns	5,81±5,27	4,56±3,81	ns	3,70±3,89	5,62±6,12	ns
MEMORIA VISUAL	46,74±12,48	50,75±10,33	0,039	53,05±6,83	54,64±5,71	ns	48,65±11,19	50,93±12,15	ns	53,61±6,34	55,00±5,82	ns

PII alta: >70%; PII baja: <70%; DE= Desviación Estándar; Ns= no significativo

En la Tabla 22 se observa que, en el caso de la niacina (**B3**), los niños de la zona en pobreza extrema que presentan alta **PII** tienen menos memoria visual inmediata ($p=0,009$) y a demorada ($p=0,042$), menos fluidez verbal fonológica ($p=0,027$) y semántica ($p=0,022$). Los que tienen alta **PII** de vitamina **B5** presentan menos memoria visual ($p=0,014$) y menos fluidez verbal semántica ($p=0,038$). En la zona en transición nutricional, los que presentan alta **PII** de niacina tardan más en responder la prueba de coordinación visomotora alterna ($p=0,037$).

En la tabla 23 se puede apreciar que los niños de la zona en pobreza extrema con alta **PII B6** tienen un menor rendimiento en la prueba de claves del **WISC-IV** y en la zona en transición nutricional tienen menos memoria visual inmediata ($p=0,006$) y a demorada ($p=0,036$) y menos fluidez verbal semántica ($p=0,046$). En la zona en Pobreza extrema según la ingesta de hierro, los niños con alta **PII** tienen menor memoria visual a demorada ($p=0,011$), menor puntuación en la prueba de dígitos (orden inverso) ($p=0,044$) y menor fluidez verbal semántica ($p=0,016$) y contrario a lo esperado, no se observan diferencias significativas en los puntajes de las pruebas en la zona en transición nutricional.

Tabla 22 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de niacina y ácido pantoténico

	PII Niacina (B3)						PII Ácido pantoténico (B5)					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta (n=130) Media±DE	Baja (n=36) Media±DE		Alta (n=134) Media±DE	Baja (n=99) Media±DE		Alta (n=98) Media±DE	Baja (n=68) Media±DE		Alta (n=163) Media±DE	Baja (n=70) Media±DE	
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,59±1,96	4,89±1,55	ns	4,81±1,77	5,08±1,46	ns	4,71±1,61	4,99±1,68	ns	4,98±1,73	4,92±1,25	ns
Demorada	4,89±1,55	5,75±2,44	ns	6,42±2,05	6,45±2,09	ns	6,14±2,32	6,71±1,97	ns	6,34±2,00	6,48±2,10	ns
Curva de aprendizaje	0,97±2,32	1,69±1,93	ns	1,30±1,79	1,81±1,88	ns	0,80±2,44	1,35±2,10	ns	1,55±1,71	1,61±1,92	ns
Memoria visual												
Inmediata	7,17±2,61	8,29±2,15	0,009	8,01±2,63	8,48±2,20	ns	7,67±2,12	8,59±2,44	0,014	8,13±2,42	8,61±2,33	ns
Demorada	5,86±2,78	6,77±2,21	0,042	6,78±2,64	6,88±2,40	ns	6,46±2,36	6,74±2,40	ns	6,80±2,56	6,93±2,39	ns
Reconocimiento	38,67±12,64	41,92±9,65	ns	45,92±5,51	45,59±5,32	ns	39,99±10,92	42,97±9,44	ns	45,80±5,59	45,57±4,94	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	6,91±2,17	7,12±2,09	ns	9,34±0,38	9,36±0,34	ns	7,02±2,11	7,17±2,11	ns	9,34±0,37	9,36±0,31	ns
Errores de Omisión	0,69±0,53	0,67±0,57	ns	0,42±0,23	0,37±0,21	ns	0,65±0,53	0,72±0,60	ns	0,40±0,21	0,39±0,22	ns
Errores de Comisión	2,37±2,14	2,13±1,97	ns	0,44±0,26	0,43±0,26	ns	2,28±2,07	2,04±1,90	ns	0,44±0,26	0,43±0,25	ns
Tiempo	9,07±1,56	8,97±1,72	ns	7,16±2,14	7,15±2,20	ns	9,04±1,62	8,92±1,79	ns	7,25±2,40	7,12±2,08	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2,93±1,58	2,41±0,83	ns	2,47±0,91	1,97±0,98	0,037	2,50±1,15	2,54±0,86	ns	2,28±0,98	1,89±0,95	ns
Errores	4,85±6,82	2,93±3,30	ns	4,61±5,20	3,02±3,83	ns	3,39±4,98	3,22±3,09	ns	4,21±5,63	3,46±3,99	ns
TEST WISC-IV												

(puntuación escalar)												
MATRICES	5,05±1,72	5,42±2,48	ns	7,71±3,24	8,16±2,93	ns	4,84±1,72	5,34±2,02	ns	7,66±3,08	8,10±3,07	ns
CLAVES	4,37±2,22	4,67±2,99	ns	7,17±2,54	8,32±2,94	0,002	4,32±2,12	4,51±2,58	ns	7,54±2,66	7,96±2,90	ns
DÍGITOS												
Orden directo	5,69±2,76	6,47±3,24	ns	9,48±2,50	9,55±2,52	ns	5,71±2,86	5,97±2,90	ns	9,45±2,53	9,63±2,44	ns
Orden inverso	4,86±3,21	5,52±3,18	ns	8,12±2,91	8,40±2,93	ns	5,08±3,23	5,79±3,10	ns	7,83±2,79	8,47±2,96	ns
Puntuación total	4,35±2,49	4,53±3,05	ns	7,98±2,80	8,10±2,52	ns	5,34±2,72	5,87±2,47	ns	7,96±2,47	8,8±2,70	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras acertadas	4,58±2,75	5,77±2,84	0,027	6,71±3,08	7,22±3,53	ns	5,28±2,79	5,85±2,93	ns	6,70±3,23	7,02±3,30	ns
Fluidez verbal semántica												
Palabras acertadas	8,64±3,78	10,05±3,09	0,022	11,99±3,44	12,03±3,54	ns	9,31±3,33	10,38±3,16	0,038	12,01±3,45	12,03±3,61	ns
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN	11,46±4,58	11,47±3,66	ns	17,29±2,85	17,46±2,58	ns	11,35±4,05	11,64±3,59	ns	17,11±2,53	17,50±2,76	ns
VERBAL	23,56±8,56	27,26±6,78	0,007	30,27±7,24	30,45±8,09	ns	25,44±7,57	27,93±6,78	0,031	29,99±7,11	30,49±7,82	ns
IMPULSIVIDAD	5,07±4,02	7,09±7,47	ns	5,06±5,21	3,47±3,86	ns	5,67±5,52	5,19±3,99	ns	4,60±5,64	3,93±4,02	ns
MEMORIA VISUAL	45,83±14,24	50,20±10,43	ns	53,92±6,49	54,06±6,03	ns	47,66±11,79	51,55±10,65	0,028	53,93±6,37	54,18±5,87	ns

PII alta: >70%; PII baja<70%;DE- Desviación Estándar; Ns= no significativo

Tabla 23 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de piridoxina y hierro

	PII Piridoxina (B6)						PII Hierro					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta	Baja		Alta	Baja		Alta	Baja		Alta	Baja	
	(n=91)	(n=75)	(n=166)	(n=67)	(n=122)	(n=44)	(n=207)	(n=26)				
Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE					
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,70±1,63	4,93±1,65	ns	4,90±1,69	5,13±1,34	ns	4,62±1,66	4,90±1,63	ns	4,94±1,33	4,97±1,63	ns
Demorada	6,28±2,25	6,45±2,16	ns	6,25±2,16	6,90±1,75	0,032	6,27±2,28	6,41±2,18	ns	6,42±2,12	6,58±1,65	ns
Curva de aprendizaje	0,64±2,48	1,72±1,79	0,002	1,46±1,84	1,92±1,88	ns	1,02±2,50	1,17±2,17	ns	1,30±1,95	1,63±1,85	ns
Memoria visual												
Inmediata	7,51±2,24	8,49±2,25	0,006	8,14±2,53	8,63±2,00	ns	7,80±2,39	8,14±2,26	ns	8,26±2,45	8,46±1,92	ns
Demorada	6,15±2,52	6,92±2,19	0,036	6,75±2,55	7,04±2,39	ns	5,80±2,80	6,85±2,14	0,011	6,81±2,47	7,08±2,75	ns
Reconocimiento	40,13±11,31	42,10±9,59		45,80±5,24	45,57±5,80	ns	39,93±11,53	41,67±9,99	ns	45,00±6,53	45,82±5,25	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	6,95±2,22	7,19±2,01	ns	9,34±0,37	9,35±0,35	ns	6,96±2,15	7,13±2,09	ns	9,26±0,40	9,36±0,35	ns
Errores de Omisión	0,70±0,58	0,65±0,54	ns	0,40±0,22	0,37±0,21	ns	0,68±0,55	0,66±0,59	ns	0,47±0,24	0,39±0,21	ns
Errores de Comisión	2,36±2,23	2,03±1,78	ns	0,44±0,24	0,43±0,26	ns	2,34±1,96	2,13±2,02	ns	0,44±0,26	0,43±0,27	ns
Tiempo	9,08±1,53	8,91±1,80	ns	7,24±2,12	6,93±2,30	ns	9,00±1,64	8,99±1,70	ns	7,18±2,23	6,92±1,60	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2,59±1,23	2,45±0,87	ns	2,27±0,98	1,91±0,96	ns	2,60±1,42	2,48±0,87	ns	2,19±1,00	2,04±0,79	ns
Errores	3,32±5,07	3,32±3,59	ns	3,88±4,62	3,06±4,08	ns	4,33±5,63	2,96±3,66	ns	3,79±4,64	2,57±2,50	ns
TEST WISC-IV (puntuación escalar)												
MATRICES	4,96±1,70	5,35±2,13	ns	7,96±2,83	7,97±3,17	ns	4,86±1,77	5,23±1,96	ns	7,86±2,98	8,85±3,68	ns
CLAVES DÍGITOS	4,39±2,52	4,47±2,31	ns	7,57±2,61	8,48±3,25	0,045	4,05±2,38	4,57±2,40	ns	6,92±2,34	7,95±2,87	ns

Orden directo	5,59±2,68	6,19±3,09	ns	9,31±2,34	9,58±2,57	ns	5,43±2,79	6,02±2,91	ns	9,49±2,47	9,65±2,75	ns
Orden inverso	5,31±3,39	5,43±3,03	ns	7,93±2,79	8,42±2,97	ns	4,55±3,01	5,67±3,21	0,044	8,27±2,90	8,38±3,15	ns
Puntuación total	4,21±2,37	4,61±2,88	ns	7,73±2,44	8,18±2,71	ns	3,84±2,36	4,59±2,68	ns	8,02±2,60	8,27±2,94	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras acertadas	5,23±2,68	5,75±2,99	ns	6,76±3,30	6,99±3,27	ns	5,02±3,28	5,69±2,68	ns	6,77±3,79	6,95±3,22	ns
Fluidez verbal semántica												
Palabras acertadas	9,19±3,29	10,21±3,24	0,046	11,96±3,45	12,15±3,61	ns	8,73±3,41	10,11±3,18	0,016	11,96±3,42	12,46±4,01	ns
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN	11,40±3,60	11,55±4,18	ns	17,08±2,49	17,51±2,77	ns	10,80±3,43	11,71±3,99	ns	17,37±2,66	17,53±3,01	ns
VERBAL	25,39±7,65	27,34±6,99	ns	30,10±7,75	30,94±7,24	ns	24,64±8,09	27,12±6,96	ns	30,29±7,49	30,75±8,57	ns
IMPULSIVIDAD	5,62±5,65	5,35±4,33	ns	4,34±4,64	3,47±4,07	ns	6,56±5,84	5,08±4,53	ns	4,24±4,65	2,97±2,69	ns
MEMORIA VISUAL	47,64±12,34	50,59±10,57	ns	53,93±6,17	54,19±6,37	ns	47,72±12,90	49,81±10,90	ns	53,46±6,39	54,07±6,20	ns

PII alta: >70%; PII baja<70%; DE= Desviación Estándar; Ns= no significativo

En la zona en pobreza extrema los escolares con alta PII de B12 tienen menos memoria visual a demorada y de reconocimiento y en la zona en transición nutricional tienen menos memoria visual a demorada ($p=0,026$) (Tabla 24). En el caso de los folatos, en la zona en pobreza extrema los que tienen alta PII tienen menor memoria visual inmediata ($p=0,009$) y a demorada ($p=0,002$), menor fluidez verbal fonológica ($p=0,009$) y en general un menor dominio visual ($p=0,036$) y en la zona en transición nutricional también presentan menor rendimiento en la prueba claves y nombran un menor número de palabras en la fluidez verbal fonológica.

Los niños con alta PII de Vitamina C (Tabla 25) en la zona de pobreza extrema presentan menor fluidez verbal fonológica ($p=0,006$) y los de la zona en transición nutricional cometen más errores en la prueba CPT ($p<0,001$), obtienen menor puntaje en la prueba de dígitos de orden directo ($p=0,011$) y tienen menor fluidez verbal semántica ($p=0,008$). En cuanto a la vitamina D, en la zona en pobreza extrema no se observaron diferencias significativas según PII y en la zona en transición nutricional cometieron más errores en la prueba de coordinación visomotora alterna ($p<0,001$).

Tabla 24 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de cobalamina y folatos

	PII Cobalamina (B12)						PII Folatos					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta (n=143) Media±DE	Baja (n=23) Media±DE		Alta (n=127) Media±DE	Baja (n=106) Media±DE		Alta (n=16) Media±DE	Baja (n=150) Media±DE		Alta (n=193) Media±DE	Baja (n=40) Media±DE	
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,87±1,66	4,55±1,52	ns	4,82±1,70	5,14±1,46	ns	4,41±1,89	4,87±1,61	ns	4,80±1,68	5,00±1,58	ns
Demorada	6,43±2,23	6,00±2,00	ns	6,31±2,03	6,58±2,12	ns	5,56±2,58	6,46±2,15	ns	5,98±2,19	6,53±2,04	ns
Curva de aprendizaje	1,03±2,25	1,73±2,24	ns	1,51±1,78	1,68±1,94	ns	1,09±2,31	1,50±1,67	ns	1,45±1,67	1,62±1,90	ns
Memoria visual												
Inmediata	8,10±2,33	7,70±2,07	ns	8,13±2,43	8,45±2,35	ns	6,63±2,39	8,20±2,24	0,009	8,48±2,33	8,24±2,42	ns
Demorada	6,64±2,39	6,13±2,22	ns	6,50±2,41	7,24±2,57	0,026	4,81±1,87	6,76±2,35	0,002	7,00±2,43	6,80±2,52	ns
Reconocimiento	41,06±10,36	42,17±10,95	ns	45,24±6,02	46,32±4,49	ns	36,94±12,21	41,67±10,14		45,28±5,85	45,82±5,31	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	7,11±2,14	6,91±1,89	ns	9,35±0,33	9,35±0,39	ns	6,63±2,06	7,13±2,11	ns	9,38±0,35	9,34±0,35	ns
Errores de Omisión	0,69±0,58	0,62±0,46	ns	0,40±0,20	0,39±0,24	ns	0,70±0,55	0,67±0,56	ns	0,31±0,21	0,41±0,21	ns
Errores de Comisión	2,16±2,03	2,34±1,86	ns	0,44±0,26	0,43±0,26	ns	2,67±2,15	2,13±1,98	ns	0,41±0,27	0,44±0,26	ns
Tiempo	8,96±1,61	9,19±2,13	ns	7,26±2,26	7,01±2,04	ns	9,08±1,36	8,98±1,72	ns	7,03±2,22	7,19±2,16	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2,54±1,08	2,37±0,74	ns	2,30±1,06	2,00±0,84	ns	2,92±1,99	2,47±0,89	ns	2,50±0,87	2,10±0,99	ns
Errores	3,44±4,52	2,61±2,48	ns	4,13±4,79	3,03±3,98	ns	4,40±7,99	3,21±3,75	ns	3,92±3,22	3,61±4,73	ns
TEST WISC-IV (puntuación escalar)												
MATRICES												
	5,13±1,91	5,17±1,96	ns	7,65±3,01	8,34±3,11	ns	5,31±2,49	5,11±1,85	ns	7,48±3,03	8,07±3,08	ns
CLAVES												
	4,41±2,40	4,61±2,42	ns	7,98±2,84	7,65±2,82	ns	4,37±2,33	5,06±3,02	ns	6,30±2,39	8,15±2,81	<0,001
DÍGITOS												
Orden directo	5,90±2,89	5,61±2,90	ns	9,56±2,60	9,44±2,38	ns	5,76±2,86	6,81±2,99	ns	9,40±2,39	10,00±2,97	ns

Orden inverso	5,39±3,18	5,26±3,33	ns	8,29±2,96	8,26±2,88	ns	4,38±3,55	5,48±3,14	ns	8,55±3,13	8,22±2,88	ns
Puntuación total	4,41±2,62	4,26±2,61	ns	8,06±2,74	8,05±2,52	ns	4,00±2,98	4,43±2,58	ns	7,99±2,50	8,35±3,23	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras acertadas	5,64±2,87	5,35±2,80	ns	6,56±3,14	7,37±3,39	ns	3,75±2,11	5,70±2,87	0,009	5,93±2,81	7,13±3,33	0,034
Fluidez verbal semántica												
Palabras acertadas	9,92±3,39	8,70±2,42	ns	11,71±3,32	12,38±3,67	ns	8,75±3,19	9,85±3,30	ns	11,65±3,50	12,09±3,49	ns
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN												
	11,51±3,89	11,18±3,75	ns	17,38±2,78	17,39±2,60	ns	10,53±4,64	11,57±3,77	ns	17,72±3,40	17,32±2,53	ns
VERBAL												
	26,76±7,49	24,59±6,11	ns	29,40±7,30	31,47±7,83	0,038	22,47±7,69	26,88±7,20	0,022	28,35±7,34	30,76±7,61	ns
IMPULSIVIDAD												
	5,56±5,10	4,95±3,86	ns	4,61±4,80	3,43±4,00	ns	5,28±4,50	7,29±8,09	ns	4,40±3,23	4,05±4,75	ns
MEMORIA VISUAL												
	49,16±11,44	49,86±11,82	ns	53,37±6,72	54,77±5,48	ns	43,56±13,76	49,86±11,07	0,036	53,75±6,13	54,06±6,25	ns

PII alta: >70%; PII baja<70%; DE= Desviación Estándar; ns= no significativo

Tabla 25 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de vitamina C y vitamina D

	PII Vit C						PII Vit D					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta (n=92) Media±DE	Baja (n=74) Media±DE		Alta (n=167) Media±DE	Baja (n=66) Media±DE		Alta (n=164) Media±DE	Baja (n=2) Media±DE		Alta (n=231) Media±DE	Baja (n=2) Media±DE	
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4,75±1,54	4,89±1,73	ns	4,77±1,63	5,04±1,59	ns	4,81±1,65	6,16±0,23	ns	4,96±1,60	5,83±1,64	ns
Demorada	6,36±2,18	6,38±2,23	ns	6,20±1,81	6,53±2,16	ns	6,37±2,21	7,00±1,41	ns	6,42±2,07	8,00±1,41	ns
Curva de aprendizaje	1,10±1,88	1,15±2,53	ns	1,45±1,90	1,65±1,84	ns	1,10±2,25	1,15±0,70	ns	1,59±1,84	2,00±4,24	ns
Memoria visual												
Inmediata	7,78±2,19	8,26±2,36	ns	8,22±2,29	8,42±2,67	ns	8,04±2,31	8,50±0,70	ns	8,27±2,41	9,00±1,41	ns
Demorada	6,47±2,51	6,65±2,27	ns	6,76±2,53	6,87±2,50	ns	6,55±2,37	8,50±0,71	ns	6,82±2,50	8,50±2,12	ns
Reconocimiento	40,57±10,39	41,73±10,46	ns	45,72±5,66	45,74±4,71	ns	41,12±10,45	48,50±0,70	ns	45,00±1,41	45,74±5,42	ns
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	7,08±2,08	7,08±2,13	ns	9,32±0,38	9,36±0,35	ns	7,06±2,10	8,35±2,32	ns	9,10±0,98	9,35±0,35	ns
Errores de Omisión	0,61±0,52	0,73±0,59	ns	0,40±0,21	0,39±0,24	ns	0,68±0,56	0,43±0,60	ns	0,64±0,30	0,39±0,22	ns
Errores de Comisión	2,27±2,04	2,11±1,98	ns	0,44±0,27	0,43±0,25	ns	2,19±2,1	1,21±1,71	ns	0,64±0,30	0,43±0,26	ns
Tiempo	8,97±1,52	9,01±1,81	ns	7,20±2,17	7,03±2,17	ns	8,99±1,69	8,85±0,73	ns	8,43±2,42	7,15±2,17	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2,55±1,13	2,47±0,93	ns	2,32±1,00	1,70±0,73	0,026	2,52±1,04	1,89±0,36	ns	2,18±0,98	1,67±0,0	ns
Errores	3,56±5,00	3,01±3,19	ns	3,85±4,71	3,06±3,62	ns	3,34±4,31	2,00±2,82	ns	3,72±4,48	0	<0,001
TEST WISC-IV (puntuación escalar)												
MATRICES												
	4,88±1,97	5,34±1,84	ns	7,71±2,82	8,62±3,56	ns	5,00±4,24	5,10±1,87	ns	7,97±3,08	8,00±2,82	ns
CLAVES												
	4,38±2,40	4,48±2,41	ns	7,72±2,92	8,11±2,58	ns	4,40±2,37	7,00±4,24	ns	4,00±1,41	7,87±2,82	ns
DÍGITOS												
Orden directo	5,85±3,16	5,87±2,66	ns	9,40±2,55	9,77±2,36	ns	5,00±2,24	5,80±2,82	ns	9,47±2,47	14,00±1,41	0,011

Orden inverso	4,84±3,14	5,80±3,18	ns	8,10±2,89	8,74±2,97	ns	5,33±3,18	9,00±1,41	ns	8,00±00	8,28±2,93	ns
Puntuación total	4,24±2,77	4,51±2,49	ns	7,90±2,61	8,44±2,67	ns	4,33±2,55	9,50±3,53	ns	8,03±2,64	10,00±1,41	ns
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras acertadas	4,84±2,53	6,05±3,00	0,006	6,86±3,27	6,95±3,29	ns	5,00±00	5,52±2,87	ns	6,90±3,27	10,50±3,53	ns
Fluidez verbal semántica												
Palabras acertadas	9,59±3,11	9,87±3,44	ns	11,41±3,52	12,25±3,46	ns	9,70±3,29	13,50±0,70	ns	11,96±3,44	18,50±3,53	0,008
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN												
	11,31±4,04	11,59±3,73	ns	17,24±2,68	17,76±2,72	ns	11,39±3,79	11,85±5,86	ns	17,36±2,70	19,10±0,42	ns
VERBAL												
	25,54±7,14	27,19±7,45	ns	29,24±7,60	30,78±7,58	ns	26,40±7,36	26,66±0,94	ns	30,23±7,53	42,83±6,83	0,019
IMPULSIVIDAD												
	5,28±4,23	5,62±5,44	ns	4,30±4,73	3,51±3,66	ns	5,50±4,96	3,21±1,11	ns	4,17±4,50	0,42±00	ns
MEMORIA VISUAL												
	48,35±11,38	49,98±11,54	ns	53,94±6,43	54,16±5,66	ns	49,16±11,50	57,00±00	ns	54,00±2,82	54,00±6,24	ns

PII alta: >70%; PII baja<70%; DE= Desviación Estándar; ns= no significativo

En la Tabla 26 se observa que los niños de la zona en pobreza extrema con mayor PII de Vitamina E tienen menor memoria visual inmediata ($p=0,003$) y a demorada ($p=0,001$), menor fluidez verbal fonológica ($p<0,001$) y semántica ($p=0,002$). En esta misma zona, los que tienen alta PII de magnesio tienen menor memoria visual inmediata ($p=0,014$), más errores de comisión ($p=0,036$) y nombran menos palabras en la fluidez verbal semántica ($p=0,001$). Según la ingesta de magnesio en la zona en transición nutricional se hallaron varias diferencias: los niños con alta PII tienen menor memoria verbal inmediata ($p=0,003$) y a demorada ($p=0,007$), menos memoria visual inmediata, a demorada y de reconocimiento, más errores de omisión en la prueba CPT, mayor puntaje en la prueba de dígitos del WISC-IV en orden directo ($p=0,033$), inverso ($p=0,044$) y total ($p=0,035$), tienen mayor fluidez verbal tanto semántica ($p=0,020$) como fonológica ($p=0,027$) y en total presentan mejores puntuaciones en los dominios atención ($p=0,032$), verbal ($p<0,001$) y de memoria visual ($p=0,005$).

Tabla 26 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y PII de vitamina E y magnesio

	PII Vit. E						PII Magnesio					
	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	Alta (n=109) Media±DE	Baja (n=57) Media±DE		Alta (n=128) Media±DE	Baja (n=105) Media±DE		Alta (n=126) Media±DE	Baja (n=40) Media±DE		Alta (n=166) Media±D E	Baja (n=67) Media±DE	
Batería BENCI												
Memoria verbal												
Inmediata (1, 2 y 3)	4.61±1.54	4.94±1.69	ns	4.96±1.55	4.97±1.66	ns	4.73±1.56	5.15±1.86	ns	4.77±1.62	5.46±1.45	0.003
Demorada	5.98±2.20	6.58±2.18	ns	6.29±1.91	6.56±2.19	ns	6.25±2.22	6.75±2.13	ns	6.20±2.04	7.01±2.03	0.007
Curva de aprendizaje	0,94±2,41	1,49±1,90	ns	1,49±1,80	1,67±1,90	ns	0,82±2,53	1,23±2,16	ns	1,48±1,82	1,88±1,94	ns
Memoria visual												
Inmediata	7.33±2.10	8.42±2.31	0.003	8.19±2.53	8.39±2.23	ns	7.80±2.28	8.83±2.20	0.014	8.05±2.46	8.84±2.15	0.024
Demorada	5.75±2.19	7.00±2.36	0.001	6.65±2.53	7.07±2.46	ns	6.48±2.52	6.85±1.83	ns	6.51±2.41	7.66±2.56	0.001
Reconocimiento	40.33±10.57	41.67±10.35		45.76±4.93	45.70±5.77	ns	40.72±10.59	42.75±9.81	ns	45.23±5.52	46.97±4.89	0.026
Ejecución continua (CPT)												
Aciertos	6.64±2.14	7.31±2.06	ns	9.34±0.33	9.36±0.39	ns	6.92±2.18	7.59±1.77	ns	9.33±0.36	9.36±0.35	ns
Errores de Omisión	0.74±0.58	0.65±0.55	ns	0.37±0.19	0.43±0.24	0.028	0.70±0.57	0.62±0.55	ns	0.42±0.23	0.32±0.17	<0.001
Errores de Comisión	2.60±2.16	1.97±1.89	ns	0.47±0.25	0.41±0.26	ns	2.34±2.10	1.68±1.55	0.036	0.47±0.24	0.42±0.26	ns
Tiempo	9.16±1.44	8.90±1.80	ns	7.16±2.09	7.15±2.28	ns	9.10±1.66	8.63±1.71	ns	7.18±2.27	7.15±2.13	ns
Coordinación Visomotora Alterna												
Tiempo respuesta (minutos)	2.59±1.31	2.47±0.87	ns	2.26±1.10	2.06±0.79	ns	2.57±1.11	2.32±0.78	ns	2.22±1.02	1.87±0.64	ns
Errores	4.36±6.25	2.78±2.66	ns	3.79±4.61	3.50±4.36	ns	3.40±4.73	3.08±2.54	ns	3.72±4.62	3.33±3.43	ns
TEST WISC-IV (puntuación escalar)												
MATRICES	5.10±1.79	5.19±2.14	ns	7.81±3.04	8.15±3.11	ns	4.63±1.49	5.29±2.00	ns	7.75±2.68	8.05±3.22	ns
CLAVES DÍGITOS	4.23±2.67	4.54±2.25	ns	7.74±2.65	7.91±2.97	ns	4.05±1.93	4.56±2.52	ns	7.75±2.69	7.87±2.89	ns

Orden directo	5.72±2.95	5.94±2.85	ns	9.37±2.43	9.68±2.59	ns	5.23±2.59	6.06±2.95	ns	8.96±2.25	9.73±2.57	0.033
Orden inverso	4.75±3.33	5.70±3.08	ns	8.03±2.73	8.58±3.12	ns	5.20±3.16	5.93±3.25	ns	7.67±2.61	8.52±3.01	0.044
Puntuación total	4.00±2.64	4.60±2.59	ns	7.84±2.40	8.30±2.89	ns	4.25±2.62	4.44±2.62	ns	7.48±2.31	8.28±2.73	0.035
TEST ENFEN												
Fluidez verbal fonológica												
Palabras acertadas	4.44±2.51	6.07±2.87	<0.001	6.48±3.34	7.30±3.19	ns	5.33±2.93	6.08±2.55	ns	6.57±2.92	7.82±3.91	0.020
Fluidez verbal semántica												
Palabras acertadas	8.68±3.31	10.30±3.16	0.002	11.90±3.41	12.11±3.56	ns	9.24±3.30	11.35±2.75	0.001	11.69±3.31	12.81±3.81	0.027
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS												
ATENCIÓN												
	10.61±3.96	11.91±3.75	0.041	17.16±2.43	17.66±2.97	ns	11.35±3.99	11.84±3.42	ns	16.79±2.35	17.63±2.79	0.032
VERBAL												
	23.72±6.61	27.89±7.32	<0.001	29.62±7.39	30.93±7.75	ns	25.55±6.17	29.32±6.17	0.004	29.23±7.14	33.10±8.04	<0.001
IMPULSIVIDAD												
	7.07±6.54	4.65±3.64	0.013	4.20±4.59	4.00±4.43	ns	5.70±5.37	4.76±3.23	ns	4.18±4.64	3.71±3.48	ns
MEMORIA												
	47.66±11.50	50.09±11.40	ns	53.89±6.80	54.15±5.44	ns	48.52±11.62	51.57±10.74	ns	53.28±6.26	55.80±5.76	0.005
VISUAL												

PII alta: >70%; PII baja<70%; DE= Desviación Estándar; ns= no significativo

Además también se realizó el **análisis de las puntuaciones de los test neuropsicológicos** según la PII de energía y nutrientes **en la muestra total**, sin comparar la zonas, hallando los siguientes resultados: los escolares con alta PII de energía tienen menor memoria visual inmediata ($p=0,011$) y a demorada ($p=0,028$); cuando tienen alta PII de AGPI también tienen menor memoria visual a demorada además de menor puntaje en el test Claves del WISC-IV ($p<0,001$).


En el caso de las vitaminas del complejo B, cuando los escolares tienen alta PII de Vitamina B1 tienen menor memoria verbal tanto inmediata ($p=0,036$) como a demorada ($p=0,018$), menor memoria visual a demorada ($p<0,001$) y de reconocimiento ($p=0,009$) y menor fluidez fonológica ($p=0,001$) y semántica ($p=0,008$). Los niños con alta PII de Vitamina B2 presentan menor memoria visual inmediata ($p=0,002$) y a demorada ($p=0,025$), cometen más errores de omisión en el test CPT ($p=0,025$). Cuando tienen una alta PII de Vitamina B3, los escolares tienen menor memoria visual inmediata ($p=0,016$), cometen más errores de comisión en el test CPT ($p=0,029$), tardan más ($p=0,007$) y cometen más errores ($p=0,033$) al responder el test de coordinación visomotora alterna, y puntúan menos en el test de Dígitos directo ($p=0,001$) y total ($p=0,017$). Quienes tienen PII de Vitamina B6 tienen menos aciertos ($p=0,003$) y más errores de comisión en el test CPT ($p=0,024$), menor puntaje en Matrices ($p=0,002$), en dígitos orden directo ($p<0,001$), dígitos orden inverso ($p=0,005$) y su puntuación total ($p<0,001$). En el caso de la vitamina B12, se observa que los escolares que presentan una alta PII tienen menor memoria visual de reconocimiento ($p=0,001$), en el test CPT realizan menos aciertos ($p<0,001$), más errores de omisión ($p=0,003$), más errores de comisión ($p<0,001$) y tardan más ($p=0,002$), además presentan puntajes menores en los test Matrices ($p<0,001$),


Claves($p=0,002$), Dígitos de orden directo ($p=0,001$), Dígitos de orden inverso ($p=0,007$) y su puntuación total ($p<0,001$) y tienen menor fluidez verbal tanto fonológica ($p=0,004$) como semántica ($p=0,012$). Los niños con PII alta de folatos presentan menos memoria verbal demorada ($p=0,035$), menor puntaje en dígitos de orden directo ($p=0,006$) y un menor número de palabras acertadas en fluidez verbal fonológica ($p=0,009$). El déficit de vitaminas B6 ($p<0,001$), B12 ($p<0,001$), vitamina C ($p=0,004$), hierro ($p<0,001$) y calcio ($p=0,022$) afectan el dominio de **atención**. El déficit de vitaminas B1 ($p<0,001$), B9 ($p=0,031$), B12 ($p=0,007$), vitamina D ($p=0,027$), vitamina E ($p=0,011$), hierro ($p=0,030$), magnesio ($p<0,001$) y calcio ($p<0,001$) afectan el dominio **verbal**. El déficit de vitamina E afecta el dominio de **impulsividad** ($p=0,047$). El déficit de vitamina B1 ($p=0,012$), B12 ($p=0,004$), magnesio ($p=0,003$) y calcio ($p=0,009$) se relacionan con el dominio **memoria visual**. En la Tabla 27 se muestra un resumen gráfico de todos los nutrientes y que guardan relación con el funcionamiento neuropsicológico.


Tabla 27 Resumen de las funciones neuropsicológicas afectadas por el déficit de energía y nutrientes

	Energía	AGPI	Vitaminas										Minerales			
			B1	B2	B3	B5	B6	B9	B12	C	D	E	Hierro	Magnesio	Calcio	
Memoria verbal																
Inmediata		+	+ +		+											+
Demorada		+	+ +		+		+	+		+						+
Curva							+			+						
Memoria visual																
Inmediata	+		+	+ +		+	+	+				+			+	+
Demorada	+	+	+ +	+			+	+	+			+	+		+	
Reconocimiento			+							+					+	
Ejecución continua (CPT)																
Aciertos		+	+	+			+			+						
Errores de Omisión		+		+ +						+			+		+	
Errores de Comisión		+ +	+		+		+			+					+	
Tiempo respuesta (minutos)										+						
Coordinación Visomotora Alterna																
Tiempo respuesta					+	+						+				
Errores					+							+				
MATRICES																
CLAVES		+ +	+		+			+		+						
DÍGITOS																

Orden directo						+			+	+			+					+	
Orden inverso									+									+	
Puntuación total						+			+									+	
TEST ENFEN																			
Fluidez verbal fonológica			+	+	+	+	+					+	+		+			+	
Fluidez verbal semántica	+			+	+	+			+	+			+			+		+	+
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS																			
ATENCIÓN	+			+				+		+	+			+	+			+	+
VERBAL	+			+	+	+		+			+	+	+	+	+	+		+	+
IMPULSIVIDAD	+		+	+											+	+			
MEMORIA VISUAL				+	+			+			+	+						+	+

Pobreza extrema 

Transición nutricional 

Global 

6.4 Relación del funcionamiento neuropsicológico con el estado ponderal

En la tabla 28 se muestran los resultados obtenidos en relación al índice ponderal de acuerdo a la clasificación del Z-score IMC/Edad (OMS, 2007). En la zona en pobreza extrema, los niños delgados tienen más aciertos en la prueba CPT y mejor puntaje en el test Matrices que los normopeso. En la zona en transición nutricional los niños delgados tienen también más puntaje en la prueba Matrices que los normopeso. Los normopeso tienen mayor memoria visual inmediata, tardan más en contestar el test de CPT y tienen mayor puntuación total en Dígitos; y los niños con sobrepeso/obesidad tienen mejor memoria verbal inmediata y a demorada, y mayor memoria visual inmediata.

Tabla 28 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona e índice ponderal[†]

	Pobreza extrema				Transición nutricional			
	Delgadez	Normopeso	Sobrepeso/Obesidad	p	Delgadez	Normopeso	Sobrepeso/Obesidad	p
	(n=8)	(n=147)	(n=14)		(n=55)	(n=146)	(n=46)	
	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE		
Batería BENCI								
Memoria verbal								
Inmediata (1, 2 3)	4,79±1,61	4,79±1,64	5,19±2,02	ns	4,41±1,52	4,89±1,67	5,52±1,47	0,002 ^{ac}
Demorada	5,75±1,28	6,36±2,27	6,71±1,68	ns	5,69±2,45	6,42±2,12	7,00±1,66	0,007 ^{ac}
Curva de aprendizaje	2,62±1,99	1,00±2,24	1,64±2,37	ns	1,43±2,15	1,56±1,87	1,76±1,44	ns
Memoria visual								
Inmediata	8,50±1,69	7,96±2,30	8,29±2,81	ns	7,42±2,50	8,38±2,47	8,33±2,01	0,035 ^{ab}
Demorada	7,00±1,69	6,46±2,36	6,50±2,65	ns	5,80±2,41	7,00±2,52	7,11±2,39	0,026 ^{ab,ac}
Reconocimiento	42,88±8,62	40,76±10,65	43,07±10,39	ns	45,95±6,11	45,47±5,28	46,11±5,44	ns
Ejecución continua (CPT)								
Aciertos	8,92±1,36	6,88±2,11	7,87±1,83	0,021 ^{ab}	9,38±0,31	9,34±0,35	9,35±0,37	ns
Errores de Omisión	0,37±0,54	0,71±0,57	0,62±0,53	ns	0,40±0,23	0,37±0,20	0,43±0,23	ns
Errores de Comisión	0,64±0,83	2,36±2,07	1,41±1,24	ns	0,41±0,26	0,45±0,25	0,44±0,26	ns
Tiempo (minutos)	8,46±1,66	9,02±1,69	9,13±1,57	ns	6,33±1,58	7,46±2,37	7,03±1,95	0,001 ^{ab}
Coordinación Visomotora Alterna								
Tiempo respuesta (minutos)	2,09±0,45	2,56±1,07	2,31±0,81	ns	2,52±1,00	2,03±0,98	2,18±0,86	ns
Errores	1,75±1,58	3,67±4,56	1,64±0,84	ns	3,86±3,99	3,67±4,99	4,13±5,71	ns

TEST WISC-IV (puntuación escalar)								
MATRICES	7,13±2,69	4,89±1,70	6,50±2,10	0,002 ^b	8,71±3,06	7,47±2,92	8,54±3,06	0,028 ^{ab}
CLAVES	5,50±2,77	4,38±2,40	4,71±2,23	ns	8,07±2,60	7,90±2,89	7,35±2,71	ns
DÍGITOS								
Orden directo	7,75±4,13	5,59±2,70	7,00±3,55	ns	9,53±2,50	9,57±2,52	9,74±2,45	ns
Orden inverso	7,50±4,24	5,20±3,11	5,71±3,38	ns	8,04±3,43	8,29±2,86	8,43±2,52	ns
Puntuación total	6,75±4,13	4,17±2,37	5,07±3,31	ns	7,78±3,09	8,08±2,58	8,48±2,41	0,018 ^{ab}
TEST ENFEN								
Fluidez verbal fonológica								
Palabras	4,63±2,50	5,39±2,80	3,36±3,54	ns	6,00±3,27	6,94±3,37	7,30±2,97	ns
Fluidez verbal semántica								
Palabras	10,25±3,28	9,69±3,28	9,79±3,40	ns	10,82±3,91	12,17±3,31	12,54±3,57	0,043 ^{ab,ac}
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS								
ATENCIÓN	15,67±4,90	11,05±3,65	12,91±3,86	0,002 ^{ab}	17,16±3,10	17,40±2,68	17,81±2,44	ns
VERBAL	25,41±5,76	26,24±7,35	28,04±8,31	ns	26,92±7,54	30,41±7,71	32,36±6,93	0,001 ^{ac,ab}
IMPULSIVIDAD	2,39±1,84	5,99±5,17	3,06±1,57	ns	4,36±3,97	4,10±5,00	4,51±5,87	ns
MEMORIA VISUAL	51,37±9,34	48,71±11,70	51,35±11,84	ns	53,36±6,74	53,84±6,09	54,43±6,72	ns

[†] Clasificación según Z-score IMC/Edad de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007); DE= Desviación estándar; ns= no significativo; ^a=Diferencias significativas entre niños o niñas, según zona.

En relación a la desnutrición crónica, en la Tabla 29 se puede apreciar la comparación de los escolares que presentan desnutrición crónica (moderada + severa) según el Z-Score Talla/Edad (OMS, 2007). Los niños con desnutrición crónica presentan significativamente menores puntuaciones en casi todos los test aplicados, excepto en las puntuaciones de memoria visual inmediata y en el test de coordinación visomotora alterna. A nivel global, los niños con desnutrición crónica presentaron menor dominio de la atención, dominio verbal y memoria visual.

Tabla 29 Funciones neuropsicológicas de los escolares según presencia/ausencia de desnutrición crónica

	Talla adecuada para su edad [†] (n=265) Media±DE	Desnutrición crónica [†] (n=153) Media±DE	p
Batería BENCI			
Memoria verbal			
Inmediata (1, 2 y 3)	5,00±1,61	4,62±1,68	0,024
Demorada	6,55±2,17	6,01±2,12	0,014
Curva de aprendizaje	1,42±2,06	1,32±2,02	ns
Memoria visual			
Inmediata	8,25±2,27	7,85±2,53	ns
Demorada	6,95±2,46	6,14±2,39	0,001
Reconocimiento	44,56±7,55	42,45±9,18	0,017
Ejecución continua (CPT)			
Aciertos	8,71±1,56	8,08±1,91	<0,001
Errores de Omisión	0,47±0,38	0,57±0,45	0,018
Errores de Comisión	0,93±1,32	1,40±1,77	0,004
Tiempo (minutos)	7,65±2,29	8,14±1,98	0,019
Coordinación Visomotora Alterna			
Tiempo respuesta (minutos)	2,43±1,08	2,40±0,94	ns
Errores	3,62±4,62	3,34±4,11	ns
TEST WISC-IV (puntuación escalar)			
MATRICES	7,16±3,06	6,16±2,16	0,001
CLAVES	6,82±3,17	5,84±2,94	0,002
DÍGITOS			
Orden directo	8,52±3,13	7,21±3,28	<0,001
Orden inverso	7,31±3,37	6,65±3,31	ns

Puntuación total	6,98±3,22	5,84±3,06	<0,001
TEST ENFEN			
Fluidez verbal fonológica			
Palabras acertadas	6,63±3,23	5,59±3,01	0,001
Fluidez verbal semántica			
Palabras acertadas	11,44±3,64	10,34±3,41	0,003
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS			
ATENCIÓN	15,63±4,23	13,86±4,39	<0,001
VERBAL	29,63±7,70	26,57±7,49	<0,001
IMPULSIVIDAD	6,17±5,86	6,52±5,41	ns
MEMORIA VISUAL	52,80±8,35	50,29±10,21	0,011

^{*} Clasificación de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS. 2007); DE= Desviación Estándar; ns= no significativo

6.5 Relación del funcionamiento neuropsicológico con la presencia de anemia

Al analizar las funciones neuropsicológicas de los escolares según la presencia o ausencia de anemia y zona (Tabla 30), observamos que los escolares de la zona en pobreza extrema CON anemia tienen una tendencia a obtener puntuaciones más bajas en memoria visual ($p= 0,020$ en reconocimiento y $p= 0,037$ en el dominio). En la zona en transición nutricional los niños anémicos presentan menor memoria verbal inmediata ($p=0,010$) y a demorada ($p=0,045$), menor memoria visual a demorada ($p<0,001$), menor fluidez tanto verbal como fonológica, pero tardan menos en responder el test de coordinación visomotora alterna. A nivel global presentan menor dominio verbal y memoria visual.

Tabla 30 Funciones neuropsicológicas de los escolares según zona y presencia/ausencia de anemia[†]

	Pobreza extrema		p	Transición nutricional		p
	No anemia	Anemia		No anemia	Anemia	
	(n=126) Media±DE	(n=27) Media±DE		(n=170) Media±DE	(n=79) Media±DE	
Batería BENCI						
Memoria verbal						
Inmediata (1, 2 y 3)	4,90±1,63	4,67±1,71	ns	5,18±1,63	4,59±1,51	0,010
Demorada	6,44±2,22	6,22±1,88	ns	6,64±2,05	6,04±2,14	0,045
Curva de aprendizaje	1,37±2,33	1,05±2,26	ns	1,73±1,98	1,56±1,59	ns
Memoria visual						
Inmediata	8,03±2,34	8,22±2,13	ns	8,41±2,09	7,80±2,96	ns
Demorada	6,60±2,47	6,19±1,75	ns	7,29±2,55	5,88±2,39	<0,001
Reconocimiento	42,42±9,20	36,56±11,64	0,020	46,19±5,11	44,74±6,21	ns
Ejecución continua (CPT)						
Aciertos	6,95±2,09	7,38±2,11	ns	9,36±0,32	9,34±0,36	ns
Errores de Omisión	0,68±0,58	0,73±0,54	ns	0,39±0,21	0,37±0,20	ns
Errores de Comisión	2,30±2,00	1,84±2,03	ns	0,42±0,25	0,47±0,26	ns
Tiempo (minutos)	8,95±1,59	9,14±1,96	ns	7,19±2,02	7,07±2,47	ns
Coordinación Visomotora Alterna						
Tiempo respuesta (minutos)	2,48±1,02	2,85±1,20	ns	2,55±0,98	1,71±0,81	0,001
Errores	3,25±3,91	4,22±5,44	ns	4,17±4,82	3,04±4,47	ns
TEST WISC-IV						
(puntuación escalar)						
MATRICES	5,00±1,93	5,93±1,75	0,023	7,73±2,86	8,09±2,90	ns
CLAVES	4,34±2,29	5,22±2,77	ns	7,79±2,70	7,70±2,82	ns
DÍGITOS						
Orden directo	5,80±2,96	5,70±2,71	ns	9,57±2,57	9,51±2,41	ns
Orden inverso	5,03±3,09	5,41±3,83	ns	8,17±2,84	8,31±3,08	ns
Puntuación total	4,44±2,59	4,00±2,92	ns	8,06±2,54	8,04±2,84	ns
TEST ENFEN						
Fluidez verbal fonológica						
Palabras	5,53±2,89	5,30±2,68	ns	7,83±3,56	5,62±2,67	<0,001
Fluidez verbal semántica						
Palabras	9,99±3,24	8,96±2,92	ns	12,82±3,36	10,61±3,75	<0,001
DOMINIOS NEUROPSICOLÓGICOS						
ATENCIÓN	11,39±3,75	11,38±4,39	ns	17,41±2,59	17,38±2,89	ns
VERBAL	26,86±7,37	25,16±5,92	ns	32,47±7,75	26,86±6,98	<0,001
IMPULSIVIDAD	5,55±4,69	6,06±5,84	ns	4,54±4,83	3,57±4,51	ns
MEMORIA VISUAL	50,44±10,24	44,77±12,69	0,037	54,60±5,95	52,54±7,15	0,025

¹Puntos de corte de la Organización Mundial de la Salud (2011); DE= Desviación estándar; ns= no significativo

6.6 Relación del estado nutricional con las funciones neuropsicológicas: Análisis multivariante.

Para analizar la relación entre la ingesta nutricional, el estado ponderal (IMC y desnutrición crónica) y anemia con los dominios neuropsicológicos se realizaron modelos de Regresión Lineal Múltiple (RLM) por cada dominio neuropsicológico evaluado.

En la Tabla 31 se muestran los modelos RLM en la muestra total, sin ajustar por zona socioeconómica; pero sí ajustando por la edad y el género. En la tabla solo se muestran las variables que resultaron significativas. Se observa que la ausencia de desnutrición crónica ($p=0,018$), la menor Probabilidad de Ingesta Inadecuada (PII) (a mayor ingesta) de energía ($p=0,001$), de vitamina B3 ($p=0,005$), B6 ($p=0,005$) y vitamina D ($p=0,014$), mayor rendimiento en el dominio de **atención**, y al parecer el ser varón también se relaciona con una mejor atención ($p=0,011$).

Se puede ver que en ausencia de desnutrición crónica, a menor PII de energía ($p=0,024$), de vitamina D ($p<0,001$), B2 ($p<0,001$) y mayor PII de calcio ($p=0,004$), mayor funcionamiento en el dominio **verbal**; además, como era de esperarse, también se relaciona con tener mayor IMC y mayor edad. En el caso de la **impulsividad**, observamos que ingerir menor cantidad de energía ($p=0,016$) y ser mujer ($p<0,001$) la aumentan. Además, se observa que la ausencia de desnutrición crónica ($p=0,043$) y tener mayor edad ($p=0,001$) se relacionan con mayor dominio de la memoria **visual**.

Tabla 31 Relación de la ingesta nutricional, estado ponderal y anemia con los dominios neuropsicológicos en la muestra total

	Beta	DE	p	Modelo RLM
DOMINIO ATENCIÓN				
Género (0=varón; 1= mujer)	-1,093	0,425	0,011	
Desnutrición crónica [†] (0=ausencia; 1=presencia)	-0,982	0,446	0,028	
Energía (PII)	-0,003	0,001	<0,001	$R^2_{100} = 20,5$
Vitamina B3 (PII)	-0,018	0,007	0,005	$F_{398\ 20} = 11,239$
Vitamina B6 (PII)	-0,017	0,006	0,005	$p < 0,001$
Vitamina B12 (PII)	1,289	0,470	0,006	
Vitamina D (PII)	-0,055	0,022	0,014	
DOMINIO VERBAL				
Edad (años)	1,933	0,261	<0,001	
IMC (Kg/m ²)	0,339	0,166	0,042	
Desnutrición crónica [†] (0=ausencia; 1=presencia)	-2,308	0,735	0,002	$R^2_{100} = 29,2$
Energía (PII)	-0,002	0,001	0,024	$F_{398\ 20} = 23,246$
Vitamina D (PII)	-0,133	0,037	<0,001	$p < 0,001$
Vitamina B2 (PII)	-0,044	0,010	<0,001	
Calcio (PII)	0,031	0,010	0,004	
DOMINIO IMPULSIVIDAD				
Género (0=varón; 1= mujer)	2,458	0,669	<0,001	$R^2_{100} = 8,1$
Energía (PII)	0,002	0,001	0,016	$F_{398\ 20} = 5,895$
DOMINIO MEMORIA VISUAL				
Edad (años)	0,932	0,266	0,001	$R^2_{100} = 6,6$
Desnutrición crónica [†] (0=ausencia; 1=presencia)	-1,911	0,942	0,043	$F_{398\ 20} = 6,272$

Solo se muestran en la tabla las variables que resultaron significativas; DE: Desviación Estándar; RLM: Regresión Lineal Múltiple; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; PII: Probabilidad de Ingesta Inadecuada; †Z-score IMC/Edad de la OMS. Variables introducidas en todos los modelos mediante el método ENTER: edad (años), género (0=varón; 1= mujer. Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables: IMC (Kg/m²), energía (Kcal/día) desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII).

En la 32 se muestran los modelos de RLM ajustados por la zona socioeconómica, la edad y el género. En la tabla solo se muestran las variables significativas en los modelos.

Se observa que vivir en la zona en transición nutricional es un potente factor favorecedor de la atención ($p < 0,001$), del dominio verbal ($p < 0,001$), y del dominio visual ($p < 0,001$). Además, vemos que presentar menor PII de energía ($p = 0,018$) y de vitamina D ($p = 0,002$) se relaciona con una mejor **atención**. La ausencia de desnutrición crónica ($p = 0,028$), ausencia de anemia ($p = 0,017$), menor PII de vitamina D ($p = 0,001$), B2 ($p < 0,001$) y mayor PII de calcio ($p = 0,034$), además de tener mayor edad se relaciona con el dominio verbal; y la ausencia de anemia ($p = 0,032$) así como tener mayor edad ($p < 0,001$) con un mejor dominio visual. No se halló ninguna relación con la ingesta nutricional para los dominios neuropsicológicos de impulsividad y memoria visual.

Tabla 32 Relación de la ingesta nutricional, estado ponderal y anemia con los dominios neuropsicológicos ajustando por la zona socioeconómica

	Beta	DE	P	Modelo RLM
DOMINIO ATENCIÓN				
Zona (0=pobreza; 1=transición)	5,764	0,355	<0,001	$R^2_{100} = 47,4$
Energía (PII)	-0,001	0,000	0,018	$F_{398\ 20} = 63,260$
Vitamina D (PII)	-0,055	0,018	0,002	$p < 0,001$
DOMINIO VERBAL				
Zona (0=pobreza; 1=transición)	3,725	0,731	<0,001	
Edad (años)	2,121	0,241	<0,001	
Desnutrición crónica [†] (0=ausencia; 1=presencia)	-1,595	0,722	0,028	$R^2_{100} = 33,5$
Anemia (0=ausencia; 1=presencia)	-1,961	0,817	0,017	$F_{398\ 20} = 21,951$
Vitamina D (PII)	-0,119	0,036	0,001	$p < 0,001$
Vitamina B2 (PII)	-0,036	0,010	<0,001	
Calcio (PII)	0,022	0,010	0,034	
DOMINIO MEMORIA VISUAL				
Zona (0=pobreza; 1=transición)	4,333	0,916	<0,001	$R^2_{100} = 10,2$ $F_{398\ 20} = 10,075$

Edad (años)	0,965	0,265	<0,001	p<0,001
Anemia (0=ausencia; 1=presencia)	-2,295	1,067	0,032	

Solo se muestran en la tabla las variables que resultaron significativas; DE: Desviación Estándar; RLM: Regresión Lineal Múltiple; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; PII: Probabilidad de Ingesta Inadecuada; Z-score IMC/Edad de la OMS. Variables introducidas en todos los modelos mediante el método ENTER: edad (años), género (0=varón; 1= mujer. Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables: IMC (Kg/m²), energía (Kcal/día) desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII).

En la muestra total (Tabla 33) se observa que padecer desnutrición crónica se relaciona con menor desarrollo de la inteligencia (test Matrices) (p=0,038) y con menor velocidad de procesamiento (test claves) (p=0,015). Además, la ausencia de anemia (p=0,005) y una menor PII de vitaminas B2 (p=0,006) y B3 (p=0,0011) y mayor de B12 (p<0,001) se relacionan con mejores puntuaciones en el test Matrices. Las puntuaciones del test de Claves mejoran cuando hay menor PII de AGPI (p=0,001) y vitamina B5 (p=0,005), y menor de vitaminas B12 (p=0,013), B9 (p=0,005), calcio (p=0,005) y hierro (p=0,021).

Tabla 33 Relación de la ingesta nutricional¹ con la puntuación escalar del test de MATRICES y de CLAVES en la muestra total

	Modelo RLM			
	Beta	DE	P	
MATRICES				
Desnutrición crónica ¹ (0=ausencia; 1=presencia)	-0,629	0,302	0,038	R ² ₁₀₀ =34,9 F _{398 20} = 26,757 p<0,001
Anemia (0=ausencia; 1=presencia)	0,961	0,344	0,005	
Vitamina B2 (PII)	-0,010	0,004	0,006	
Vitamina B3 (PII)	-0,010	0,004	0,011	
Vitamina B12 (PII)	1,492	0,319	<0,001	
CLAVES				

Edad (años)	-0,241	0,288	<0,001	$R^2_{100}=18,9$
Desnutrición crónica [†] (0=ausencia; 1=presencia)	-0,773	0,315	0,015	$F_{398\ 20}=8,093$ $p<0,001$
AGPI (PII)	-0,016	0,005	0,001	
Vitamina B5 (PII)	-0,011	0,004	0,005	
Hierro (PII)	0,012	0,005	0,021	
Vitamina B12 (PII)	0,841	0,337	0,013	
Calcio (PII)	0,013	0,004	0,005	
B9 (PII)	0,015	0,005	0,005	

[†]Solo se muestran en la tabla las variables que resultaron significativas; DE: Desviación Estándar; RLM: Regresión Lineal Múltiple; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; PII: Probabilidad de Ingesta Inadecuada; Variables introducidas en ambos modelos mediante el método ENTER: Zona (0= pobreza extrema; 1= transición nutricional), género (0=varón; 1= mujer), IMC (Kg/m²) y energía (Kcal/día). Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables: desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII).

En la Tabla 34 se observa que vivir en la zona en transición nutricional se relaciona con tener mayor desarrollo de la inteligencia (test MATRICES) y mayor velocidad de procesamiento (test CLAVES). Además, presentar una menor PII de vitamina B2 ($p=0,004$) y mayor de vitamina B12 ($p=0,010$) y vitamina C ($p=0,033$) se relacionan con una mejor puntuación en el test Matrices. Ser mujer, tener menor edad, presentar una baja PII de energía ($p=0,012$) y AGPI ($p=0,014$) y alta PII de folatos ($0,014$) y hierro ($p=0,047$) también se relacionan con una mayor velocidad de procesamiento (test CLAVES).

Tabla 34 Relación de la ingesta nutricional[†] con la puntuación escalar del test de MATRICES y de CLAVES, ajustando por la zona socioeconómica

	Modelo RLM			
	Beta	DE	P	
MATRICES				
Zona (0=pobreza; 1=transición)	2,662	0,301	<0,001	$R^2_{100}=24,9$
Vitamina B2 (PII)	-0,010	0,003	0,004	$F_{398\ 20}=19,419$
Vitamina B12 (PII)	0,811	0,314	0,010	$p<0,001$
Vitamina C (PII)	0,007	0,003	0,033	

CLAVES				
Zona (0=pobreza; 1=transición)	3,099	0,286	<0,001	$R^2_{100} = 33,1$
Género (0=varón; 1= mujer)	0,758	0,272	0,006	$F_{398, 20} = 24,791$
Edad (años)	-0,193	0,085	-0,108	$p < 0,001$
Energía (PII)	-0,001	0,000	0,012	
Hierro (PII)	0,008	0,004	0,047	
AGPI (PII)	-0,010	0,004	0,014	
Folatos (PII)	0,015	0,005	0,014	

*Solo se muestran en la tabla las variables que resultaron significativas; DE: Desviación Estándar; RLM: Regresión Lineal Múltiple; AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados; PII: Probabilidad de Ingesta Inadecuada; Variables introducidas en ambos modelos mediante el método ENTER: Zona (0= pobreza extrema; 1= transición nutricional), género (0=varón; 1= mujer), IMC (Kg/m^2) y energía ($\text{Kcal}/\text{día}$). Además, mediante el método STEPWISE se incluyeron las siguientes variables: desnutrición crónica (0=ausencia; 1=presencia); anemia (0=ausencia; 1=presencia); AGPI (PII), vitamina B1 (PII), vitamina B2 (PII), vitamina B3 (PII), vitamina B5 (PII), vitamina B6 (PII), folatos (PII), vitamina B12 (PII), vitamina C (PII), vitamina D (PII), calcio (PII), magnesio (PII) y hierro (PII).

6.7 Relación del estado nutricional con los problemas psicológicos

Para el análisis de la **relación de los problemas psicológicos con la ingesta nutricional** se realizaron modelos de regresión logística con las dificultades totales, con cada una de las sub escalas de problemas y con la conducta pro-social con distintos nutrientes utilizando como variables bivariantes: [0= normal; 1= anormal] y también [0= normal; 1= límite + anormal]. En este caso ya no se incluyeron las covariables edad y sexo ya que se ha visto que no guardan ninguna relación. No se halló ninguna relación de la PII de nutrientes con las diferentes dificultades evaluadas ni con la conducta pro-social. Al realizar los análisis multivariantes relacionando los problemas psicológicos con el estado ponderal y con la anemia tampoco se hallaron resultados significativos.

V. DISCUSIÓN

El presente estudio valora y relaciona el estado nutricional, el funcionamiento neuropsicológico y la conducta de niños en edad escolar de dos zonas de Perú: una zona rural en pobreza extrema que se beneficia de un programa alimentario y una zona urbana en transición nutricional; contribuyendo así a la escasez de datos en este tópico en la región de América Latina.

1. Aspectos metodológicos y generales

El equipo investigador se reunió en Perú previo al estudio con la ONG Amantaní, los gobiernos locales y las instituciones de salud para informarse de las características socioeconómicas y culturales de las escuelas de ambas zonas y así poder realizar una selección representativa de cada una de ellas, a falta de un censo escolar en la región. La participación en el estudio fue alta ya que de los 540 escolares seleccionados el 83,2% de los padres firmaron el consentimiento informado. El principal motivo por el que no aceptaron la participación fue debido a las extracciones sanguíneas ya que son poblaciones (principalmente en la zona en pobreza extrema) con creencias religiosas muy arraigadas que no les permiten realizar este tipo de procesos.

Las investigadoras se sometieron a un proceso de estandarización para disminuir la variabilidad entre ellas antes de realizar las valoraciones antropométricas y del consumo alimentario. Como valores de referencia de crecimiento infantil se utilizaron los *Datos de referencia de crecimiento para niños y adolescentes de 5-19 años de la OMS* (OMS, 2007), por ser las guías antropométricas más exactas existentes en la actualidad para este grupo de edad, con la ventaja extra de que ya que son utilizadas en todos los países de América Latina, nos permite comparar el estado nutricional antropométrico entre sus poblaciones. Para la valoración del consumo

alimentario e ingesta nutricional, se utilizó un R24h, que es un método muy utilizado en estudios epidemiológicos tanto a nivel internacional como en Perú, y que realiza una buena estimación del consumo alimentario de poblaciones (Salvador-Castell, Serra-Majem, & Ribas-barba, 2015). A pesar de que se realizó un solo R24h, la información recolectada es representativa del consumo habitual de los escolares ya que la alimentación de los niños de ambas zonas suele ser monótona. Esto es debido a que en la zona en pobreza extrema, el programa alimentario no aportaba gran variedad de alimentos y en la zona en transición nutricional, los quioscos ubicados dentro de los colegios ofrecen cada día los mismos alimentos. Para valorar la frecuencia de consumo alimentario, el equipo investigador creó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos adaptado al territorio, el cual a pesar de no haber sido validado, se aplicó previamente a una muestra de 20 niños, corroborando la información con un R24h, obteniendo resultados similares. Además, se realizaron análisis a partir de la información recogida con ambos cuestionarios hallando correlación significativa en casi todos los grupos de alimentos, excepto en los cereales y verduras, lo cual puede ser debido a que son grupos alimentarios que incluyen una gran variedad de alimentos con diferentes medidas en sus porciones.

Como guía alimentaria de referencia para las raciones de alimentos aconsejadas se utilizó la Pirámide de la alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2007), que también es utilizada en países latinoamericanos por ser una guía alimentaria muy completa que incluye recomendaciones detalladas en raciones/día y en g/día, además de que Perú no cuenta con una guía alimentaria propia. Para la valoración de anemia se utilizó la hemoglobina (OMS, 2003).

Para la evaluación de las funciones neuropsicológicas y de la conducta, el equipo investigador se vio con la necesidad de adaptar a las características del territorio y de los escolares una batería neuropsicológica., a falta de pruebas específicas validadas para esta población en Perú. Dicha batería, denominada NUTRISAM, tenía por objetivo evaluar diversas funciones cognitivas y por esto se constituyó por diferentes pruebas de distintos test u otras baterías. Así, la fluidez verbal se eligió a partir de la batería ENFEN, la cual se usa en niños entre 6-12 años y está validada en España (Fasfous, 2014). Se escogieron 3 pruebas del test WISC-IV: Matrices, Dígitos y Claves, que permitieran obtener resultados no verbales no sesgados por la cultura; y las pruebas por su fácil accesibilidad a través de la tableta y su adaptación a otros países latinoamericanos. El test SDQ se eligió por tratarse de un test sencillo, breve, fiable y además utilizado ampliamente a nivel internacional y validado en población infantil (Goodman y cols., 2010; Gómez y cols., 2013; Ortuño-Sierra y cols., 2016).

En relación a los aspectos de higiene, los resultados obtenidos en el cuestionario de autopercepción de higiene reflejan que los escolares de ambas zonas realizan prácticas higiénicas adecuadas a nivel personal, familiar y comunitario. Sin embargo, aunque en la zona en transición nutricional este resultado sí refleja la realidad, en la zona en pobreza extrema la autopercepción dista mucho de lo observado por las investigadoras, ya que a pesar de contar con los conocimientos básicos sobre las medidas de higiene necesarias para una vida saludable, no las llevan a la práctica al no contar con los servicios básicos mínimos para hacerlo (jabón, champú, crema y cepillo dental). Estos resultados coinciden con los de Caballero-García y cols., (2012) sobre el bajo nivel de higiene en niños de 6-14 años de una zona en pobreza de Perú.

2. Estado nutricional

2.1 Estado ponderal

Los escolares de la zona en pobreza extrema con programa alimentario presentan menor prevalencia de delgadez (4,7%) y de exceso de peso (8,8%) pero mayor de desnutrición crónica (48,2%) que los escolares de la zona en transición nutricional (21,8%; 20,7% y 29,5%, respectivamente).

La prevalencia de normopeso observada en la zona en pobreza extrema (86,5%) es similar a la hallada por Pajuelo y cols. (2000) (83,3%) que también analizó el estado nutricional de escolares de una zona rural peruana en pobreza extrema beneficiada con un programa alimentario estatal. La prevalencia de exceso de peso en la población en transición nutricional (20,7%) se acerca a la prevalencia reportada por el Instituto de Estadística e Informática de Perú de 29,4% para niños de 5-9 años (INEL, 2016) y se encuentra por debajo de las prevalencias halladas en otras poblaciones latinoamericanas que llevan más años en el proceso de transición nutricional como Brasil (23,2%) (Pelegrini y cols., 2010) o Chile (31%) (Atalah y cols., 2012). En cuanto a la prevalencia de desnutrición crónica, la mayor prevalencia observada en la zona de pobreza extrema (48,2%) que en la de transición nutricional (29,5%) puede deberse a que los niños de esta zona sufrieran una carencia importante de nutrientes durante sus primeros años de vida, ya que no contaban aún con el Programa alimentario que se instaló en el año 2012, lo cual pudo haber retrasado su crecimiento, ya que no contaban con ningún otro programa en los primeros años de vida. Comparadas con las prevalencias a nivel nacional, las halladas en nuestro estudio son mayores que las halladas en las zonas de pobreza extrema (39%) y también que las de zonas no pobres (18%), (ENAH0, 2009). Esta mayor prevalencia podría deberse también

a factores ambientales como la altitud sobre el nivel del mar, ya que a partir de los 2500 metros sobre el nivel del mar, las personas muestran una caída importante en la saturación de oxígeno, lo que a su vez puede afectar su patrón de crecimiento si se encuentra en sus primeros años de vida (Bingham y cols., 2013).

2.2 Consumo alimentario

El consumo alimentario de los escolares fue significativamente diferente entre las dos zonas estudiadas. Los escolares de la zona en pobreza extrema consumen mayor cantidad de leche, cereales-tubérculos y legumbres y menor de carnes, huevos, frutas y alimentos superfluos que los que viven en la zona en transición nutricional.

En Perú se ha observado que las poblaciones en pobreza extrema que no cuentan con ningún programa alimentario realizan un consumo alimentario compuesto casi íntegramente por tubérculos (patatas) y cereales (principalmente trigo sin refinar), mientras que los alimentos menos consumidos son los proteicos (legumbres, pescados, carnes y sus derivados), las frutas y las verduras, llegando a presentar una prevalencia de delgadez de hasta 58,4% (FAO & OPS, 2017). En este sentido, tomando como referencia dichos datos podemos deducir que el programa alimentario presente en la zona en pobreza extrema evaluada en nuestro estudio, ha mejorado el estado nutricional de los escolares, observándose una prevalencia casi nula de delgadez y proveyéndolos de una alimentación más balanceada, aunque continúe siendo deficitaria en frutas y verduras. No obstante, el consumo diario de legumbres (50,3g) y en leche (590g) pudiera estar aportándoles las proteínas que no consumen con carnes, huevos y pescado. El efecto positivo del programa alimentario también puede apreciarse al comparar cuantitativamente su consumo

diario con el de escolares de otra zona en pobreza extrema pero sin programa, por ejemplo en el consumo de leche (590,9g vs 120g, respectivamente), cereales (150g vs 104g/día, respectivamente) y en las legumbres (50,3g vs 7,7g, respectivamente) (Zapata y cols., 2016).

A pesar que los beneficios en de los escolares de la zona en pobreza extrema parecen deberse al programa Qali Warma, sería de gran importancia complementarlo con alguna medida que disminuya el riesgo de déficit de vitaminas y minerales (ya sea incluyendo los alimentos deficitarios en su menú como frutas y verduras o en su defecto, promoviendo campañas de suplementación).

En escolares de Lima, la capital de Perú con un IDH de 0,7590 (por encima del IDH nacional y N°1 del ranking) (PNUD, 2017), su consumo bajo de frutas y verduras y excesivo de alimentos superfluos, unido a un estilo de vida sedentario englobados en la transición nutricional de la zona, ha provocado una prevalencia de 46% de exceso de peso en los escolares (22% sobrepeso y 24% obesidad) (Aparco y cols., 2016). En este caso, los datos del consumo alimentario coinciden con los nuestros, ya que también observamos un consumo muy elevado de alimentos superfluos (3,5 veces/día) y bajo de frutas y verduras en la zona en transición nutricional, aunque observamos menor prevalencia de exceso de peso (20,7%; 17,2% sobrepeso y 3,5% obesidad). Esta diferencia en el IMC podría deberse a que la zona de Lima lleva más años en transición nutricional, con lo que el sobrepeso ha ido afectando progresivamente a niños cada vez más pequeños, desarrollando en ellos una aparición temprana de adiposidad, lo que ocasiona que al llegar a la etapa escolar ya padezcan obesidad (Rolland-Cachera., 2010).

La transición nutricional presente en la zona urbana, tal como hemos visto que ocurre en otras zonas de América Latina, está afectando negativamente el consumo alimentario y por consiguiente el estado

nutricional de los escolares, con lo que vemos urgente la aplicación de medidas sanitarias para combatir dichos efectos. En este tópico, en los últimos años se han llevado a cabo diversas intervenciones de salud en poblaciones en transición nutricional de esta región logrando obtener resultados positivos. En Colombia, lograron aumentar el consumo de frutas y verduras mediante una intervención en educación nutricional en el ambiente escolar (Prada y cols., 2007). En Chile, mediante una intervención en actividad física, lograron reducir la obesidad de 21,8% (2008) a 18,4% (2013) (Ratner y cols., 2013) y en el norte de México redujeron el sobrepeso de 54% a 45% mediante programas de educación alimentaria y nutricional en las escuelas (Aviña-Barrera y cols., 2016). Dichas evidencias nos demuestran que el ambiente escolar representa la mejor oportunidad para adquirir un estilo de vida saludable.

Al comparar el consumo alimentario de las dos zonas peruanas con el de un país desarrollado como España, observamos que los escolares españoles consumen el doble de alimentos relacionados con un mayor nivel económico adquisitivo, como es el caso de la carne (101,5g/día), el pescado (45,2g/día), las frutas (139,1g/día) y las verduras (115g/día), además de la elevada cantidad de alimentos superfluos (278,3g/día) (Ribas-Barba y cols., 2007). El incremento en el consumo de estos alimentos superfluos se ha relacionado también con el aumento de la obesidad infantil entre los escolares españoles, con la consecuente promoción de programas de educación alimentaria para favorecer un consumo alimentario más saludable en dicho país (Ratner y cols., 2013).

Consumo alimentario e ingesta nutricional en el desayuno

La composición del desayuno de los escolares de la zona en pobreza extrema también es muy diferente al de la zona en transición nutricional.

En la primera zona está compuesto principalmente de leche ($361,7 \pm 165,5$ g/día) y de aproximadamente 75 g/día de cereales, tubérculos y legumbres, sin apenas alimentos superfluos (5,9g/día) y en la segunda dista en gran medida de ser saludable, al estar compuesto de un poco más de medio vaso de leche (48g/día), aproximadamente 30 gamos de cereales (pan y cereales inflados principalmente) acompañados por pequeñas porciones de queso o huevos y una importante cantidad de alimentos superfluos (79g/día) (dulces de tipo azúcares y principalmente de bebidas azucaradas). La composición alimentaria de ambos desayunos coincide con el patrón alimentario de su alimentación global diaria. Este desayuno contribuye con un aporte energético al 24,5% de la alimentación total del día ($1401,87 \pm 388,44$ kcal/día) en la zona en pobreza extrema y al 34% en la zona en transición nutricional, quizás porque la ingesta total del día es menor en esta zona ($1243 \pm 382,14$ kcal/día), aunque ambos porcentajes son adecuados. El desayuno de los escolares de la zona en pobreza extrema aporta 311,9 Kcal/día, siendo superior en la zona en transición nutricional (395 Kcal/día) y además, en esta zona el aporte de grasas saturadas es excesivo (37,8%). En base a dichos resultados observamos que aunque los escolares de ambas zonas consumen muy pocas frutas y verduras en el desayuno, el modelo de desayuno de la zona en pobreza extrema representa un modelo más cercano al saludable debido a la presencia del programa alimentario; mientras que el modelo de desayuno en la zona en transición nutricional se considera muy poco saludable debido a su alto contenido de azúcares y grasas saturadas (Galicia, 2016).

2.3 Ingesta de energía y nutrientes

La ingesta de energía de los escolares de la zona en pobreza (1401 kcal/día) y de la zona en transición nutricional (1243 kcal/día) es adecuada a las recomendaciones para la población escolar peruana según su lugar

de residencia (rural o urbana), sin observarse diferencias significativas entre ambos. La ingesta de energía de ambas zonas se acerca a la ingesta reportada por Togo-Luna y cols. (2016) en escolares de una zona de México (1663 kcal/día). A pesar de que ambos se adecúan tanto a la ingesta de energía como al porcentaje de energía proveniente de los macronutrientes recomendado por la OMS para la prevención de enfermedades crónicas (OMS, 2003): glúcidos 58,8% (recomendado 55-75%); lípidos 26,4% (15-30%) y proteínas 14,7% (10-15%), los escolares de ambas zonas presentan una alta PII de ácidos grasos poliinsaturados, folatos, vitamina D, y hierro, lo cual coincide con los resultados de la revisión sistemática realizada por Berti y cols. en 2014 sobre la ingesta de nutrientes de los países del centro Andino de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, que incluyó 34 artículos/informes publicados entre 1969-2011 de individuos de todas las edades.

Comparando con la ingesta de la población peruana publicada en la Encuesta Nacional de Consumo Familiar (ENCOFA 2006), observamos que la ingesta de hierro de 5,6 mg/día concuerda con la ingesta de la zona en transición nutricional de nuestro estudio, sin embargo vemos que la ingesta de la zona en pobreza extrema la duplica (12,1mg/día); en el caso de la vitamina A, observamos que la zona en transición nutricional (176 µg/día) realiza un consumo similar al reportado por la ENCOFA (180 µg/día), y la zona en pobreza extrema se encuentra por encima (292 µg/día) (Ministerio de Salud & Instituto Nacional de Salud, 2006).

Los escolares con exceso de peso de ambas zonas realizan una mayor ingesta de azúcares libres que los normopeso, y además los escolares con exceso de peso de la zona en pobreza extrema y todos los de la zona en transición nutricional superan el máximo recomendado por la OMS de 10% de la energía total proveniente de los azúcares libres. En la zona en transición nutricional se observa que realizar un nivel de actividad física

bajo (<60 min/día) representa un potente factor de riesgo de exceso de peso, lo cual incrementa aún más su riesgo de padecer enfermedades crónicas en la edad adulta; mientras que, por otro lado, no se halló ningún factor relacionado con el bajo peso en ninguna de las zonas (OMS, 2003).

En años recientes, se han llevado a cabo estudios que han hallado una asociación entre el excesivo consumo de alimentos superfluos y de azúcares libres con el riesgo de exceso de peso. En 2013, Malik y cols., realizaron una revisión sistemática y meta-análisis para recolectar la evidencia que relaciona el consumo de bebidas azucaradas con el peso corporal in niños y adultos, incluyendo 22 estudios de cohorte prospectivos y 10 ensayos. En estos 32 estudios, 20 en muestras de niños y 12 en adultos) encontraron que el incremento en el consumo de bebidas azucaradas estaba relacionado con un incremento en el IMC en ambas poblaciones. Así mismo, Bray y Popkin (2014), hallaron en un metaanálisis que la reducción en la ingesta de bebidas azucaradas se relaciona con una menor ganancia de peso; sin embargo, también existen estudios que no han encontrado esta relación. Lo que estos autores tienen en común es que enfatizan en la necesidad de realizar más estudios en distintas poblaciones según sus características específicas. Stanhope (2016) refirió en su revisión sistemática que el consumo excesivo de azúcares puede favorecer el desarrollo de adiposidad visceral y grasa ectópica, además de promover la acumulación de lípidos en el hígado, dislipidemias, baja sensibilidad a la insulina y niveles altos de ácido úrico, sin embargo, menciona que estos resultados no son del todo concluyentes.

En América Latina solo hay un estudio en este tema realizado por Kupek y cols., en Brasil, quienes concluyeron que los niños en edad escolar (7-10 años) cuya dieta se caracteriza por el consumo de arroz y legumbres tiene menor riesgo de exceso de peso comparados con los que realizan una dieta caracterizada por un consumo alto de alimentos superfluos.

2.4 Prevalencia y factores de riesgo de anemia

El programa alimentario es un factor protector frente a la anemia en la zona en pobreza extrema. En total, los escolares de ambas zonas presentan una alta prevalencia de anemia (26,4%). Sin embargo, los escolares de la zona en pobreza extrema presentan menor prevalencia de anemia (17,6%) y mayor ingesta de hierro (11,2mg/día) que los de la zona en transición nutricional (31,7% y 5,9mg/día, respectivamente) probablemente relacionado con el efecto del programa alimentario. El bajo consumo de carne + pescado y frutas (alimentos no proporcionados por el programa alimentario), una menor ingesta de hierro, vitamina C y vitamina E, así como tener menor edad niveles bajos de leucocitos en sangre aumentan el riesgo de padecer anemia en esta población escolar peruana.

La prevalencia total de anemia hallada en este estudio se encuentra por debajo de la reportada por la OMS para niños de 5-14 años en los países en vías de desarrollo (48%) (Galicia y cols., 2016) y también debajo del 45,6% reportado por Anticona & San Sebastián, (2014), para niños peruanos de 0-17 años.

En estudios realizados en zonas rurales en pobreza extrema sin programas de ayuda alimentaria observamos mucho mayores prevalencias la zona en pobreza extrema de nuestro estudio: en escolares de Bolivia, Terán y cols. (2018) hallaron una prevalencia de 74%, y en Venezuela, Papale y cols. (2008) hallaron una prevalencia de 59,6%; estas altas prevalencias pueden ser debido a que, además de ser poblaciones en pobreza extrema y no contar con ningún apoyo alimentario, viven en malas condiciones higiénicas con altas prevalencias de infecciones parasitarias (78% y 60%, respectivamente), los cuales son los factores de riesgo de anemia más

frecuentes en América Latina.

En el caso de las poblaciones en transición nutricional, Aparco y cols. (2016) hallaron prevalencias similares a la nuestra en niños peruanos de 6-9 años de Lima (11,9%). Sin embargo, son mucho más altas que las prevalencias reportadas para otras zonas en transición nutricional de América Latina: Lázaro y cols. (2018), hallaron prevalencias del 6,3% y 4,4% en niños de 6-14 años de zonas en transición nutricional de Brasil y Argentina, respectivamente; esto probablemente debido a que estos dos países son los más grandes y más económicamente desarrollados de la región, donde llevan implementado intervenciones de salud hace muchos años que han mejorado el estado nutricional de sus habitantes.

En los análisis multi-variantes identificamos como factores protectores de anemia la participación en el programa alimentario, la menor presencia de infecciones (bajos niveles de leucocitos en sangre), el mayor consumo de carne-pescado y de frutas. Además, el modelo nutricional identifica como factores protectores la mayor ingesta de hierro, vitamina C y vitamina E. La presencia de un programa alimentario como factor protector de anemia en población infantil se ha visto en diferentes poblaciones de América Latina como México (Lutter y cols., 2006; Villalpando y cols., 2006), Guatemala (Schumann y cols., 2005) o Bolivia (Miranda y cols., 2014). Los bajos niveles de leucocitos en sangre observados en los escolares anémicos probablemente se deban a la presencia de algún tipo de infección parasitaria (ya que uno de cada tres peruanos presenta algún tipo de parásito) (MINSa, 2003). En este caso, aunque el marcador común de infecciones parasitarias son los eosinófilos, y ya que en nuestro estudio no fueron evaluados, existe evidencia en la literatura que asocia los niveles altos de eosinófilos con los bajos niveles de leucocitos. Parece ser que los eosinófilos tienen receptores para inmunoglobulinas A que pueden descomponer sus proteínas que a su vez

pueden llegar a expresar antígenos de leucocitos, disminuyendo sus niveles (Mehta & Furuta, 2015; Herrera, 1999). Además, en este tópico Varma y Naseem (2010) describieron que los bajos niveles de leucocitos junto con la presencia de anemia son características de un tipo específico de infección parasitaria llamada leishmaniosis. Este tipo de infecciones está asociada a las comunidades en vías de desarrollo como Perú (OMS, 2017).

La relación positiva del mayor consumo de carne-pescado y de frutas con el menor riesgo de anemia fue confirmada en el análisis multivariante y es consistente con la literatura internacional (Collings y cols., 2013; Bach-Kristensen y cols., 2005).

En el caso del modelo nutricional, confirmamos que la mayor ingesta de hierro en los escolares es un factor protector frente a la anemia. En este sentido, la muestra total realiza una ingesta diaria de hierro de 7,9mg/día, cuando la recomendación oscila entre 10-18 mg/día. Al comparar por zonas observamos que la zona en pobreza extrema realiza una ingesta de 11,2 mg/día, lo que coincide con su menor prevalencia de anemia, mientras que en la zona en transición nutricional su menor ingesta de hierro (5,9mg/día) coincide con su mayor prevalencia de anemia. Al analizar las distintas fuentes alimentarias del hierro ingerido también observamos diferencias según la zona: en la zona en pobreza extrema las principales fuentes son los alimentos aportados por el programa alimentario (cereales y legumbres) y en la zona en transición nutricional dichas fuentes se relacionan con el mayor poder adquisitivo de las familias (carnes y cereales).

La vitamina C (ácido ascórbico) es el mayor factor promotor de la absorción del hierro, ya que puede llegar a triplicarla sin ser influenciado por factores inhibidores (Collings y cols., 2013). Además, creemos que la vitamina C ingerida en la zona en pobreza extrema probablemente

provenza de las patatas (altamente consumidas en esta zona) generalmente asadas, lo cual disminuye la pérdida de vitamina C (Collings y cols., 2013). En relación al efecto positivo de la vitamina E frente al riesgo de anemia, existen investigaciones recientes que también han hallado esta relación. En 2004 Vrzhesinkaia y cols., publicaron que el déficit de vitamina E era dos veces más común en niños rusos anémicos que en los no anémicos, hallando una relación lineal positiva entre los índices séricos de hierro y los de vitamina E. En 2006 Şimşek y cols., realizaron un estudio del efecto antioxidante de la vitamina E en el tratamiento nutricional de la anemia por deficiencia de hierro en niños menores de 5 años, hallando que la respuesta reticulocitaria y la recuperación de la microcitosis se produce más rápidamente en el grupo administrado con vitamina E en comparación con el grupo tratado solo con hierro. El papel de la vitamina E en el desarrollo de la anemia es que previene la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados en las membranas de los glóbulos rojos, lo que inhibe la hemólisis prematura de los eritrocitos (Jilani y cols., 20011).

En vista de que el programa alimentario presente en la zona en pobreza extrema es un factor protector de anemia, éste podría reforzarse con campañas de desparasitación y suplementación combinada con hierro y vitamina E para una mejor efectividad.

3. Funcionamiento neuropsicológico y los problemas psicológicos

En relación al funcionamiento neuropsicológico y la conducta, contrario a lo hallado en el análisis del estado nutricional, los escolares de la zona en pobreza extrema presentan un menor rendimiento en todos los test de funcionamiento neuropsicológicos que los escolares de la zona en transición nutricional.

En relación al análisis por sexos, en la zona en pobreza extrema los niños presentan una mayor puntuación en el dominio de atención y verbal y menor impulsividad que las niñas; mientras que en la zona en transición nutricional no se hallaron diferencias significativas según sexo excepto en la impulsividad, donde las niñas son las que presentan mayores puntuaciones ($p < 0,001$). Las diferencias halladas en la zona en pobreza extrema podrían deberse a que, según la observación de las investigadoras, existen roles bien establecidos a nivel familiar y comunitario, donde el varón es al que se le da prioridad y facilidades para estudiar, mientras que la mujer generalmente es educada con el objetivo de ser ama de casa y madre de familia. Estos datos coinciden con los de Castañeda y cols. (2009) que realizaron un estudio en escolares mexicanos, hallando que aunque en la muestra total los niños eran más impulsivos, las niñas de los estratos sociales más bajos presentaban mayor impulsividad. Estos datos difieren de los de estudios realizados en diversas poblaciones como los de Quiroga y cols. (2011) en España donde no hallaron diferencias entre sexos en un test de ejecución continua aplicado a niños en edad escolar (7-11 años).

Destaca el caso de las puntuaciones escalares de las sub-pruebas Matrices, Claves y Dígitos (WISC-VI) que valoran el razonamiento lógico, la coordinación visomotora y la memoria de trabajo auditiva, donde aunque las puntuaciones de los escolares de ambas zonas son menores que la media española que es de 10 ± 2 (Wechsler y cols., 2011), las puntuaciones obtenidas por los escolares de la zona en pobreza extrema son inferiores a dos desviaciones estándar por debajo de la media española; mientras que las puntuaciones de los escolares de la zona en transición nutricional se aproximan más a ella. Esto podría explicarse en parte por el estado nutricional, ya que, si bien los escolares de la zona en pobreza extrema presentan una prevalencia mucho mayor de normopeso y realizan un

patrón de consumo alimentario más saludable, presentan casi el doble de prevalencia de desnutrición crónica, lo cual nos indica que pudieron haber sufrido desnutrición en sus primeros años de vida etapas de mayor vulnerabilidad para el neurodesarrollo, e influir en su deficiente desarrollo cognitivo (Sudfeld y cols., 2015; Georgiadis y cols., 2016; Pollit y cols., 2002). La variable de desnutrición crónica estuvo significativamente relacionada con el rendimiento de la mayoría de funciones neuropsicológicas en los análisis de regresión múltiple.

En las pruebas de fluidez verbal fonológica y semántica encontramos la misma tendencia, ya que las puntuaciones de ambas zonas son mucho menores que las de los baremos españoles (Portellano, 2007).

Por otra parte, las prevalencias halladas de los problemas de la conducta hallados a partir de las respuestas de los maestros en el test SDQ son mucho más altas que las reportadas para otros países. En la muestra total (ya que no hubieron diferencias significativas por zonas) hallamos una prevalencia de dificultades totales de 57,8% (30% límite + 27,8% anormal), la cual se encuentra muy por encima por ejemplo de la prevalencia del 12,8% de dificultades totales para niños europeos (Italia, Alemania, Países Bajos, Lituania, Bulgaria, Rumania y Turquía) de 6-11 años hallada por Kovess-Masfety y cols. (2016) y del 9,3% hallado por Mata y col. (2009) en niños españoles. En la literatura encontramos que las prevalencias de los problemas de la conducta suelen ser mayores en los niños que en las niñas (Dray y cols., 2016), sin embargo en nuestro caso no hallamos diferencias significativas por sexos.

La alta prevalencia de problemas psicológicos en los escolares de ambas zonas podría estar relacionada con el estado emocional de las madres, ya que más de la mitad de ellas presentan ansiedad y alrededor de 35% presentan manifestaciones de depresión (según el rango de anormalidad

del test de Goldberg), sin observarse diferencias significativas por zonas. Estos datos concuerdan con los Indicadores de violencia familiar y sexual 2000-2017 de Perú, donde se concluye que el 68,2% de las mujeres peruanas sufre de violencia total, el 64,2% sufre violencia psicológica, el 31,7% padece violencia física y el 6,6% de violencia sexual (INEI, 2017). Estos alarmantes datos nos hacen reflexionar sobre el gran impacto que dicha violencia puede tener, tanto directa como indirectamente a nivel intrafamiliar. La violencia familiar se ha visto relacionada con la mayor presencia de problemas psicológicos en el niño por ser un modelo de conducta, por la indefensión que genera en el niño la situación, por el estilo educativo que recibe de sus padres, o por la interacción con una madre emocionalmente alterada, entre otros.

4. Relación del estado nutricional con las funciones neuropsicológicas

En esta muestra de la población escolar peruana, independientemente de la zona en la que los niños vivan, observamos que la presencia de desnutrición crónica representa una potente influencia negativa sobre el dominio de atención, el dominio verbal, el dominio visual, el razonamiento lógico y la velocidad de procesamiento, lo cual coincide con estudios previos en distintas poblaciones (Cordero y cols. 1993; Garófalo y cols., 2009; Georgieff, 2007; O'Donnell & Grippo, 2004). La influencia negativa del déficit de vitaminas B (B3 y B6 en nuestro caso) sobre el desarrollo cognitivo del niño ha sido ampliamente estudiada por diversos autores (Gutierrez y cols., 2013; Vinodkumar y cols., 2009). Además de estas vitaminas, en los modelos multivariantes observamos una asociación entre la baja ingesta de vitamina D y menores puntuaciones en el dominio verbal y de atención; en este caso, dicha relación puede deberse a la función dopaminérgica y serotoninérgica de esta vitamina, que ocasiona

una disminución de la inflamación y del estrés oxidativo, con lo que el desarrollo de neurotransmisores se ve favorecido (Saedisomeolia y cols., 2018). Nuestros resultados concuerdan con los de Gould y cols. (2017) quienes hallaron una mayor relación de la vitamina D con el desarrollo del lenguaje en niños. En nuestro caso, además de la vitamina D, también hallamos relación entre el dominio verbal y la presencia de anemia y el déficit de vitamina B2, concordando con el estudio realizado por Stoltzfus y cols. (2001) en niños de edad escolar con anemia por déficit de hierro, los cuales después de ser suplementados mejoraron tanto el desarrollo motor como el lenguaje.

En el caso del hierro se ha observado una relación estrecha con el neurodesarrollo humano a lo largo de los años. Esta relación en los niños en edad escolar se ha ido observando desde el estudio de Webb & Ozki en 1973, quienes hallaron la primera evidencia del efecto del estado de hierro sobre el neurodesarrollo en escolares anémicos de 12-14 años, donde los anémicos presentaron menores puntajes de desempeño escolar que los no anémicos (The Iowa of Basic Skills). Posteriormente, en una muestra de escolares chilenos se comprobó que el rendimiento escolar medido a través de una prueba de aptitud académica estaba significativa y positivamente correlacionado con la ingesta de hierro en esta población (Ivanovic y col., 1991). Un par de años después, en España también se vio esta asociación (Ortega y cols., 1993) ya que los escolares-adolescentes con valores inferiores a 12 ng/ml de ferritina tenían menor velocidad para ejecutar una prueba de atención, menor capacidad de verbal y de razonamiento, menor puntaje total en la prueba de aptitud escolar así como peores calificaciones para las asignaturas de física y química en relación a aquellos que presentaron cifras superiores. Fue más adelante, en 1999 que se realizaron pruebas más precisas del neurodesarrollo de escolares mexicanos; con la prueba de *Wechsler Intelligence Scale for*

Children-Reviewed encontraron que los deficientes en hierro obtuvieron menor puntaje para la subpruebas de información, comprensión, diseño con bloque y coeficiente intelectual que los que tenían un adecuado estado en hierro; y al realizar una evaluación dinámica computarizada del aprendizaje, la mayoría de los niños sanos se agruparon dentro del grupo de buena capacidad de aprendizaje mientras que los deficientes en hierro se agruparon en el grupo de capacidad de aprendizaje deficiente (Otero, 1999). Nuestro grupo de investigación realizó un estudio de la relación de la relación entre el estado nutricional y la capacidad intelectual en niños de 6 años encontrando una asociación positiva entre la ingesta de hierro y de folatos y el coeficiente intelectual y o verbal (Arija y cols., 2006).

La presencia de anemia también está relacionada con un menor dominio visual y menor razonamiento lógico en estos escolares peruanos, lo cual coincide con la literatura (Grantham-McGregor & Ani, 2001; Lozoff y cols., 1991, Pollit, 1997) con Lozoff y cols. (2000) que hallaron relación del déficit de hierro con habilidad cognitiva, de aprovechamiento y de integración visual-motora y con Pollit (1997b) que halló relación entre déficit de hierro en escolares y menor desempeño en de memoria de trabajo.

Nuestros hallazgos en los modelos multivariantes no sustentan la relación hallada por otros autores (Uauy, 2001; Kretchmer, 1996; Birch y cols., 2010) entre el déficit en la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados y los dominios neuropsicológicos, a excepción de la velocidad de procesamiento. Sin embargo, los análisis bivariantes mostraron relaciones entre el déficit de AGPI y memoria verbal, atención e impulsividad en la zona en transición nutricional, lo cual sí coincide con los hallazgos de Colombo y cols. (2013), Jensen y cols. (2010) y con Anand & Sachdeva (2016) que relacionan la ingesta adecuada de ácidos grasos poliinsaturados

con un mejor rendimiento en atención y específicamente con Zhang y cols. (2015) que analizaron la ingesta de escolares americanos de 6-16 años también por medio de un R24h, hallando una relación entre la mayor ingesta de AGPI y mejores puntuaciones en la memoria de trabajo.

En los análisis bivariantes observamos una relación entre la ingesta adecuada de vitamina B6 y B12 con un mejor rendimiento neuropsicológico, lo cual coincide con diversos estudios al respecto (Gutiérrez y cols. ,2013). Meng-Meng y cols. (2014) hallaron mejor memoria y atención en niños de 5-18 años y Eilander y cols. (2010), un mejor razonamiento fluido, mejor memoria a corto y largo plazo y mayor velocidad de procesamiento. Sin embargo, en nuestro caso, es difícil explicar su contribución debido a que dicha relación no pudo ser confirmada a través de los modelos multivariantes, lo cual coincidiría con los hallazgos de Venkatramanan y cols. (2016) quienes realizaron una revisión sistemática buscando alguna relación de la vitamina B12 con el desarrollo mental y psicomotor, inteligencia verbal y no verbal, razonamiento, resolución de problemas, aprendizaje y memoria a corto y largo plazo no hallando resultados concluyentes en ninguna de las funciones neuropsicológicas. Ibáñez (2009) también halló relación de la mayor ingesta de vitamina B6 con un mejor desempeño en pruebas de memorización en España y Benton (2011) de las vitaminas B1, B6 y B12 con la mejora en la memoria, la velocidad de aprendizaje, tiempos de reacción e inteligencia y memoria de atención en los niños.

En general, aunque algunos nutrientes como la vitamina B1, la vitamina B9, la vitamina B12, la vitamina E, el hierro, el magnesio y el calcio se ven relacionados con las funciones neuropsicológicas en los análisis bivariantes, observamos que los análisis multivariantes no aportan datos concluyentes al respecto. Esto quizá ocurra debido a la influencia que

presenta la interacción de un nutriente sobre otro, pudiendo enmascarar su efecto al realizar los análisis de regresión logística. En este caso hemos realizado diversas pruebas utilizando distintas covariables y en ninguno de los casos obtuvimos resultados significativos para estos nutrientes. Otra forma de explicarlo es que en esta población, los factores que tienen un mayor peso sobre su neurodesarrollo serían por un lado, la zona en la que habitan (pobreza extrema o transición nutricional) y el haber padecido desnutrición en edades tempranas y que se representa como desnutrición crónica en la actualidad; y por otro lado, en su ingesta lo que realmente tendrían una influencia sobre el neurodesarrollo (y que sí logra observarse en los modelos multivariantes) serían vitaminas del complejo B, los AGPI y la vitamina D.

En el caso de la conducta, si bien en la literatura se ha visto que la ingesta insuficiente de algunos nutrientes se relaciona con algunos problemas psicológicos, no hemos hallado esta relación en nuestro estudio. En este caso, hemos de tener en cuenta que nosotros no realizamos diagnóstico de los trastornos psicológicos, sino que estos han sido solo valorados a través de los síntomas que perciben los maestros. En un amplio estudio realizado con 3000 niños con deficiencia de hierro, encontraron una alta tasa de depresión, trastorno bipolar, trastorno de ansiedad y TDAH (Chen y cols., 2013). La deficiencia de zinc también se ha relacionado con el TDAH (Black, 1998; Cuajungco & Lees, 1997). Se ha visto que el déficit de AGPI también se relaciona con el TDAH, la dispraxia, la dislexia y el autismo (Richardson, 2003; Ward y cols., 2000; Colombo, 2001; Burgess y cols. 2000; Kennedy y cols., 2009). En este caso, en el año 2012 Milte y cols., realizaron un ensayo aleatorizado con niños entre 7-12 años diagnosticados con TDAH encontrando que un aumento en la ingesta de omega 3 se asoció con puntuaciones más bajas en oposicionismo desafiante e hiperactividad.

Por otro lado, contrario a la literatura sobre el tema, tampoco hemos hallado ninguna relación de los problemas psicológicos con el estado ponderal o la anemia (Cadavid, 2010; Kovess-Masfety y cols., 2016) en los modelos de regresión múltiple.

5. Dificultades y limitaciones

Durante la realización de este estudio el grupo investigador atravesó por diversas dificultades, algunas más complicadas que otras, pero fueron solucionadas con mucho esfuerzo y dedicación.

La primera dificultad fue en la toma de contacto con la zona en pobreza extrema: el **idioma**, que aunque la mayoría de los escolares era bilingüe (quechua-castellano), el 99% de sus padres/madres solo hablaba quechua, por lo que con el apoyo de la ONG Amantaní, se consiguió un traductor que acompañó al grupo investigador durante todas las entrevistas. En este caso, el traductor no fue necesario en la zona en transición nutricional ya que el 100% de los padres/madres era castellano parlante.

Debido a su condición de pobreza extrema, el acceso a las comunidades de la zona de Ccorca era complicado ya que no cuentan con una **infraestructura viaria** adecuada, lo cual se veía empeorado con las **condiciones meteorológicas extremas** (tormentas de lluvia y granizo), con lo cual el equipo investigador decidió dormir en las comunidades donde trabajaba durante varios días, para evitar los peligros del traslado.

En general, en Perú existe un **organigrama burocrático estricto**, con lo cual, antes de ponerse en contacto con los colegios y los padres/madres de familia, las investigadoras acudieron a los gobiernos locales de ambas zonas para darles a conocer el proyecto y así crear una relación cordial con estos.

La región Andina es una región rica culturalmente, con **creencias y religiones** muy marcadas, que se mantienen aún en las generaciones más jóvenes. Una de las creencias más arraigadas que representó una dificultad para el grupo investigador fue que para ellos la sangre representa el alma de cada persona, con lo cual realizar las **extracciones sanguíneas** resultaba un reto casi imposible. Sin embargo esto fue solucionado con la ayuda de la ONG Amantaní, que haciendo uso de su buena relación con los pobladores, ayudó a convencerlos de que sería algo beneficioso para la comunidad.

Metodológicamente, una limitación de nuestro estudio es que se aplicó solo un R24h, sin embargo esta limitación fue compensada aplicando un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y correlacionando la información de ambos, dando de esta forma más veracidad a los datos recogidos. También, otra limitación metodológica tiene relación con la evaluación de la conducta. En este caso, los problemas psicológicos fueron solo evaluados por los maestros y no se realizó una evaluación multiinformante (padres y niños) ni de diagnóstico clínico.

La naturaleza transversal de nuestro estudio nos previene de asumir asociaciones causales directas entre las diversas variables analizadas mediante los modelos de regresión logística, sin embargo, sí aporta información valiosa sobre los posibles factores de riesgo de padecimientos que actualmente representan un problema de salud pública en las poblaciones de América Latina, tanto de pobreza extrema como en transición nutricional como el sobrepeso, la obesidad y la anemia.

6. Líneas de futuro

El presente trabajo nos ha permitido conocer dos situaciones distintas en los escolares peruanos tanto en su estado nutricional como cognitivo. Aunque este estudio ha sido muy completo y ha abarcado dos grandes aspectos de la salud de los escolares, creemos que podría realizarse en distintas zonas del país, en incluso a nivel de América Latina, complementándolo con análisis bioquímico del nivel de ferritina (para conocer si la anemia es por deficiencia de hierro) y también con coprocultivos (para detectar cualquier posible infección parasitaria).

A raíz de los hallazgos, sería interesante realizar una difusión de los datos a nivel local y nacional con la finalidad de mejorar los programas existentes en las zonas en pobreza extrema incluyendo los alimentos deficitarios o suplementos de hierro en caso de ser necesarios; y por otro lado, promover la creación de intervenciones sanitarias con promoción de la actividad física así como de educación nutricional en las zonas en transición nutricional, además de crear campañas de desparasitación en todas las zonas del país.

VI. CONCLUSIONES

Conclusiones

1. Los escolares peruanos de la zona en pobreza extrema con programa alimentario presentan en la actualidad una elevada prevalencia de normopeso (86,5%) y bajas prevalencias tanto de delgadez (4,7%) como de exceso de peso (8,8%). Sin embargo, estos niños presentan una elevada prevalencia de desnutrición crónica (48,2%). Por otro lado, los escolares de la zona urbana en transición nutricional presentan altas prevalencias tanto de delgadez (21,8%) como de exceso de peso (20,7%), mientras que su prevalencia de desnutrición crónica es menor (29,5%).
2. Los escolares de la zona en pobreza extrema realizan un consumo adecuado de lácteos, cereales-tubérculos y legumbres (alimentos que aporta el programa alimentario), un consumo escaso de carnes, huevos y pescados y muy bajo de frutas y verduras. Esto comporta una ingesta de energía adecuada, aunque con una alta probabilidad de ingesta inadecuada (>70%) de ácidos grasos poliinsaturados, vitamina B3, folatos, vitamina C, vitamina A, vitamina D y hierro.
3. Los escolares de la zona urbana en transición nutricional realizan un consumo adecuado en carnes, huevos y cereales-tubérculos, medio de legumbres y lácteos, escaso de frutas, muy bajo de pescados y verduras; y elevado en alimentos superfluos. Su ingesta de energía es adecuada, pero presentan una alta probabilidad de ingesta inadecuada de ácidos grasos poliinsaturados, vitamina A, vitamina D, calcio y hierro.
4. Los niños con exceso de peso ingieren más azúcares libres que los normopeso; además, los niños con exceso de peso de la zona en pobreza extrema y todos los de la zona en transición nutricional

superan el máximo recomendado por la OMS del 10% de energía. Además, realizar menos de 60 minutos de actividad física al día se asocia al riesgo de exceso de peso en los escolares de la zona en transición nutricional. No se observan factores de riesgo asociados al bajo peso.

5. La prevalencia de anemia en la zona de pobreza extrema es menor de lo esperado (17,6%; 11,1% leve y 6,5% moderada) e incluso inferior a la prevalencia observada en la zona en transición nutricional (31,7%; 15,6% leve y 16,1% moderada). Se han identificado como factores protectores de anemia la realización del programa alimentario, la menor presencia de infecciones, el mayor consumo de carne-pescado y de frutas. Además, el modelo nutricional identifica como factores protectores la mayor ingesta de hierro, vitamina C y vitamina E.
6. Los escolares de la zona en pobreza extrema presentan un menor rendimiento en los test de funcionamiento neuropsicológico que los escolares de la zona en transición nutricional.
7. En relación a los baremos de población española, los escolares de la zona en pobreza extrema tienen un rendimiento en razonamiento lógico, procesamiento visomotor y memoria de trabajo auditiva inferior a dos desviaciones estándar por debajo de la media española; mientras que los escolares de la zona en transición nutricional se aproximan a ella.
8. El dominio de **atención** se ve influenciado por el déficit de los siguientes factores nutricionales: desnutrición crónica, energía, vitamina B3, vitamina B6 y vitamina D. En el dominio **verbal** los déficits relacionados son desnutrición crónica, energía, vitamina D, vitamina B2 y anemia. En el dominio de **memoria visual** solo se encuentran relacionados la desnutrición crónica y la anemia. El

razonamiento lógico (Matrices) se encuentra relacionado con el déficit de vitamina B2, vitamina B3 y desnutrición crónica. La velocidad de procesamiento (Claves) se relaciona con la desnutrición crónica y con el déficit de energía, AGPI y vitamina B5.

9. Aunque algunos nutrientes, como la vitamina B1, la vitamina B9, la vitamina B12, la vitamina E, el hierro, el magnesio o el calcio, están relacionados con las funciones neuropsicológicas, los análisis multivariantes no aportan datos concluyentes.
10. Los problemas psicológicos percibidos por el maestro no tienen relación con la ingesta y otros factores nutricionales.

*

VII. REFERENCIAS

- Abizari, A., Moreti, D., Schuth, S., Zimmermann, M., Armar-Klemesu, M., & Brouwer, I. (2012). Phytic acid-to-iron molar ratio rather than polyphenol concentration determines iron bioavailability in whole-cowpea meal among young women. *J Nutr*, *142*(11), 1950-1955.
- Adair, L. S., Fall, C. H. D., Osmond, C., Stein, A. D., Martorell, R., Ramirez-Zea, M., Victora, C. G. (2013). Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: Findings from five birth cohort studies. *The Lancet*, *382*(9891), 525-534.
- Al-Farsi, Y., Waly, M., Deth, R., Ali, A., & Al-Khalili, M. (2013). Low folate and vitamin B12 nourishment is common in Omani children with newly diagnosed autism. *Nutrition*, *29*, 537-541.
- Alves, J., Galé, C., Souza, E., & Batty, G. (2008). Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso : ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil Effect of physical exercise on bodyweight in overweight children : a randomized controlled trial in a Brazilian. *Cad. Saúde Pública*, *24*(2), 353-359.
- Anderson, G., Peterson, R., & Beaton, G. (1982). Estimating nutrient deficiencies in population from dietary records: the use of probability analysis. *Nutr Res*, *2*(4), 409-415.
- Anderson, V., Fenwick, T., Manly, T., & Robertson, I. (1998). Attentional skills following traumatic brain injury in childhood: a componential analysis. *Brain Inj*, *12*(11), 937-949.
- Anderson, V., Northan, E., Hendy, J., & Wrennall, J. (2001). Developmental neuropsychology: a clinical approach. New York, EUA: *Psychology Press*.

- Andrews, M., Briones, L., Jaramillo, A., Pizarro, F., & Arredondo, M. (2014). Effect of Calcium, Tannic Acid, Phytic Acid and Pectin over Iron Uptake in an In Vitro Caco-2 Cell Model. *Biol Trace Elem Res*, *158*(1), 122-127.
- Angulo-Barroso, R., Santos, D., Bian, Y., Sturza, J., Jiang, Y., Lozoff, B. (2016). Iron Supplementation in Pregnancy or Infancy and Motor Development: A Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*, *137*(4), e20153547-e20153547.
- Anticona, C., & San Sebastian, M. (2014). Anemia and malnutrition in indigenous children and adolescents of the Peruvian Amazon in a context of lead exposure: A cross-sectional study. *Glob Health Action*, *7*(1), 1-8.
- Aparco Balboa, J. P., Bautista-Olórtegui, W., Astete-Robilliard, L., & Pillaca, J. (2016). Evaluación del estado nutricional, patrones de consumo alimentario y de actividad física en escolares del mercado De Lima. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, *33*(4), 633-639.
- Arija, V., Pérez Rodrigo, C., Martínez de Vitoria, E., Ortega, R. M., Serra-Majem, L., Ribas, L., & Aranceta, J. (2015). Dietary intake and anthropometric reference values in population studies. *Nutr Hosp*, *31 Suppl 3*, 157-167.
- Arija V., Esparó, G., Fernández-Ballart, J., Canals, J. (2006). Nutritional status and performance in test of verbal and non-verbal intelligence in 6 year old childre. *Intelligence*, *34*(2), 141-149.
- Atalah, E. S., & Taibo, S. L. M. (2012). Estado nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS 2007. *Nutr Hosp*, *27*(1), 1-6.

- Atalah, E., Amigo, H., & Bustos, P. (2014). Does Chile's nutritional situation constitute a double burden?. *Am J Clin Nutr*, 1-4, 100(1), 4-8.
- Atalah, E., Urteaga, C., Rebolledo, A., Delfín, S., & Ramos, R. (1999). Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la Región de Aysén. *Rev Chil Pediatr [Internet]*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41061999000600005>
- Atanasio, O., Battistin, E., Fitzsimons, E., Mesnard, A., & Vera-Hernández, M. (2005). How effective are conditional cash transfers? Evidence from Colombia. *The Institute for Fiscal Studies*.
Disponibile en: <https://www.ifs.org.uk/bns/bn54.pdf>
- Augusto, RA., Cobayashi, F., Cardoso, M.A., ACTION Study Team. (2015) Associations between low consumption of fruits and vegetables and nutritional deficiencies in Brazilian schoolchildren. *Public Health Nutrition* 18, 927-935.
- Aviña-Barrera M, Castillo-Ruiz O, Vázquez-Nava F, Perales-Torres A, et al. (2016). Evaluación nutricional de escolares en una ciudad fronteriza entre Estados Unidos y México. *Rev Med Chile*, 144:347-354.
- Bacardí-Gascon, Pérez-Morales, & Jiménez-Cruz. (2012). A six month randomized school intervention and an 18-month follow-up intervention to prevent childhood obesity in Mexican schools. *Nutr Hosp*, 27(3), 755-762.
- Bach Kristensen, M., Hels, O., Morberg, C., Marving, J., Bügel, S., & Tetens, I. (2005). Pork meat increases iron absorption from a 5-day fully controlled diet when compared to a vegetarian diet with similar

- vitamin C and phytic acid content. *Br J Nutr*, 94(1), 78-83.
- Bakker, E., Hornstra, G., Blanco, C., & Vles, J. (2009). Relationship between long-chain polyunsaturated fatty acids at birth and motor function at 7 years of age. *Eur J Clin Nutr*, 63, 499-504.
- Bala, KA, Dogan, M., Kaba, S., Mutluer, T., Aslan, O., Dogan, SZ. (2016). Hormone disorder and vitamin deficiency in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and autism spectrum disorders (ASDs). *J Pediatr Endocrinol Metab*, 29(9), 1077-82.
- Balarajan, Y., Ramakrishnan, U., Ozaltin, E., Shankar, A., & Subramanian, S. (2011). Anaemia in low-income and middle-income countries. *Lancet*, 378(9809), 2123-2135.
- Balas-Nakash, M., Benítez-Arciniega, A., Perichart-Perera, O., Valdés-Ramos, R., & Vadillo-Ortega, F. (2010). The effect of exercise on cardiovascular risk markers in Mexican school-aged children: comparison between two structured group routines. *Salud Publica Mex*, 52(5), 398-405.
- Ballonga, C., López-Toledo, S., Echevarría, P., Vidal, Ó., Canals, J., & Arijá, V. (2017). Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorca, Perú. Proyecto INCOS, *Arch Latinoam Nutr*, 67(1).
- Banupriya, N., Bhat, B., Benet, B., Catherine, C., Sridhar, M., & Parija, S. (2018). Short term oral zinc supplementation among babies with Neonatal sepsis for reducing mortality and improving outcome. - A double-blind randomized controlled trial. *Indian J Pediatr*, 85(1), 5-9.
- Beaton, G. H., Milner, J., Corey, P., McGuire, V., Cousins, M., Stewart,

- E., Little, J. A. (1979). Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *American J Clin Nutr*, 32(12), 2546-2559.
- Behrman, J., & Hoddinott, J. (2000). An evaluation of the impact of Progresá on Pre-school child height. *International Food Policy Research Institute*. Disponible en: <http://ebrary.ifpri.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/75345/file/75346.pdf>
- Benítez-Hernández, Z., Hernández-Torres, P., Cabañas, M., De La Torre-Díaz, M., López-Ejeda, N., Marrodán, M.D., & Cervantes-Borunda, M. (2014). Composición corporal, estado nutricional y alimentación en escolares Tarahumaras urbanos y rurales de Chihuahua, México. *Nutr Clin Diet Hosp*, 34(2), 71-79.
- Benton, D. (2010). The influence of dietary status on the cognitive performance of children. *Mol Nutr Food Res*, 54(4), 457-470.
- Bingham, S., Gill, C., & Welch, A. (1994). Comparison of dietary assessment methods in nutritional epidemiology: weighed records v. 24-h recalls, food frequency questionnaires and estimated-diet records. *Br J Nutr*, 72, 619-643.
- Birch, E., Garfield, S., Hoffmann, D., Uauy, R., & Birch, D. (200AD). A randomized controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in infants. *Dev Med Child Neurol*, 42, 174-181.
- Bjorntorp, P., Bray, G. A., Carroll, K. K., Chuchalin, A., Dietz, W. H., Ehrlich, G. E., Zimmet, P. (2000). Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. *WHO Technical Report Series*, 253. [https://doi.org/ISBN 92 4 120894 5](https://doi.org/ISBN%2092%204%20120894%205)

- Black, M. (1998). Zinc deficiency and child development. *Am J Clin Nutr*, 68(2), 464S-469S.
- Blades, AN. & Flavell, HC. (1963) Observations on the use of the Coulter model electronic cell counter in clinical haematology. *J Clin Pathol*, 16, 158-63.
- Bourre, J. (2004). The role of nutritional factors on the structure and function of the brain: an update on dietary requirements. *Rev Neurol (Paris)*, 160(8-9), 767-792.
- Bourre, J.-M. (2005). Acides gras ω -3 et troubles psychiatriques. *Médecine/Sciences*, 21(2), 216-221.
- Bowman, GL. (2012) Ascorbic acid, cognitive function, and Alzheimer's disease: a current review and future direction. *Biofact*, 38 (2), 114-122.
- Bryan, J., Osendarp, S., Hughes, D., Calvaresi, E., Baghurst, K., & Van Klinken, J. (2004). Nutrients for cognitive development in school-aged children. *Nutr Rev*, 62(8), 295-306.
- Burgess, J.R. Stevens, L., Zhang, W., Peck, L. (2000). Long-chain polyunsaturated fatty acids in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Am J Clin Nutr*, 71(1), 327S-330S.
- Bustos, P., Orias, J., Sáez, K., Maldonado, M., Cuadra, L., & Asenjo, S. (2015). Impacto del Programa de manejo de la obesidad Bright Bodies aplicado a niños y adolescentes chilenos. *Rev Méd Chil*, 143(9), 1136-1143.
- Cai, MQ., Yan, WY. (1990). Study on iron nutritional status in adolescence. *Biomed Environ Sci*, 3(1), 113-119.
- Campos, R. G., Vilcazán, É., Arruda, M. De, Hespagnol, J. E., Cossio-

- bolaños, M. A., & Campinas, U. E. De. (2012). Validación de un cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes Validation of a questionnaire assessing school physical activity in adolescents. *An Fac Med*, *73*(4), 307-313.
- Canals, J., Arija, V., Esparó, G., Murphy, M., & Fernández-Ballart, J. (2005). Psychological problems and nutritional status in 6-year-old children. *Psychol Rep*, *96*, 840-842.
- Centro nacional de alimentación y nutrición. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos. Ecology and classification*. Disponible en: <https://doi.org/http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Chang, Y., Lin, W., & Wong, Y. (2011). Survey on eating disorder-related thoughts, behaviors, and their relationship with food intake and nutritional status in female high school students in Taiwan. *J Am Coll Nutr*, *30*(1), 39-48.
- Chen, M.H., Su, T.P., Chen, Y.S., Hsu, J.W., Huang, K.L., Bai, Y. (2013). Association between psychiatric disorders and iron deficiency anemia among children and adolescents; a nationwide population-based study. *BMC Psychiatry*, *13*(1).
- Chowdhury, R., Taneja, S., Bhandari, N., Kvestad, I., Strand, T. A., & Bhan, M. K. (2017). Vitamin-D status and neurodevelopment and growth in young north Indian children: A secondary data analysis. *Nutr J*, *16*(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0285-y>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *320*(7244), 1240-1243.

- Collings, R., Harvey, L. J., Hooper, L., Hurst, R., Brown, T. J., Ansett, J., Fairweather-tait, S. J. (2013). The absorption of iron from whole diets: a systematic review. *Am J of Clin Nutr*, (3), 65-81. <https://doi.org/10.3945/ajcn.l>
- Colombo, J. (2001). Recent advances in infant cognition: implications for long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation studies. *Lipids*, 36(9), 919-926.
- Colombo, J., Carlson, S., Cheatman, C., & DJ, S. (2013). Long-term effects of LCPUFA supplementation on childhood cognitive outcomes. *Am J Clin Nutr*, 98(2), 403-412.
- Consulta Mixta FAO/OMS. (2003). *Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónica: informe de una Consulta Mixta de Expertos OMSFAO. FAO/OMS, Serie de informes técnicos* (Vol. 916). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Cook, J., & Reddy, M. (2001). Effect of ascorbic acid intake on nonheme-iron absorption from a complete diet. *Am J of Clin Nutr*, 73(1), 93-98.
- Cordero, M., D'Acuña, E., Benveniste, S., Prado, R., Nuñez, J., & Colombo, M. (1993). Dendritic development in neocortex of infants with early postnatal life undernutrition. *Pediatr Neurol*, 9(6), 457-464.
- Correa-Burrows, P., Burrows, R., Blanco, E., Reyes, M., & Gahagan, S. (2016). Nutritional quality of diet and academic performance in Chilean students. *Bull World Health Organ*, 94(3), 185-192. <https://doi.org/10.2471/BLT.15.161315>
- Cuajungco, M.P. & Lees G.J. (1997). Zinc metabolism in the brain:

- relevance to human neurodegenerative disorder. *Neurobiol Dis*, 4(3), 137-169.
- De Caballero, E., Sinisterra, O., Lagrutta, F., & Atalah, E. (2004). Evaluación del impacto nutricional del Programa de alimentación complementaria de Panamá en niños menores de 5 años. *Arch Latinoam Nutr.*, 54, 66-71.
- DeAraújo, M., Mendonça, R., Lopes, J., & Souza, C. (2018). Association between food insecurity and food intake. *Nutrients*, 28(54), 54-59.
- DEVAN-CENAN. (2006). Monitoreo Nacional de Indicadores Nutricionales Perú 1997-2001. Lima, Perú.
- Di Rosa, G., Lenzo, P., Parisi, E., Neri, M., Guerrera, S., Nicotera, A., Spano, M. (2013). Role of plasma homocysteine levels and MTHFR polymorphisms on IQ scores in children and young adults with epilepsy treated with antiepileptic drugs. *Epilepsy Behav*, 29, 548-551.
- Doak, C. M., Adair, L. S., Bentley, M., Monteiro, C., & Popkin, B. M. (2005). The dual burden household and the nutrition transition paradox. *Int J Obes*, 29(1), 129-136.
- Duong, MC., Mora-Plazas, M., Marín, C., Villamor, E. (2015). Vitamina B12 deficiency in children is associated with grade repetition and school absenteeism, independent of folate, iron, zinc or vitamina A status biomarkers. *J Nutr*, 145(7), 1541-8.
- Eilander, A., Muthayya, S., Van der Knaap, H., Srinivasan, K., Thomas, T., Kok, FJ., Kurpad, AV., Osendarp, SJ. (2010). Undernutrition, fatty acid and micronutriente status in relation to cognitive performance in Indian schoolchildren: a cross-sectional study. *Br J Nutr*, 103(7), 1056-64.

Elizondo-Montemayor, L., Gutierrez, N. G., Moreno, D. M., Martínez, U., Tamargo, D., & Treviño, M. (2013). School-based individualised lifestyle intervention decreases obesity and the metabolic syndrome in Mexican children. *J Human Nutr Diet*, 26(Suppl.1), 82-89.

Ells, L. J., Hillier, F. C., Shucksmith, J., Crawley, H., Harbige, L., Shield, J., Summerbell, C.D. (2008). A systematic review of the effect of dietary exposure that could be achieved through normal dietary intake on learning and performance of school-aged children of relevance to UK schools. *Br J Nutr*, 100(5), 927-936. <https://doi.org/10.1017/S0007114508957998>

ENAHO. (2009). *Estado Nutricional en el Perú 2009*. Lima, Perú.

Escribano, J., Luque, V., Canals-Sans, J., Ferré, N., Koletzko, B., Grote, V., Closa-Monasterolo, R. (2016). Mental performance in 8-year-old children fed reduced protein content formula during the 1st year of life: safety analysis of a randomised clinical trial. *Br J Nutr*, 1-9.

FAO, & OMS. (2001). *Human Vitamin and Mineral Requirements*. Roma, Italia.

FAO, & OPS. (2017). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.

FAO. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas*. Roma, Italia. Disponible en: www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr32/es/#.VpzZVC0ARcA.email

FAO. (2008). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana*. Roma, Italia. *FAO ISBN 978-92-5-3067336*.

FAO. (2014). *El estado de las guías alimentarias basadas en alimentos en*

América Latina y El caribe. Roma, Italia.

- Farias, E., Flaviano, P., Wellington, R., Ezequiel, M., Gonçalves, A., & Baldin, G. (2009). Efeito da atividade física programada sobre a composição corporal em escolares adolescentes. *J Pediatr (Rio J)*, 85(1), 28-34.
- Fasfous, A. F., Peralta-Ramirez, M. I., Pérez-Marfil, M. N., Cruz-Quintana, F., Catena-Martinez, A., & Pérez-García, M. (2015). Reliability and validity of the Arabic version of the computerized Battery for Neuropsychological Evaluation of Children (BENCI). *Child Neuropsychol*, 21(2), 210-224.
- Favier, J., Ireland-Ripert, J., & Toque, C. (1997). *Répertoire general des aliments. Table de composition*. Paris, Francia.
- Ferguson, S., Berry, K., Hansen, D., Wall, K., White, G., & Antony, A. (2005). Behavioral effects of prenatal folate deficiency in mice. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*, 73(4), 249-252.
- Fernández, L., Dinamarca, B. L., Bercovich, J. K., & del Río, F. V. (2013). Evaluación de una intervención educativa para la prevención de la obesidad infantil en escuelas básicas de Chile. *Nutr Hosp*, 28(4), 1156-1164.
- Flores, J.C., Ostrosky, F.. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones Ejecutivas y conducta humana. *Rev Neuro Neuropsi Neuroc*, 8 (1), 47-58.
- Food and Agricultural Organization. (2001). Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Technical Report Series*, 0, 96. <https://doi.org/9251052123>

- Food and Agricultural Organization. (2001). Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Technical Report Series*, 096.
- Frank, G., Berenson, G., Schilling, P., & Moore, M. (1977). Adapting the 24-hour recall for epidemiologic studies of schoolchildren. *J Am Diet Assoc*, 71, 26-31.
- Franks, P. W., Hanson, R. L., Knowler, W. C., Sievers, M. L., Bennett, P. H., & Looker, H. C. (2010). Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med*, 362 (6), 485-493.
- Frizzell, N., & Helmkamp Jr, G. (2014). Transporte de oxígeno. ELSEVIER (Ed.), En: *Bioquímica Médica* (pp. 40-53).
- Gabriel, C. G., Santos, M. V. Dos, & Vasconcelos, F. D. A. G. De. (2008). Avaliação de um programa para promoção de hábitos alimentares saudáveis em escolares de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Rev Bras Saúd Mat Inf*, 8(3), 299-308.
- Gaglione CP, Taddei JAAC, Colugnati FAB, MAGALHÃES CG, Davanço GM, MACEDO L, & LOPEZ FA. (2006). Nutrition education in public elementary schools of São Paulo, Brazil: the Reducing Risks of Illness and Death in Adulthood project. *Rev. Nutr., Campinas*, 19(3), 309-320.
- Gale, CR., Martyn, C.N., Cooper, C. (1996) Cognitive impairment and mortality in a cohort of elderly people. *BMJ*, 312:608-611.
- Galicia, L., Grajeda, R., & Romaña, D.L. (2016). Nutrition situation in Latin America and the Caribbean: current scenario, past trends, and data gaps. *Rev Panam Salud Publica*, 2(2), 104-113.

- Gallagher, E., & LeRoith, D. (2015). Obesity and diabetes: the increased risk of cancer and cancer-related mortality. *Physiol Rev.*, *95*(3), 727–748.
- García-Molina, A., Enseñat-Cantalops, A., Tirapu-Ustárrroz, J., Roig-Rovira, T. (2009) Maturation of the prefrontal cortex and development of the executive functions during the first five years of life. *Rev Neurol.*, *48*(8), 435-40.
- Garófalo, N., Gómez, A., Vargas, J., & Novoa, L. (2009). Repercusión de la nutrición en el neurodesarrollo y la salud neuropsiquiátrica de niños y adolescentes. *Rev Cubana Pediatr.*, *81*(2), 1561–3119.
- Georgiadis, A., Benny, L., Crookston, B. T., Duc, L. T., Hermida, P., Mani, S., ... Behrman, J. R. (2016). Growth trajectories from conception through middle childhood and cognitive achievement at age 8 years: Evidence from four low- and middle-income countries. *SSM-Popul Health*, *2*, 43–54.
- Georgieff, M. (2007). Nutrition and the developing brain: nutrient priorities and measurement. *Am J Clin Nutr.*, *85*(2), 614S–620S.
- Gibson, G., Hirsh, J., Fozetti, P., Jordan, B., Cirio, R., & Elder, J. (2016). Vitamin B1 (thiamine) and dementia. *Ann N Y Acad Sci.*, *1367*(1), 21–30.
- Gibson, R. (1990). Reproducibility in dietary assessment. In: *Principles of nutritional assessment* (pp. 129–148).
- Gispert-Llaurado, M., Perez-García, M., Escribano, J., Closa-Monasterolo, R., Luque, V., Grote, V., ... Decsi, T. (2016). Fish consumption in mid-childhood and its relationship to neuropsychological outcomes measured in 7-9 year old children

- using a NUTRIMENTHE neuropsychological battery. *Clin Nutr*, 35(6), 1301-1307.
- Goldberg, D., Bridges, K., Duncan-Jones, P., & Grayson, D. (1988). Detecting anxiety and depression in general medical settings. *BMJ*, 297(6653), 897-899.
- Golu, M., Keen, C., & Gershwin, M. (2000). Moderate zinc and iron deprivation influences behavior but not growth in adolescent rhesus monkeys. *J Nutr*, 130, 354S-357S.
- Goodman, R., Ford, T., Simmons, H., Gatward, R., & Meltzer, H. (2000). Using the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) to screen for child psychiatric disorders in a community sample. *Br J Psychiatry*, (177), 534-539.
- Goodwin, J.S., Goodwin, J.M., Garry, P.J. (1983) Association between nutritional status and cognitive functioning in a healthy elderly population. *JAMA*, 249, 2917-2921.
- Gould, J., Anderson, A., Yelland, L., Smithers, L., Murray-Skeaff, C., Zhou, S., & Makrides, M. (2017). Association of cord blood vitamin D with early childhood growth and neurodevelopment. *J Paediatr Child Health*, 53(1), 75-83.
- Grantham-McGregor, S., & Ani, C. (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. *J Nutr.*, 131(June), 649-668.
- Greenfield, H., & Southgate, D. (1992). *Food composition data. Production, management and use* (Elsevier). London, England.
- Guo, M., Zhu, J., Yang, T., Lai, X., Lei, Y., Chen, J., & Li, T. (2018).

- Vitamin A and vitamin D deficiencies exacerbate symptoms in children with autism spectrum disorders. *Nutr Neurosci*, *16*, 1-11.
- Gutierrez, J., Fernandez, K., Benna, N., & Shanahan, A. (2013). A Correlational Investigation of the Relationships Among Nutrition-Related Attitudes and Behavior , Body Mass , and Learning and Verbal Memory Performance in College Students, *New School Psychol Bull*, *10*(1).
- Hambly, J.L., Francis, K., Khan, S., Gibbons, K.S., Walsh, W.J., Lambert, B., Testa, C., Haywood, A. (2017). Micronutrient therapy for violent and aggressive male youth: n open-label trial. *J Child Adolesc Psychopharmacol*, *27*(9), 823-832.
- Helland, I., Smith, L., Saare, K., Saugstad, O., & Drevon, C. (2003). Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics*, *111*, e39-e44.
- Hentze, M. W., Muckenthaler, M. U., & Andrews, N. C. (2014). Balancing Acts: Molecular Control of Mammalian Iron Metabolism. *Trends Biochem Sci*, *39*(8), i.
- Herrán F, O. F., Del Castillo M, S., & Fonseca C, Z. Y. (2015). ¿Cuántos días se debe medir la dieta? *Rev Chil Nutr*, *42*(3), 267-276.
- Hintikka, J., Tolmunen, T., Tanskanen, A., & Viinamaki, H. (2003). High vitamin B12 level and good treatment outcome may be associated in major depressive disorder. *BMC Psychiatry*, *3*, 17.
- Hollenbeck, C. (2012). An introduction to the nutrition and metabolism of choline. *Cent Nerv Syst Agents Med Chem*, *12*, 100-113.
- Hooda, J., Shah, A., & Zhang, L. (2014). Heme, an essential nutrient from

dietary proteins, critically impacts diverse physiological and pathological processes. *Nutrients*, 6(3), 1080-1102.

ICBF. (2010). *National Survey of the Nutritional Situation in Colombia 2010*. Bogotá, Colombia.

Iglesias, L., Canals, J., & Arija, V. (2017). Effects of prenatal iron status on child neurodevelopment and behavior: A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 13, 1-11.

INEI. (2014). Estado de la población peruana, 1-48. Lima, Perú.

INEI. (2016). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2016: Perú*. Lima, Perú.

Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques. (2018). Calculadora de tamaño muestral GRANMO, version 7.12. Disponible en: <https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>

Institute of Medicine. (2000). *Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. Washington, DC.

Institute of Medicine. (2006). Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. In J. Otten, J. Hellwing, & L. Meyers (Eds.), *Dietary Reference Intakes* (Otten, J H, p. 543). Washington: The National Academy Press.

Instituto Nacional de Estadística e informática de Perú (2017). Perú: Indicadores de violencia intrafamiliar y sexual, 200-2017. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú. <http://www.inei.gob.pe/>. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Departamento de*

Cusco: población total y ubicación geográfica de la capital legal, según provincia y distrito. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Perú. Síntesis estadística 2016.* Lima, Perú.

Instituto Nacional de Salud-Ministerio de Salud. (2012). *Requerimientos de energía para la población Peruana.* Lima, Perú.

International Food Policy Research Institute. Third report: Monitoring and evaluation system PRAF II. (2000). Disponible en: http://www.ifpri.org/themes/praf/praf_3eng.pdf

Ivanovic, D., Vasquez, M., Marambio, M., Ballester, D., Zacarias, I., Aguayo, M. (1991) Nutrition and education. II. Educational achievement and nutrient intake of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoam Nutr*, 41(4), 499-515.

Jahari, AB., Saco-Pollit, C., Husaini, MA., Pollit, E. (2000). Effects of an energy and micronutrient supplement on motor development and motor activity in undernourished children in Indonesia. *Eur J Clin Nutr*. 54(Suppl 2), S60-8.

Jaramillo, Á., Briones, L., Andrews, M., Arredondo, M., Olivares, M., Brito, A., & Pizarro, F. (2015). Effect of phytic acid, tannic acid and pectin on fasting iron bioavailability both in the presence and absence of calcium. *J Trace Elem Med Biol*, 30(112-7).

Jardí, C., Aranda, N., Bedmar, C., Ribot, B., Elias, I., Aparicio, E., & Arija, V. (2018). Consumption of free sugars and excess weight in infants. A longitudinal study. *An Pediatr (Barc)*, S1695-4033(18), 30153-X.

Jardí, C., Hernández-Martínez, C., Canals, J., Arija, V., Bedmar, C.,

- Voltas, N., & Aranda, N. (2017). Influence of breastfeeding and iron status on mental and psychomotor development during the first year of life. *Infant Behav Dev*, 50(January 2017), 300-310.
- Jensen, C., Voigt, R., Llorente, A., & Peters, S. (2010). Effects of early maternal docosahexaenoic acid intake on neuropsychological status and visual acuity at five years of age of breast-fed term infants. *J Pediatr*, 157(6), 900-905.
- Jilani, T., Iqbal, MP. (2011) Does vitamin E have a role in treatment and prevention of anaemia? *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 24, 237-242.
- Juul, F., Martinez-steele, E., Parekh, N., Monteiro, C. A., & Chang, V. W. (2018). Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. *Br J Nutr* 6, 1-11.
- Kain, J., Leyton, B., Cerda, R., Vio, F., & Uauy, R. (2009). Two-year controlled effectiveness trial of a school-based intervention to prevent obesity in Chilean children. *Public Health Nutr*, 12(9), 1451-1461.
- Kassebaum, NJ, Jasrasaria, R., Naghavi, M. (20014). A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood*, 123, 615-624.
- Kennedy, D.O., Jackson, P.A., Elliot, J.M., Schoeley, A.B., Robertson, B., Greer, J., Haskell, C. (2009). Cognitive and mood effects of 8 weeks' supplementation with 400 mg or 1000 mg of the omega-3 essential fatty acid docosahexanoic acid (DHA) in healthy children aged 8-10 years. *Nutr Neurosci*, 12(2), 48-56.
- Koh, H., Mar, M., Ranasinghe, J., & Zeisel, S. (2002). Quantitation of choline and its metabolites in tissues and foods by liquid

chromatography/electrospray ionization-isotope dilution mass spectrometry. *Anal Chem*, 74(18), 4734-4740.

Kovess-Masfety, V., Husky, NM., Keyes, K., Hamilton, A., Pez, O., Bitfoi, A., Carta, MG., Goelitz, D., Kuijpers, R., Otten, R., Koç, C., Lesinskiene, S., Mihova. (2016). Comparing the prevalence of mental health problems in children 6-11 across Europe. *Soc Psychiatr Epidemiol*, 51, 1093-1103.

Krebs, N., Wescott, J., Culbertson, D., Sian, L., Miller, L., & Hambidge, K. (2012). Comparison of complementary feeding strategies to meet zinc requirements of older breastfed infants. *Am J Clin Nutr*, 96, 30-35.

Kretchmer, N., Beard, J., & Carlson, S. (1996). The role of nutrition in the development of normal cognition. *Am J Clin Nutr*, 63, 997S-1001S.

Kuchan, M. J., Jensen, S. K., Johnson, E. J., & Lieblein-Boff, J. C. (2016). The naturally occurring α -tocopherol stereoisomer RRR- α -tocopherol is predominant in the human infant brain. *Br J Nutr*, 116(1), 126-131.

Kuczumarski, R., Ogden, C., Grummer-Strawn, L., Flegal, K., Guo, S., Wei, R., Johnson, C. (2000). *Advance data from vital and health statistics; No. 314*. Hyattsville, Maryland. Disponible en: <http://www.cdc.gov/growthcharts>

Kvestad, I., Hysing, M., Shrestha, M., Ulak, M., Thorne-Lyman, A. L., Henjum, S., Strand, T. A. (2017). Vitamin B-12 status in infancy is positively associated with development and cognitive functioning 5 y later in Nepalese children 1. *Am J Clin Nutr*, 105(February), 1122-1131.

- Lázaro, L., Rearte, A., Rodríguez, S., Niglia, R., Sosaa, C., & Rasse, S. (2018). Anthropometric and biochemical assessment of nutritional status and dietary intake in school children aged 6-14 years, Province of Buenos Aires, Argentina. *Arch Argent Pediatr*, *116*(1), e34–e46.
- Lechtig, A., Cornale, G., Ugaz, M., & Arias, L. (2009). Decreasing stunting, anemia, and vitamin A deficiency in Peru: Results of the good start in life program. *Food Nutr Bull*, *30*(1), 37–48.
- Liu, J., Liu, X., Xiong, XQ., Cui, T., Hou, NL., Lai, X., Liu, S., Guo, M., Liang, XH., Cheng, Q., Chen, J., Li, TY. (2017). Effect of vitamina A supplementation on gut microbiota in children with autism spectrum disorders - a pilot study. *BMC Microbiol*, *17*(204).
- Loret de Mola, C., Quispe, R., Valle, G., & Poterico, J. (2014). Nutritional transition in children under five years and women of reproductive age: a 15-years trend analysis in Peru. *PloS One*, *9*(3):e92550.
- Lourenço, A. E. P., Santos, R. V., Orellana, J. D. Y., & Coimbra, C. E. A. (2008). Nutrition transition in Amazonia: Obesity and socioeconomic change in the Suruí Indians from Brazil. *Am J Hum Biol*, *20*(5), 564–571.
- Lozoff, B., Jimenez, E., & Wolf, A. (1991). Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N Engl J*, *325*, 687–694.
- Lozoff, B., Jimenez, E., Hagen, J., Mollen, E., & Wolf, A. (2000). Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics*, *105*(E51).
- Macias-Cervantes, M. H., Malacara, J. M., Garay-Sevilla, M. E., & Díaz-Cisneros, F. J. (2009). Effect of recreational physical activity on insulin levels in Mexican/Hispanic children. *Eur J Pediatr*, *168*(10),

1195-1202.

- Mahurin-Smith, J. (2015). Breastfeeding and language outcomes: A review of the literature. *J Commun Disord*, *57*, 29-40.
- Maluccio, J., & Flores, R. (2004). Impact evaluation of a conditional cash transfer Program: the Nicaraguan Red de Proteccion Social. *International Food Policy Research Institute*. Disponible en: <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/76633/file/76634.pdf>
- Marković-Jovanović, S. R., Stolić, R. V, & Jovanović, A. N. (2015). The reliability of body mass index in the diagnosis of obesity and metabolic risk in children. *J Pediatric Endocrinol*, *28*(5-6), 515-523.
- Martin, A., Booth, J., Young, D., Revie, M., Boyter, A., Johnston, B., Reilly, J. (2016). Associations between obesity and cognition in the pre-school years. *Obesity (Silver Spring)*, *24*(1), 207-214.
- Martín-Carbonell, M. (2016). Valor diagnóstico de la Escala de Ansiedad y Depresión de Goldberg (EAD-G) en adultos cubanos. *UniversitasPsychologica*, *15*(1), 177-192.
- Martinez-Victoria, E., Martínez de Victoria, I., Martínez-Burgos, A. (2015). *Rev Esp Nutr Comunitaria*, *21*(Suppl.1), 168-175.
- Mata, ZD., Suárez, A., Torres, C., Carro, A., Ortega, G. (2009). Uso del cuestionario de Capacidades y Dificultades (SDQ) como instrumento de cribado de trastornos psiquiátricos en la consulta de pediatría de Atención Primaria. *Bol Ped*, *49*, 259-262.
- Mataix-Verdú, J., & López-Jurado, M. (2002). Valoración del estado nutricional. En Mataix-Verdú J (Ed.), *Nutrición y Alimentación Humana*. (p. 767-797). Majadahonda: Ergon.

- Mazariegos, M., & Zea, M. (2015). Breastfeeding and non-communicable diseases later in life. *Arch Latinoam Nutr.*, 65(3), 143-151.
- McCaddon, A. (2006). Homocysteine and cognition - A historical perspective. *J Alzheimers Dis*, 9(4), 361-380.
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *Int J Obes(Lond)*, 30(4), 598-602.
- McLean, E., Cogswell, M., Egli, I., Wojdyla, D., de Benoist, B. (2009) Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005. *Public Health Nutr*, 9(12), 444-454.
- McNamara, R. K., Able, J., Jandacek, R., Rider, T., Tso, P., Eliassen, J., Adler, C. (2010). Docosahexaenoic acid supplementation increases prefrontal cortex activation during sustained attention in healthy boys: a placebo-controlled, dose-ranging, functional magnetic resonance imaging study. *Am J Clin Nutr*, 91(1), 1060-1067.
- Mehta, P. & Furuta, GT. (2015) Eosinophils in gastrointestinal disorders-eosinophilic gastrointestinal diseases, celiac disease, inflammatory bowel diseases and parasitic infections. *Immunol Allergy Clin North Am* 35, 413-437.
- Mehta, P., & Furuta, G. (2015). Eosinophils in Gastrointestinal disorders-eosinophilic gastrointestinal diseases, celiac disease, inflammatory bowel diseases and parasitic infections. *Immunol Allergy Clin North Am*, 35(3), 413-437.
- Meisel, J. D., Sarmiento, O. L., Olaya, C., Lemoine, P. D., Valdivia, J. A., & Zarama, R. (2018). Towards a novel model for studying the

- nutritional stage dynamics of the Colombian population by age and socioeconomic status. *PLoS ONE*, 13(2), 1-22.
- Metallinos-Katsaras, E., Valassi-Adam, E., Dewey, KG., Lönnerdal, B., Stamoulakatou, A., Pollit, E. (2004). Effect of iron supplementation on cognition in Greek preschoolers. *Eur J Clin Nutr.* 58(11), 1532-42.
- Mikkelsen, K., Stojanovska, L., & Apostolopoulos, V. (2016). The Effects of Vitamin B in Depression. *Curr Med Chem*, 23(38), 4317-4337.
- Milte, C.M., Sinn, N., Howe, P. (2009). Polyunsaturated fatty acid status in attention deficit hyperactivity disorder, depression and Alzheimer's disease: towards an omega-3 index for mental health. *Nutr Rev*, 67(10), 573-590.
- Ministerio de Educación. (2005). *Censo Nacional de Talla en Escolares 2005*. Lima, Perú.
- Ministerio de Salud de Chile. (2010). *La desnutrición infantil en Chile : políticas y programas que explican su erradicación*. Santiago de Chile.
- MINSA. (2015). *Anemia en la población infantil del Perú: aspectos clave para su afronte*. Ministerio de Salud (Vol. 37). Disponible en: http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/evidencias/ANEMIA_FINAL_v.03mayo2015.pdf
- Minsa-Devan. (2015). Estado nutricional en el Perú por etapas de vida; 2012-2013. *Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria Y Nutricional - DEVAN*, Lima, Perú.
- Molloy, A. M. (2018). Should vitamin B₁₂ status be considered in assessing risk of neural tube defects? *Ann N Y Acad Sci*, 1414(1), 109-125.

- Murphy, S. P. (2008). Using DRIs for dietary assessment. *Asia Pac J Clin Nutr*, 17(SUPPL. 1), 299-301.
- National Academy of Sciences. (1986). *Nutrient adequacy: Assessment using food consumption surveys*. National Research Council (US) Subcommittee on Criteria for Dietary Evaluation. Washington, DC.
- Nelson, M., Black, A., Morris, J., & Cole, T. (1989). Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am J Clin Nutr*, 50(1), 155-167.
- O'Donnell, A., & Grippo, B. (2004). Malnutrition, environment and children's development. *Vertex*, 15(56), 130-135.
- Obeid, R., & Herrmann, W. (2005). Homocysteine, folic acid and vitamin B12 in relation to pre and postnatal health aspects. *Clin Chem Lab Med*, 43(10), 1052-1057.
- Olivares, S., Kain, J., & Lera, L. (2004). Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: A descriptive study. *Eur J Clin Nutr*, 58(9), 1278-1285.
- OMS. (2007). *Patrones de crecimiento y desarrollo infantil*. Disponible en:
http://www.who.int/nutrition/media_page/tr_summary_spanish.pdf
- OMS. (2017). *Obesidad y sobrepeso*. Nota descriptiva N° 311. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad*. Disponible en:
http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf

- Organización Mundial de la Salud. (2016). Acabar con la obesidad infantil. *Biblioteca de La OMS*, 50. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206450/9789243510064_spa.pdf;jsessionid=72C2C17433241BCF16714BDE098DCC77?sequence=1
- Ortega, R. M., Pérez-Rodrigo, C., & López-Sobaler, A. M. (2015). Dietary assessment methods: dietary records. *Nutr Hosp*, 31 Suppl 3, 38-45.
- Ortuño-Sierra, J., Fonseca-Pedrero, E., Inchausti, F., & Sastre i Riba, S. (2016). Evaluación de dificultades emocionales y comportamentales en población infanto-juvenil: el cuestionario de capacidades y dificultades (SDQ). *Papeles Del Psicólogo*, 37(1), 14-26. Disponible en: <http://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/2658.pdf>
- Otero, GA., Aguirre, DM., Porcayo, R., Fernandez, T. (1999). Psychological and electroencephalographic study in school children with iron deficiency. *Int J Neurosci*, 99(1-4), 113-121.
- Pajuelo-Ramírez, J., Sánchez-Abanto, J., Álvarez-Dongo, D., Tarqui-Mamani, C., & Agüero-Zamora, R. (2013). Sobrepeso, obesidad y desnutrición crónica en niños de 6 a 9 años en Perú, 2009-2010. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 30(4), 583-589.
- Palti, H., Meijer, A., & Adler, B. (1985). Learning achievement and behavior at school of anemic and nonanemic infants. *Early Hum Dev*, 10, 217-223.
- Papale, J., Nieves-García, M., Torres, M., Berné, Y., Della, G., Rodríguez, D., & Mendoza, N. (2008). Anemia, deficiencias de hierro y de vitamina A y helmintiasis en una población rural del estado Lara. *An Venez Nutr*, 21(2), 1-10.

- Parsons, A. G., Zhou, S. J., Spurrier, N. J., & Makrides, M. (2008). Effect of iron supplementation during pregnancy on the behaviour of children at early school age: Long-term follow-up of a randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, *99*(5), 1133-1139.
- Pasarin, L., Falivene, M. A., Disalvo, L., Varea, A., Apezteguía, M. C., Malpeli, A., ... González, H. F. (2016). Estudio cuali-cuantitativo del estado nutricional y la alimentación en niños de 1 a 3 años de familias de bajos recursos en dos grupos poblacionales con diferentes actividades productivas (Buenos Aires, Argentina), 2007-2008. *Salud Colectiva*, *12*(2), 239-250.
- Pelegrini, A., Silva, D., Petroski, E., & Gaya, A. (2010). Overweight and obesity in seven to nine-year-old Brazilian students : data from the Brazilian Sports Project. *Rev Paul Pediatr*, *28*(3), 290-295.
- Pérez-Lu, J., Cárcamo, C., Nandi, A., & Kaufman, J. (2017). Health effects of “Juntos”, a conditional cash transfer programme in Peru. *Matern Child Nutr*, *13*(3).
- Pérez-Rodrigo, C., Aranceta, J., Salvador, G., & Varela-Moreiras, G. (2015). Food frequency questionnaires. *Nutrición Hospitalaria*, *31 Suppl 3*, 49-56.
- Perichart-Perera, O., Balas-Nakash, M., Ortiz-Rodríguez, V., Morán-Zenteno, J. A., Guerrero-Ortiz, J. L., & Vadillo-Ortega, F. (2008). Programa para mejorar marcadores de riesgo cardiovascular en escolares mexicanos. *Salud Pública de México*, *50*(3).
- Pollit, E. (1997). Iron deficiency and educational deficiency. *Nutr Rev*, *55*(4), 133-41.
- Pollit, E., Hathirat, P., Kotchabhakdi, N.J., Missell, L., Valyasevi, A.

- (1989). Iron deficiency and educational achievement in Thailand. *Am J Clin Nutr.* 50(3Suppl), 687-96.
- Pollit, E., Watkins, WE., Husaini, MA. (1997b). Three-month nutritional supplementation in Indonesian infants and toddlers benefits memory function 8 y later. *Am J Clin Nutr.* 66(6), 1357-63.
- Portellano, J., Martínez, R., & Zumárraga, L. (2009). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN)* (TEA Edicio).
- Porti, M. C. (2006). *Obesidad Infantil*. (M. Bueno, S. A, & J. Pérez-González, Eds.), *Nutrición en pediatría*. Madrid: Ergon. Disponible en: https://books.google.com/books?id=E_nFFU4jntkC&pgis=1
- Prada G, Dubeibe-Blanco L, Herran O, Herrera-Anaya M. Evaluación del impacto de un ensayo comunitario sobre el consumo de frutas y verduras en Colombia. *Salud pública Méx* 2007; 49(1):11-19.
- PRISMA. (1996). *Tabla de medidas caseras para la programación y evaluación de regímenes alimenticios*. Lima, Perú.
- Puhl, R., & Latner, J. (2007). Stigma, obesity, and the health of the nation's children. *Psychol Bull*, 133(4), 557-580.
- Quiroga MA, Santacreu J, Montoro A, Martínez A, Chu P. (2011). Evaluación informatizada de la Atención para niños de 7-11 años: El DIVISA-UAM y el TACI-AUM. *Clínica y Salud (Madrid)*, 22(1)
- Ramírez, G., & Zuloaga, J. (2010). Nutrición y neurodesarrollo. In *Neurodesarrollo y Estimulación* (Editorial, pp. 190-213). Bogotá.
- Ratner GR, Durán AS, Garrido L, Balmaceda H, et al. (2013) Impact of an intervention on diet and physical activity on obesity prevalence in schoolchildren. *Nutr Hosp*, 28(5):1508-1514.

- Ravasco, P., Anderson, H., & Mardones, F. (2010). Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr Hosp*, 25(Supl.3), 57-66.
- Razafsky, D., Ward, C., Potter, C., Zhu, W., Xue, Y., Kefalov, V. J., ... Hodzic, D. (2016). Lamin B1 and lamin B2 are long-lived proteins with distinct functions in retinal development. *Molecular Biology of the Cell*, 27(12), 1928-1937.
- Richardson, A.J. (2003). The importance of omega-3 fatty acids for behaviour, cognition and mood. *J Nutr*, 47(2), 92-98.
- Rivera, J. Á., Cossío, T. G. De, Pedraza, L. S., Aburto, T. C., Sánchez, T. G., & Martorell, R. (2013). Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America : a systematic review, 321-332.
- Rivera, J., Pedraza, L., Martorell, R., & Gil, A. (2014). Introduction to the double burden of undernutrition and excess weight in Latin America. *Am J Clin Nutr*, 100, 1636-1643.
- Rivera-Dommarco, J., Campos-Nonato, I., Barquera-Cervera, S., & González-de-Cossío, T. (2012). Epidemiology of obesity in Mexico: magnitude, distribution, trends and risk factors. In *Obesity in Mexico: recommendations for a State Policy*. (UNAM, Gene). Mexico City.
- Rommer, P., Funchs, D., Leblhuber, F., Schroth, R., Greilberger, M., Tafeit, E., & Greilberger, J. (2016). Lowered Levels of Carbonyl Proteins after Vitamin B Supplementation in Patients with Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Neurodegener*, 16(3-4), 284-289.
- Rosado, J. L., Del R. Arellano, M., Montemayor, K., García, O. P., & Caamaño, M. D. C. (2008). An increase of cereal intake as an

approach to weight reduction in children is effective only when accompanied by nutrition education: A randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 7(1), 1-9.

Rosselli, M., Matute, E., Jurado, MB. (2008). Las Funciones Ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 23-46.

Royal College of Physicians. (2007). *Guidelines on the practice of ethics committees in medical research with human participants Fourth edition*.

Saad, K., Abdel-Rahman, AA., Elserogy, YM, Al-Atram, AA., Cannell, JJ., Bjorklund, G., Abdel-Reheim, MK., Othman, HA., El-Houfey, AA., Abb El-Aziz, NH., Abd El-Basseer, KA., Ahmed, AE., Ali, AM. (2016). Vitamin D status in autism spectrum disorders and the efficacy of vitamin D supplementation in autistic children. *Nutr Neurosci*, 19(8), 346-351.

Salazar-Preciado, L., Larrosa-Haro, A., Chávez-Palencia, C., & Lizárraga-Corona, E. (2017). Decreased anthropometric indicators of adiposity in schoolchildren as an indicator of the nutritional transition in Mexico. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 55(2), 150-155.

Salvador, G., Serra-Majem, L., & Ribas-Barba, L. (2015). What and how much do we eat? 24-hour dietary recall method. *Nutr Hosp*, 31 Suppl 3, 46-48.

Sánchez-Hernández, D., Anderson, G., Poon, A., Cho, C., Huot, P., & Kubant, R. (2016). Maternal fat-soluble vitamins, brain development, and regulation of feeding behavior: an overview of research. *Nutr Res*, 36(10), 1045-1054.

- Scuteri, A., Sanna, S., Chen, W., Uda, M., Albai, G., Strait, J., ... Lakatta, E. (2007). Genome-Wide Association Scan Shows Genetic Variants in the FTO Gene Are Associated with Obesity-Related Traits. *PLoS GENETICS*, 3(7).
- Shamah Levy, T., Morales Ruán, C., Amaya Castellanos, C., Salazar Coronel, A., Jiménez Aguilar, A., & Méndez Gómez Humarán, I. (2012). Effectiveness of a diet and physical activity promotion strategy on the prevention of obesity in Mexican school children. *BMC Public Health*, 12(1), 152.
- Shim, J., Oh, K., & Kim, H. (2014). Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiology and Health*, 1-8.
- Sichieri, R., Paula Trotte, A., De Souza, R. A., & Veiga, G. V. (2009). School randomised trial on prevention of excessive weight gain by discouraging students from drinking sodas. *Public Health Nutr*, 12(2), 197-202.
- Sikoglu, E. M., Navarro, A. A. L., Starr, D., Dvir, Y., Nwosu, B. U., Czerniak, S. M., ... Moore, C. M. (2015). Vitamin D₃ Supplemental Treatment for Mania in Youth with Bipolar Spectrum Disorders. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 25(5), 415-424.
- Simpson, J., Bailey, L., Pietrzik, K., Shane, B., & Holzgreve, W. (2010). Micronutrients and women of reproductive potential: required dietary intake and consequences of dietary deficiency or excess. Part I - Folate, Vitamin B12, Vitamin B6. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 23(12), 1323-1343.

- Şimşek, O., Öztürk, G., Erbaş, D., Hasanoğlu, A. (2006) Antioxidant effect of vitamin E in the treatment of nutritional iron deficiency anaemia. *Turkish Journal of Haematology* 5, 15-24.
- Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W. R., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. M. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 9(5), 474-488.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van Loan, M., & Bembien, D. (1998). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 60(5), 709-723.
- Smesny, S., Milleit, B., Schaefer, M., Hipler, U., Milleit, C., Wiegand, C., ... Amminger, G. P. (2015). Effects of omega-3 PUFA on the vitamin E and glutathione antioxidant defense system in individuals at ultra-high risk of psychosis. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 101, 15-21.
- Sociedad Argentina de Pediatría. (2013). *Guía para la evaluación del crecimiento físico*. Buenos Aires.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2007). *Guía de la alimentación saludable*.
- Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. (2001). Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica, 1-77.
- Soemantri, AG., Pollit, E., Kim, I. (1985). Iron deficiency anemia and educational achievement. *Am J Clin Nutr*, 42(6), 1221-8.
- Ssonko, M., Ddungu, H., & Musisi, S. (2014). Low serum vitamin B12 levels among psychiatric patients admitted in Butabika mental

- hospital in Uganda. *BMC Res Notes*, 7, 90.
- Steenweg-De Graaff, J., Tiemeier, H., Ghassabian, A., Rijlaarsdam, J., Jaddoe, V. W. V., Verhulst, F. C., & Roza, S. J. (2016). Maternal Fatty Acid Status during Pregnancy and Child Autistic Traits : the Generation R Study. *American Journal of Epidemiology*, 183(9), 792-799.
- Stoltzfus, R.J., Kvalsvig, J.D., Chwaya, H.M., Montresor, A., Albonico, M., Tielsh, J.M., Pollit, E. (2001). Effects of iron supplementation and anthelmintic treatment on motor and language development of preschool children in Zanzibar: double blind, placebo controlled study. *BMJ*, 323(7326), 1389-93.
- Sudfeld, C., McCoy, D., Danaei, G., Ezzati, M., Andrews, K., Fawzi, W. (2015). Linear growth and child development in low-and middle-income countries: a Meta-Análisis. *Pediatrics*, 135, e1266-75.
- Sudha, V., Illianna, E. A., Barbara, J. S., & Julia, L. F. (2016). Vitamin B-12 and Cognition in Children. *Advances in Nutrition*, 7, 879-888.
- Taylor, M., Holland, C., Spencer, R., Jackson, J., O'Connor, G., & O'Donnell, J. (1997). Haematological reference ranges for schoolchildren. *Clinical and Laboratory Haematology*, 19, 1-15.
- Terán, G., Cuna, W., Brañez, F., Persson, K., Rottenberg, S., & Rodríguez, C. (2018). Differences in Nutritional and Health Status in School Children from the Highlands and Lowlands of Bolivia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98(1), 326-333.
- Tiemeier, H., Van-Tuijl, H., Hofman, A., Meijer, J., Kiliaan, A., & Breteler, M. (2002). Vitamin B12, folate, and homocysteine in

- depression: the Rotterdam Study. *Am J Psychiatry*, 159, 2099–2101.
- Tomlin, D. L., Clarke, S. K., Day, M., McKay, H. A., & Naylor, P. J. (2013). Sports drink consumption and diet of children involved in organized sport. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 1.
- Torche, A., Amigo, H., Atalah, E., Coloma, F., Muchnik, E., & Rozas, P. (1995). *Evaluación económica del Programa de alimentación complementaria PNAC: Informe final. Cuadernos de economía*. Santiago de Chile.
- Uauy, R., Calderon, F., & Mena, P. (2001). Essential fatty acids in somatic growth and brain development. *World Rev Nutr Diet*, 89, 134–160.
- UNESCO. (2015). Education for All Global Monitoring Report 2000–2015: Achievements and Challenges. Retrieved May 28, 2018, from <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002322/232205e.pdf%0A>.
- UNICEF. (2011). La desnutrición infantil. *Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento*. Unicef.
- UNICEF. Fondo de las naciones unidas para la infancia (2016). *Estado mundial de la infancia 2016*.
- United Nations Development Programme. (2017). *Human Development Report 2016*. Washington DC, USA.
- Universidad de Chile. (2014). *Encuesta de Consumo Alimentario en Chile*. Santiago de Chile.
- Urano, T., Shiraki, M., Sasaki, N., Ouchi, Y., & Inoue, S. (2015). SLC25A24 as a novel susceptibility Gene for low fat mass in humans and mice. *J Clin Endoc Met*, 100(4), E655–E663

- Van Kampen, E. & Sijlstra, W. (1961). Standardization of hemoglobinometry. The hemoglobinometry method. *Clin Chim*, 6, 538-544.
- Van-Gool, J., Hirche, H., Lax, H., & De-Schaepdrijver. (2018). Folic acid and primary prevention of neural tube defects: a review. *Reproductive Toxicology*, 50890-6238(18), 119-9.
- Vanzetti, G. (1966). Anazide-methemoglobin method for hemoglobindetermination in blood. *J Lab Clin Med*, 67, 116-126.
- Varma, N. and Naseem, S. (2010) Hematologic changes in visceral Leishmaniasis/Kala Azar. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion* 26, 78-82.
- Vásquez, F., Diaz, E., Lera, L., Vásquez, L., Anziani, A., Leyton, B., & Burrows, R. (2013). Evaluacion longitudinal de la composicion corporal por diferentes métodos como producto de una intervencion integral para tratar la obesidad en escolares chilenos. *Nutr Hosp*, 28(1), 148-154.
- Vásquez-Garibay, E., Miranda-Ríos, L., Romero-Velarde, E., Nuño-Cosío, M., Campos-Barrera, L., Nápoles-Rodriguez, F., ... Ramírez-Díaz, J. (2018). Stunting, overweight and obesity during the nutrition transition in schoolchildren of Arandas, Jalisco, Mexico. *Rev Méd Inst Mex Seg Soc*, 56(1), 6-11.
- Victora, C. G., Horta, B. L., de Mola, C. L., Quevedo, L., Pinheiro, R. T., Gigante, D. P., ... Barros, F. C. (2015). Association between breastfeeding and intelligence, educational attainment, and income at 30 years of age: A prospective birth cohort study from Brazil. *The Lancet Global Health*, 3(4), 199-205.

- Villatoro, P. (2005). Programas de transferencias monetarias condicionadas: experiencias en América Latina. *Rev CEPAL*, (86), 87-101. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1257248>
- Vinodkumar, M., Erhard, JG, Rajagopalan, S. (2009). Impact of a multiple-micronutrient fortified salt on the nutritional status and memory of schoolchildren. *Int J Vitam Nutr Res*, 79(5-6), 348-61.
- Vio, F., Zacarías, I., Lera, L. ., Benavides, M. ., & Gutierrez, A. (2011). Obesity prevention in primary schools in peñalolen: Food and nutrition component [Prevención de la obesidad en escuelas básicas de peñalolén: Componente alimentación y nutrición]. *Revista Chilena de Nutricion*, 38, 268-276. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80055120725&partnerID=40&md5=5f62227abc91fe13aea96732d61dd535>
- Vrzhesinkaia, OA., Kodentsova, VM., Trofimenko, AV. (2004) The connection between vitamin and iron status indexes of school-age children. *Voprosy Pitaniia* 73, 25-31.
- Warde, E., King, M., Lloyd, M., Bower, P., Sibbald, B., Farrelly, S., Addington-Hall, J. (2000). Randomised controlled trial of non-directive counselling, cognitive-behaviour therapy and usual general practitioner care for patients with depression. *BMJ*, 321(7273), 1383-1388.
- Webb, TE., Oski, FA. (1973). Iron deficiency anemia and scholastic achievement in young adolescents. *J Pediatr*, 82(5),827-830.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for children. Fourth Edition(WISC-IV)* (Pearson). Madrid.

- Welch, J. R., Ferreira, A. A., Santos, R. V., Gugelmin, S. A., Werneck, G., & Coimbra, C. E. A. (2009). Nutrition transition, socioeconomic differentiation, and gender among adult Xavante Indians, Brazilian Amazon. *Human Ecology*, *37*(1), 13-26. <https://doi.org/10.1007/s10745-009-9216-7>
- Willatts, P., Forsyth, J., DiModugno, M., Varma, S., & Colvin, M. (1998). Effect of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant formula on problem solving at 10 months of age. *Lancet*, *352*, 688-691.
- World Health Organization (2006). *WHO Child Growth Standards. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age Methods and development*. (W. H. Organization, Ed.). Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization Multicentre Growth Reference Study Group. (2006). Enrolment and baseline characteristics in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatrica. Supplementum*, *450*, 7-15.
- World Health Organization. (2015). WHO | Obesity and overweight.
- World medical association declaration of Helsinki. (1974). *Lancet*, *353*(1), 1418-1419.
- Yasuda, H., & Tsutsui, T. (2013). Assessment of infantile mineral imbalances in autism spectrum disorders (ASDs). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *10*(11), 6027-6043.
- Yun, S., & Vincelette, N. D. (2015). Update on iron metabolism and molecular perspective of common genetic and acquired disorder , hemochromatosis. *Critical Reviews in Oncology / Hematology*,

95(1), 12-25.

Zapata EZ, Roviroso A, Carmuega E. (2016) Cambios en el patrón de consumo de alimentos y bebidas en Argentina. *Salud Colect*, 12(4): 473-486.

Zeisel, S. H. (2004). Nutritional Importance of Choline for Brain Development. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6), 621S-626S.

Zhang, X., Yuan, X., Chen, L., Wei, H., Chen, J., & Li, T. (2017). The change in retinoic acid receptor signaling induced by prenatal marginal vitamin A deficiency and its effects on learning and memory. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 47, 75-85.

VII. ANEXOS

Constancia de aprobación del comité de ética



Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica



DE: DR. JOSEP M^a ALEGRET COLOMÉ - SECRETARI DEL CEIC
A: DRA. VICTORIA ARIJA VAL - FMCS - NUTRICIÓ SALUT

Assumpte: projecte PESA

Ref. aprovació CEIC: 14-04-24/4proj1

Benvolguda Dra. Arija ,

Et comunico que amb data 24 d' abril de 2014, el CEIC ha avaluat el projecte d'investigació titulat "**Transició del estado nutricional , el estado cognitivo y los hábitos de higiene de escolares de zona urbana de una región Andina**" , del qual ets investigadora principal.

El CEIC ha considerat el projecte **favorable**. L' avaluació d'aquest comitè fa referència als aspectes ètics i científics del seu disseny. Aquest CEIC no es fa responsable dels aspectes legals lligats a la realització d' aquest estudi al Perú, com són els que fan referència a la normativa local respecte a la posada en marxa de l'estudi i els aspectes relacionats amb el full d'informació al pacient i consentiment informat.

Cordialment,

Dr. Josep M^a Alegret Colomé
Secretari Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica
Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Reus, 24 d'abril de 2014

Carta de aceptación del proyecto en Cusco



amantani

Cusco, 16 de mayo de 2013

De mi mayor consideración:


La **ASOCIACIÓN AMANTANÍ CCORCA**, con RUC. 20490565591 y con domicilio legal en la Urb. Los Marqueses A-5 del distrito de Wanchaq de la provincia del Cusco, por intermedio de la presente **DEJA CONSTANCIA DE LA ACEPTACIÓN DEL ESTUDIO DE DOCTORADO** a realizarse por la Señora Sabina López Toledo, identificada con NIE:Y2083480-Q y domiciliada en c/ Santiyan Nº 1, 1-3, TARRAGONA, ESPAÑA, estudiante de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Rovira i Virgili. Reus (Tarragona), España.

Este estudio se realizará en la zona de intervención de AMANTANÍ CCORCA en el distrito de Ccorca de la provincia del Cusco.

La presente se expide a petición de la interesada para los fines que estime convenientes.

Atentamente




Teresa Campos Chong
Coordinación de Proyectos
Amantani Ccorca



amantani



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Hoja de información para el participante

Le invitamos a que su hijo/a participe en el *Proyecto PESA*. **Por favor lea atentamente esta información.** Podrá hacer todas las preguntas que desee sobre el mismo a quien considere oportuno.

El Proyecto PESA (Proyecto de Evaluación Sanitaria) pretende evaluar el porcentaje de obesidad y desnutrición, para conocer el estado de transición nutricional y cognitivo, así como los hábitos de higiene con que cuentan los escolares desde 1º hasta 6º grado de la Ciudad de Cusco.

Los investigadores responsables de este estudio pertenecen al grupo de investigación NUTRISAM de la *Universidad Rovira i Virgili* de Reus (España) y cuentan con la colaboración de la ONG Amantani.

La participación del menor es **voluntaria** y tendrá una duración de cuatro meses a partir de que usted haya firmado el **consentimiento informado**.

A cada participante se le valorará el **estado nutricional** y **cognitivo así como los hábitos de higiene**.

En la **valoración del estado nutricional** se pretenderá conocer el estado de salud de los participantes. Para ello se realizará a los padres/madres/tutores del niño/a dos cuestionarios sobre la alimentación del niño/a. Además a los participantes se les aplicarán las siguientes mediciones: peso corporal, estatura, pliegues cutáneos, circunferencia del brazo, cintura y cadera. También se les extraerá sangre para realizar un análisis bioquímico y se les aplicará un test de actividad física. Finalmente se llevará a cabo una evaluación clínica completa para detectar deficiencias nutricionales graves.

En la **valoración del estado cognitivo** se evaluarán los principales dominios neuropsicológicos de los participantes mediante una batería neuropsicológica computarizada de fácil aplicación; se determinará la presencia/ausencia de ansiedad y/o depresión de los padres/madres/tutores y se determinará el comportamiento habitual de cada participante mediante un test psicológico aplicado a los profesores.

¿Cuáles son los beneficios/riesgos del proyecto?

La participación en el estudio no supone ningún riesgo para su hijo/a ni para usted que no sea el derivado de la extracción de sangre, prueba de práctica clínica habitual.

La participación del menor en el estudio **le puede beneficiar en tener un estudio detallado sobre el estado de salud de su hijo/a completamente gratuito**. Conocerá el grado de desarrollo conductual y neurológico de su hijo/a así como también su estado nutricional, valoraciones que no se realizan en la práctica clínica habitual. Además, el conocer el estado de transición nutricional en que se encuentra la comunidad escolar, podrá beneficiar directamente al participante y a la futura generación del distrito ya que se podrán diseñar estrategias de intervención aplicadas específicamente a su estado nutricional real contribuyendo a una **mejora del estado de salud**.

Toda la información, incluyendo cualquier información personal, se tratará de forma totalmente **confidencial**. Todos los procedimientos del proyecto están sujetos a lo que dispone la **ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal** y la Ley de protección de datos personales del Congreso de la República del Perú (**LEY N° 29733**).

¿Con quién puedo contactar si tengo dudas?

Srta. **Sabina López Toledo** (Investigadora Principal) - Cel. 974527352

Srta. **Carla Ballonga Paretas** (Investigadora) - Cel. 974514332

Gracias por tomarse el tiempo para leer este folleto informativo y considerar la participación de su hijo/a en nuestro estudio así como también su colaboración y responsabilidad como madre/padre/tutor legal del menor.



Consentimiento informado legal de participación (padre/madre/tutor)

Yo, _____ (*nombre y apellidos del padre/madre/tutor*),
en calidad de _____ (*relación con el participante*) de _____ -
_____ (*nombre del participante*),

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con _____ (*nombre del Investigador/colaborador*).

Comprendo que la participación es voluntaria

Comprendo que el participante puede retirarse del estudio:

1- Cuando quiera.

2- Sin tener que dar explicaciones.

3- Sin que ello repercuta en sus cuidados médicos.

En mi presencia se ha dado a _____ (*nombre del participante*) toda la información pertinente adaptada a su nivel de entendimiento y está de acuerdo en participar.

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y la ley de protección de datos personales del Congreso de la República del Perú (LEY N° 29733), declaro haber sido informado de mis derechos, de la finalidad de la recogida de mis datos y de los destinatarios de la información.

Y presto mi conformidad con que _____ (*nombre del participante*) participe en el estudio.

***Firma y fecha del representante
legal o familiar allegado***

Firma y fecha del investigador



Consentimiento informado legal de participación (testigo)

Yo, _____ (*nombre y apellidos*) declaro, bajo mi
responsabilidad que _____ (*nombre del
Padre o tutor*),

- Ha recibido la hoja de información sobre el estudio
- Ha podido hacer preguntas sobre el estudio
- Ha recibido suficiente información sobre el estudio
- Ha recibido respuestas satisfactorias a sus preguntas
- Ha sido informado por _____ (*nombre del
Investigador/colaborador*)
- Comprende que su participación es voluntaria
- Comprende que puede retirarse del estudio
- 1- Cuando quiera.
- 2- Sin tener que dar explicaciones.
- 3- Sin que ello repercuta en mis cuidados médicos.

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y la ley de protección de datos personales del Congreso de la República del Perú (LEY N° 29733), declaro haber sido informado de mis derechos, de la finalidad de la recogida de mis datos y de los destinatarios de la información.

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el participante presta libremente su conformidad para participar en el estudio.

Firma del testigo

Investigador/colaborador



Informe de salud individualizado

Apreciado (a) padre/madre de familia,

En primer lugar le agradecemos su participación y colaboración en este estudio. Tal como se había previsto, por medio de este documento le entregamos los resultados más relevantes del estado nutricional de su hijo (a):

Participante X

En general, los participantes en el estudio, presentaron un consumo **adecuado** de carnes, huevos y aceite. Sin embargo es **bajo** en leche, pescado, frutas y verduras. Por otra parte, presentan un consumo **alto** de embutidos (jamón, salchichas) y alimentos superfluos (bebidas azucaradas, dulces, golosinas).

La mayoría de los participantes realizan **actividad física recreativa** entre **10 y 30 minutos al día**. Esta característica **NO** coincide con las *Recomendaciones Mundiales de la Actividad Física* para los niños de entre 5 y 17 años de edad, la cual indica que deberían realizar actividad física moderada a intensa por lo menos 30 minutos al día.

Por lo tanto se recomienda:

- **Aumentar el consumo de frutas y verduras** consumiendo al menos 5 raciones al día.
- **Aumentar el consumo de productos lácticos** (como leche y queso), consumiendo entre 2-3 raciones al día.
- **Aumentar el consumo de agua**, bebiendo entre 1.5 - 2 litros al día.
- **Aumentar el consumo de pescado.**
- **Aumenta el tipo y duración de actividad física.**
- **Reducir el consumo de azúcares simples** (galletas, azúcar de mesa, bebidas azucaradas, refrescos, dulces y golosinas).
- **Reducir el consumo de embutidos y alimentos procesados.**

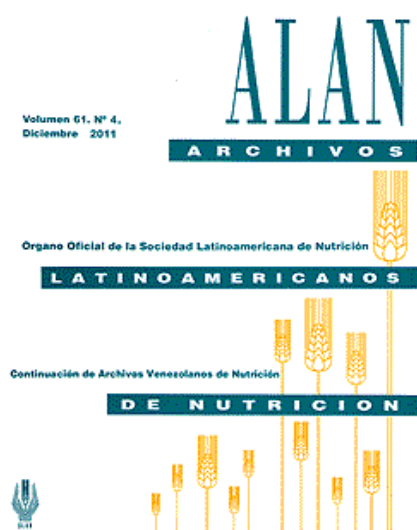
Diagnóstico del estado corporal: NORMAL

Análisis de sangre:

- *Hemoglobina:* NORMAL
-

Sabina López Toledo
Investigadora principal

Aportaciones científicas



Publicado: Ballonga-Paretas C, López-Toledo S, Echevarría-Pérez P, Vidal-Corróns O, Canals-Sans J, Arijá-Val V.

Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorca, Perú. Proyecto INCOS.

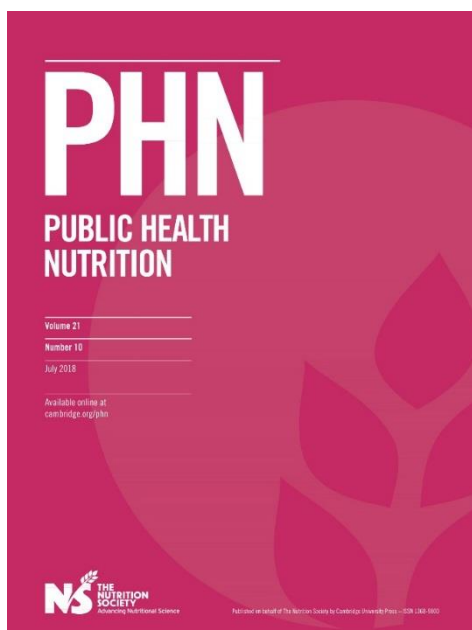
Vol. 67, Nº1, Pág. 23-31. Factor de impacto: 0,358



Publicado: Victoria Arija, Sabina López-Toledo, Carla Ballonga, Josefa Canals

Consumo alimentario en el desayuno de escolares de Perú. Comparación entre zona rural y urbana

2017; 23(Supl.2). Pág. 23-27



Enviado: López-Toledo S, Balloga C,
Canals J, Arija V.

***Anaemia in Peruvian
schoolchildren: Prevalence and
associated risk factors. INCOS
Project***

Revista: Public Health Nutrition

Factor de impacto: 2,485



International Health



Enviado: López-Toledo S, Canals
J, Balloga C, Arija V.

***Dietary intake and ponderal
index of Peruvian
schoolchildren from a
nutritional transition zone.
INCOS Project***

Factor de impacto: 1,797



ISSN 0325-0075
versión impresa
ISSN 1668-3501
versión on-line

Enviado: López-Toledo S, Balloga C,
Canals J, Arija V.

***Nutritional status of Peruvian
schoolchildren by socioeconomic
level. INCOS Project***

Archivos Argentinos de Pediatría

Factor de impacto: 0,405



Aceptado: Victoria Arija, Sabina López-Toledo, Carla Ballonga

Calidad de desayuno de los niños peruanos. Relación con el consumo diario y el exceso de peso.

Participaciones científicas

-Congreso. IUNS 21st ICN International Congress of Nutrition "From sciences to nutrition security"

Título de comunicación oral: **Breakfast food consumption in Peruvian schoolchildren: a comparison between rural and urban areas.**

Autores: Arija, Victoria; López-Toledo Sabina; Ballonga Carla; Canals Josefa.

-XI Congreso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

Título del póster: **Estado nutricional en proteínas y hierro según zona de extrema pobreza o en vías de desarrollo de Perú. Relación con una intervención nutricional estatal.**

Autores: López-Toledo S; Ballonga C; Arija V; Echevarría P; Canals J.

-III World Congress of Public Health Nutrition

Título del poster: **Nutritional status of schoolchildren in the Andean region of Peru**

Autores: Arija V; Ballonga C; López-Toledo S; Ribot B; Canals J.

-6º Simposio Becarios CONACYT en Europa 2017

Título de comunicación oral: **Estado nutricional y cognitivo de escolares de zona rural y urbana de una región Andina**

Autores: López-Toledo S; Ballonga C; Arija V; Canals J.

