

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO
DOCTORADO CIENCIAS EN NUTRICIÓN POBLACIONAL
GENERACIÓN 2011-2015

**PATRONES ALIMENTARIOS EN ESCOLARES MEXICANOS
CON Y SIN DOBLE CARGA NUTRICIONAL Y SUS
DETERMINANTES SOCIODEMOGRÁFICOS.**

Directora de tesis

Teresita González de Cosío, PhD

Comité de tesis

Juan Rivera Dommarco, PhD

Reynaldo Martorell, PhD

Ignacio Méndez, PhD

ALUMNA

MARIA FERNANDA KROKER LOBOS

fernandakroker@gmail.com

Cuernavaca, Morelos noviembre de 2013.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIONES	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO CONCEPTUAL	5
1. Magnitud, Frecuencia y distribución de la doble carga nutricional	5
2. Transición Nutricional	5
3. Determinantes de la doble carga nutricional	7
a. Orígenes biológicos de la doble carga nutricional	7
b. Dieta, gasto energético y doble carga nutricional	8
i. Gasto energético	8
ii. Composición corporal	9
iii. Dieta de 0-2 años: Lactancia Materna y Alimentación complementaria	9
iv. Dieta y patrones dietéticos en mayores de 2 años	10
c. Factores Sociodemográficos	11
i. Nivel socioeconómico y calidad de la Dieta	11
ii. Pobreza y escolaridad materna	11
iii. Programa de Ayuda Alimentaria: Programa de Desarrollo Humano Oportunidades	12
d. Determinantes proximales: mecanismos fisiológicos asociados a la doble carga nutricional	12
4. Factores de riesgo dietéticos asociados al sobrepeso y obesidad	14
a. Densidad energética	14
b. Densidad de nutrientes	15
c. Carbohidratos refinados	15
d. Bebidas azucaradas	17
5. Preguntas de Investigación	17
6. Mapa conceptual	18
III. HIPOTESIS	19
IV. JUSTIFICACIÓN	20
V. OBJETIVOS	21
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	22

VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	48
VIII. TABLA DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	49
IX. CRONOGRAMA	52
X. CONSIDERACIONES ETICAS	53
XI. RECURSOS MATERIALES Y FINANCIAMIENTO	53
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

I. INTRODUCCIÓN

En países de ingresos medios y bajos –PIMB- se ha caracterizado la coexistencia de desnutrición crónica y sobrepeso, condición conocida como “la doble carga de la mala nutrición” o “doble carga”-DC-. Algunos estudios en PIMB sugieren que la doble carga tiene como raíz común la pobreza. La DC puede explicarse dentro del contexto de la transición nutricional, en donde hace algunos años predominaba la desnutrición y las carencias nutricionales y actualmente se observa un incremento desmesurado en la prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Esta investigación propone el estudio de patrones de alimentación asociados a la coexistencia de la doble carga en un mismo individuo, lo que permitirá identificar factores dietéticos de riesgo de sobrepeso y obesidad reconocidos en la literatura, a quienes se les denominará en lo subsecuente como factores de riesgo dietéticos –FRD-. Entre los posibles factores de riesgo dietéticos que se considerarán en el estudio se encuentran la densidad energética- DE-, densidad de nutrientes –DN- selectos, las bebidas azucaradas –BA- y los carbohidratos refinados. Estos FRD han mostrado una asociación consistente con la aparición de sobrepeso y obesidad en escolares, y en el caso de la DE y BA, se ha documentado una asociación causal. Sin embargo, se desconoce la asociación de los FDR en escolares con una condición crónica previa, como lo es la restricción del crecimiento lineal o desmedro que ocurre en edad pre-escolar. Se ha propuesto la hipótesis que el desmedro conlleva una serie de riesgos biológicos y fisiológicos que conducen a la obesidad, sin embargo, los orígenes biológicos de la doble carga aún no son concluyentes debido a la poca evidencia de estudios prospectivos que han abordado el tema. Por esta razón, se propone abordar el tema de la doble carga desde la perspectiva de una influencia ambiental modificable como es la dieta en edad escolar.

En la primera parte del documento se presenta el modelo conceptual del cual se deriva el planteamiento del problema. Se presentan los principales determinantes de la doble carga, estudiados hasta la fecha, su posible asociación con la dieta del escolar y las preguntas principales de investigación que derivan en la hipótesis del estudio. En la tercera parte, se presentan las fases o etapas necesarias para responder a las preguntas de investigación expuestas.

II. MARCO CONCEPTUAL

1. Magnitud, frecuencia y distribución de la doble carga nutricional

Existe limitada información acerca de la magnitud y frecuencia de la doble carga nutricional en países en vías en desarrollo, especialmente en niños en edad preescolar y escolar. Popkin, y colaboradores, hicieron uno de los primeros esfuerzos en describir la magnitud y prevalencia de la doble carga de la mala nutrición en preescolares y escolares en Rusia, China, Sudáfrica y Brasil. Desde los años 90's se ha documentado que la prevalencia de sobrepeso en niños con desmedro es mayor que la prevalencia de sobrepeso en niños sin desmedro. En Rusia, los niños de 3 a 9 años con desmedro tienen hasta 7.8 veces más riesgo de tener sobrepeso que los niños sin desmedro (Razón de Momios-OR-: 7.8, 5.7-10.7). El OR fue de 3.5 (I. C. 3.1-5.7) en China; 2.6 (2-3.5) y 1.7 (1.2-2.3) en Sudáfrica y Brasil respectivamente para el mismo grupo de edad, ajustando por ingreso (1). Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición-ENSANUT- en 2012, la prevalencia observada de la doble carga en niños de 1 a 11 años con sobrepeso y restricción del crecimiento lineal de leve a severo (< -1 DE) es cerca de 9% (2).

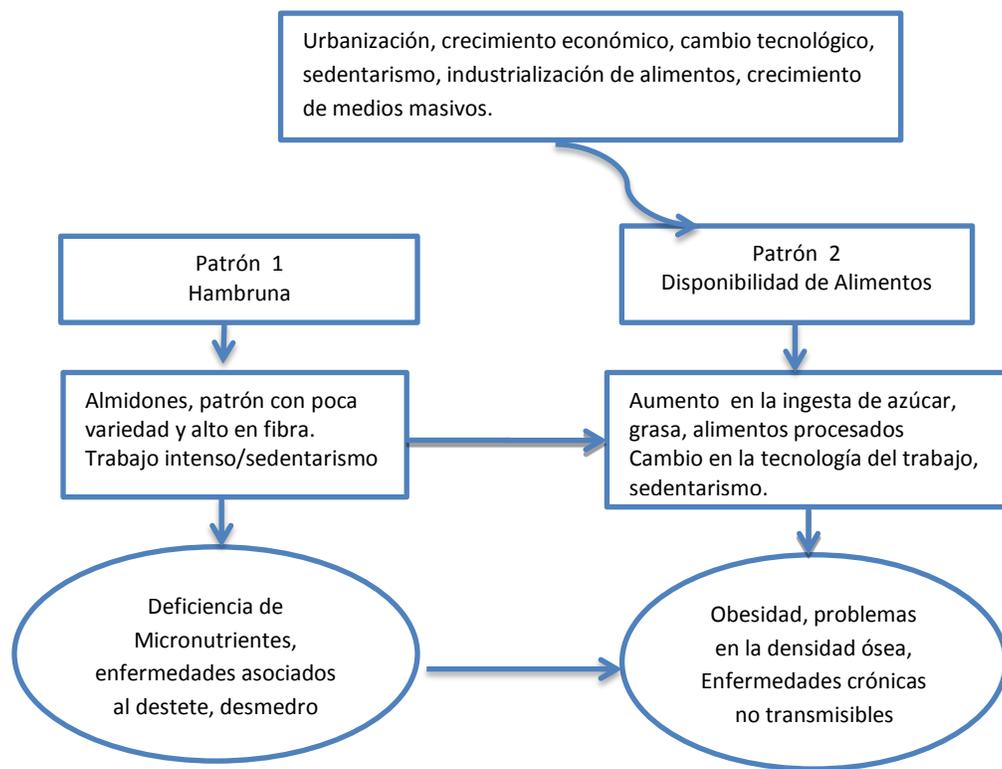
2. Transición nutricional

El concepto de transición nutricional va más allá de la dieta, ya que la salud también es resultado del estilo de vida, particularmente la actividad física. El término transición nutricional incluye tanto los cambios en la dieta y en la actividad física y sus efectos en la composición corporal (4).

Muchas investigaciones concluyen que la rápida transición nutricional es determinada por varios factores que incluyen la globalización de la producción de alimentos y la urbanización; que determinan una mayor disponibilidad y una ingesta excesiva de grasa, un incremento general en el consumo de alimentos nutricionalmente densos y de bebidas azucaradas; aunado a una disminución de la actividad física (Figura No. 1) (3). En países desarrollados, donde el sobrepeso y la obesidad en adultos están asociados con una talla normal para la edad y en donde la prevalencia de desmedro y emaciación o desnutrición aguda es muy baja (4), se considera que la transición nutricional se encuentra en una etapa avanzada en la que se transitó de un período en el que la desnutrición era el problema fundamental a una nueva situación en que esta condición desaparece, mientras que la obesidad se convierte en el problema más importante.

En los países de ingresos medios y bajos, en cambio, el sobrepeso en adultos está asociado a una historia de desmedro y coexiste con el sobrepeso a tasas más grandes que las estadísticamente esperadas (1,3,4). En estos países hace algunos años, predominaba la desnutrición y las carencias nutricionales. Conforme crece el desarrollo económico y social, ha habido una disminución de la disponibilidad de alimentos tradicionales y un aumento en la disponibilidad de alimentos procesados y ultraprocesados lo cual ha determinado las mayores cargas de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta (1, 3,4).

Figura No. 1. Mapa conceptual de la transición nutricional según Caballero y Popkin, 2000.



(Adaptado de Caballero, B. y Popkin, B, 2000 (3))

3. Determinantes de la doble carga nutricional

a. Orígenes biológicos de la doble carga nutricional

Se ha propuesto que las deficiencias nutricionales durante el embarazo o la infancia pueden tener efectos a largo plazo en una gran variedad de factores fisiológicos y metabólicos (5,6). Se ha encontrado en varios estudios prospectivos que los niños de bajo peso al año de edad, tienden a almacenar más grasa abdominal al llegar a la edad adulta (7). En otro estudio realizado en Holanda, se encontró que los hombres que habían sufrido períodos de hambruna durante la primera mitad de su gestación tenían más probabilidad de volverse adultos obesos (8).

Es posible que la relación entre el desmedro y la obesidad tenga un origen biológico común. Esta hipótesis es conocida como la “Hipótesis del Fenotipo Ahorrador”. Esta hipótesis, sugiere que un infante se adapta a la desnutrición intrauterina, a través de la reducción de la tasa de crecimiento y cambios relacionados con la producción de hormonas fetales que producen efectos a largo plazo, incluyendo cambios en la producción de insulina y la hormona del crecimiento (5,7). Esta hipótesis sugiere que un ambiente carencial durante etapas de la vida intrauterina y neonatal, induce modificaciones en el metabolismo de la glucosa, patrones del crecimiento y funcionamiento de los tejidos vasculares. (5, 6, 9,10). Estas modificaciones favorecen la supervivencia en un ambiente nutricional restrictivo y carencial, sin embargo si este ambiente cambia en etapas subsecuentes, para convertirse en un ambiente con alta disponibilidad de alimentos (e.g. en estados de transición nutricional), el cambio induce cambios metabólicos, como modificaciones en la homeostasis de la insulina y la glucosa, ganancia rápida de peso y el desarrollo de sobrepeso y enfermedades crónica en la vida adulta (11-14).

Algunos estudios han encontrado que el bajo peso al nacer está asociado con obesidad abdominal y una gran variedad de cambios hormonales asociados al Síndrome Metabólico en la vida adulta (5,6,9). Por otro lado, la relación entre peso al nacer y el IMC en etapas subsecuentes aún son inconclusas (15).

b. Dieta, gasto energético y doble carga nutricional

i. Gasto energético

El estado nutricional es el resultado de un balance entre la ingesta y el gasto energético. La actividad física es un componente importante del gasto energético. Una disminución del gasto energético, ya sea por condiciones metabólicas específicas o por una disminución en la actividad física, es importante en el desarrollo de obesidad, ya que induce un balance positivo de energía

Hasta ahora, muy pocos estudios han investigado la asociación entre la oxidación de las grasas y la doble carga nutricional. Soares-Winter y Walker realizaron un estudio en Jamaica en una muestra de 34 niños de 7 a 8 años con desmedro, pareados por edad/sexo y talla/sexo con dos grupos sin desmedro, respectivamente. Se estudió si existen diferencias en la Tasa Metabólica en Reposo-TMR- entre los grupos. Se encontró que los niños con desmedro tienen una (TMR) significativamente más baja (4702 ± 570 kJ/d) que el grupo de niños sin desmedro y pareados por edad (5802 ± 6161 kJ/d) y el grupo sin desmedro y pareado por talla (5269 ± 663 kJ/d, ANOVA, $P < 0.001$). Estos resultados sugieren que el desmedro también disminuye el gasto energético en reposo (GER). Cuando se ajustó por masa libre de grasa –MLG-, ya no se encontraron diferencias comparado con el grupo con desmedro pareado por edad. Lo anterior significa que la MLG puede estar explicando la diferencia en la TMR (16). Existe aún poca evidencia acerca de las diferencias en las tasas de oxidación de las grasas en niños con desmedro y los resultados hasta ahora, no han sido consistentes. En Guatemala, un estudio reportó que no hay diferencias en la oxidación de las grasas en niños con y sin desmedro (17). En Brasil, Hoffman y Sawaya muestran lo contrario. En este estudio de diseño transversal se reclutaron 28 escolares con desmedro y 30 sin desmedro (8-11 años) a quienes se les midió el gasto energético total a través de la técnica del agua doblemente marcada y el gasto energético en reposo por calorimetría. Los escolares con desmedro tuvieron una menor tasa de oxidación de las grasas en comparación con el grupo sin desmedro (18). Las diferencias entre estos estudios se deben probablemente al tamaño de muestra, y a diferencias metodológicas ya que los sujetos fueron evaluados bajo condiciones y protocolos distintos (16-18).

Mohamed-Said y colaboradores realizaron un estudio en Camerún con acelerometría en 40 niños con desmedro y peso normal (D), 41 niños con sobrepeso/sin desmedro (S), 22 niños con desmedro y sobrepeso (DC) y 59 niños con peso y talla normal (N). No se encontraron

diferencias significativas en los niveles de actividad física entre los cuatro grupos. No obstante, el grupo de niños con desmedro fue significativamente menos activo que el grupo sin desmedro (28). Los autores sugieren que los menores niveles de actividad física pudieron deberse a una menor disponibilidad de energía.

ii. Composición corporal

En Jamaica en un estudio prospectivo, se encontró que los niños con desmedro tienen menor IMC y porcentaje de grasa (grasa) que los niños sin desmedro entre los 7 y 11 años (20). Sin embargo, los estudios indican que a pesar de tener un menor IMC y %grasa, los niños con desmedro tienen mayor acumulación de grasa abdominal (20,21). Lo anterior puede representar mayor riesgo cardiometabólico para los niños con desmedro (20-22). Por otro lado, en un estudio en Brasil con 56 niños de 8 a 11 años, no se encontraron diferencias significativas en el IMC y el %de grasa entre niños con y sin desmedro (23). Las diferencias en el gasto energético, actividad física y la composición corporal, aun no son consistentes para explicar la asociación entre desmedro y obesidad (19, 20, 23).

iii. Dieta de 0-2 años: Lactancia materna y alimentación complementaria.

Diversos estudios han demostrado que el desmedro es una consecuencia de un proceso crónico que involucra deficiencias tanto de macro como de micronutrientes, en los primeros dos años de vida aunado a un ambiente pluricarencial caracterizado por un bajo acceso a servicios de salud e infecciones recurrentes(24). El desmedro puede ocurrir aun cuando hay una adecuada ingesta de macronutrientes (25). Esto indica, que la deficiencia de micronutrientes juegan un papel importante en la restricción del crecimiento, especialmente la ingesta de zinc, hierro, cobre, vitamina A, yodo, B12 y B6 (24,25).

En el estudio de Said-Mohammed en niños con y sin desmedro se encontró que la mayoría de los niños independientemente de su crecimiento y estado nutricional, eran predominantemente lactados a pecho. Lo anterior indica que las diferencias en el crecimiento entre los grupos normal, desmedro, sobrepeso y doble carga, pueden estar asociadas a diferencias en las prácticas de destete. Los niños con DC tenían menos posibilidad de ser alimentados con cereales enriquecidos con fuentes de proteínas. Por otro lado, en el post-destete, los niños con DC tuvieron una dieta con menos variedad de alimentos y consumían menos proteína animal y productos lácteos (19).

iv. Dieta y patrones dietéticos en mayores de 2 años.

En niños mayores de 2 años, se ha encontrado una asociación entre el desmedro y dietas de baja calidad. Una dieta de baja calidad, se caracteriza por ser: inadecuada en energía, pobre en micronutrientes, pobre en alimentos de origen animal, frutas, y verduras; y rica en cereales y leguminosas (26).

En México, la mayor cantidad de energía proviene del maíz. Esto es característico de una dieta de baja calidad, ya que incluye un bajo consumo de micronutrientes y una baja biodisponibilidad de minerales debido a una alta ingesta de fitatos, fibra y una baja ingesta de vitamina C. Lo anterior disminuye la absorción de proteína animal y hierro (24). Flores y colaboradores evidenciaron la distribución de energía y nutrientes en población escolar en México, a través de la ENSANUT 2006. En esta encuesta representativa a nivel nacional, se encontró que en la región centro y norte del país, existe un mayor consumo de energía, grasa saturada e hidratos de carbono. En las zonas rurales hay un mayor consumo de fibra, debido a un mayor consumo de tortilla de maíz. Se encontró que los niños con sobrepeso y obesidad tienen un mayor consumo de energía y consumos inadecuados de Vitamina C, hierro, ácido fólico, zinc y calcio, por lo que podría inferirse que la dieta contiene mayor densidad energética y menor densidad de nutrientes, característica de una dieta de baja calidad (27, 28).

Con datos de la misma encuesta, un estudio publicado por Ramírez-Silva y colaboradores, encontró que el consumo promedio de verduras y frutas en la población pre-escolar es de 88.7 g y 103.1 g en escolares. A nivel nacional, solamente el 17% cumplen con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud¹. Lo anterior es importante ya que las verduras y frutas constituyen alimentos con densidades energéticas bajas y alta densidad de nutrientes. El consumo disminuye conforme disminuye el NSE y la región que menos consume frutas y verduras es la región norte del país (27,28).

Existe muy poca evidencia sobre estudios que hayan caracterizado patrones dietéticos y su asociación con la doble carga nutricional en una encuesta nacional. Hasta la fecha, se ha identificado un estudio transversal en China. En este estudio se analizaron datos de 13770 niños y adolescentes (2-17 años) provenientes de la Encuesta Nacional de Salud de China. Se encontró que los niños con doble carga (Talla-edad < -2 DE y IMC-edad > 1 DE) y con desmedro (Talla-edad <-2 DE) consumen menos diversidad de alimentos en su dieta

¹ Las recomendaciones internacionales en población preescolar es el consumo de 200 gramos al día. Escolares de 5 a 8 años 300 gramos al día y de 9 a 11 años, 400 gramos al día (7).

especialmente frutas, verduras y alimentos de origen animal. Los niños con DC consumen más productos con harina de trigo y leche, y menos Se, Fe, y grasa poliinsaturada en comparación con los niños con desmedro (Talla-edad <-2 DE). Por otro lado, los niños con DC tienen 3.6 veces más posibilidad de tener dislipidemias (ajustando por estatura de los padres, ingreso y nivel educativo) en comparación con los niños de peso y talla normal (Talla-edad \geq -2 DE y IMC-edad \leq 1 DE). Lo anterior sugiere que la doble carga en escolares se asocia con dislipidemias, una dieta densa en energía, poca variedad de alimentos y pobre en micronutrientes (29).

c. Factores sociodemográficos.

i. Nivel socioeconómico y calidad de la dieta

Aunado a la transición nutricional, el cambio en los precios de los alimentos puede determinar la variedad y por lo tanto la calidad de los alimentos que se consumen. Algunos estudios resaltan la importancia de la dimensión económica de la nutrición para entender los orígenes de las dietas poco balanceadas (30, 31). Las dietas de baja calidad, son características de poblaciones de niveles socioeconómicos bajos en países en vías de desarrollo (26).

En un estudio en adultos, en los Estados Unidos se analizó la asociación entre los precios de los alimentos y los nutrientes ingeridos, es decir el costo asociado a tener una dieta saludable, conforme a las recomendaciones dietéticas diarias estadounidense (30, 31). Los resultados fueron desalentadores, ya que las personas que siguen las recomendaciones dietéticas diarias para mantener una dieta equilibrada y saludable, deben invertir más en su alimentación (30). Los nutrientes más caros fueron aquellos que están asociados a un estilo de vida saludable como lo son la fibra, vitamina D, y potasio. Los nutrientes más baratos fueron los azúcares añadidos y las grasas saturadas (30). Lo anterior es importante, ya que sugiere que los precios de los alimentos y el nivel socioeconómico de los hogares influyen en las preferencias alimentarias de las familias, especialmente las de niveles socioeconómicos –NSE- bajos, que a su vez, son las que conforman los individuos con mayores prevalencias de obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles. En una sección más adelante, se discutirá el efecto de las dietas de baja calidad en la aparición de la doble carga nutricional.

ii. Pobreza y escolaridad materna.

Varios estudios han encontrado asociación de manera consistente entre la doble carga y condiciones asociadas a la pobreza como es el caso de la población indígena en México. Entre otros factores sociodemográficos asociados se encuentran: pertenecer a familias con NSE bajo, baja edad de la madre, baja escolaridad de la madre, estatus social percibido y tamaño del hogar grande (número de integrantes). (32-34).

iii. Programa de ayuda alimentaria: Programa de Desarrollo Humano Oportunidades.

El programa de Desarrollo Humano Oportunidades (referido en lo sucesivo como "Oportunidades"), es actualmente el programa social de mayor cobertura en México (2). Su objetivo es romper el ciclo intergeneracional de la pobreza, en áreas urbanas y rurales, entregando a familias con un niño o niña menor de 5 años o en edad escolar un apoyo económico que oscila entre \$125 y \$790 pesos y que aumenta de acuerdo con el grado escolar. El objetivo de Oportunidades en la edad escolar es incentivar la educación de los niños, mediante transferencias monetarias condicionadas. La transferencia se condiciona a que los niños estén inscritos y asistan a la escuela un porcentaje mínimo del período escolar hábil, desalentando de esta manera la deserción escolar. Existe evidencia de que en los hogares beneficiarios de Oportunidades existe un mayor gasto en alimentación, mayor diversificación de la dieta y consumos más elevados de frutas, verduras y productos de origen animal en las familias. Por otro lado, también se ha documentado un aumento en el consumo de alimentos poco saludables como los refrescos y bebidas azucaradas. Hasta la fecha no hay ninguna evidencia del impacto de Oportunidades sobre el estado nutricional en niños en edad escolar, o si el recibir o no las transferencias monetarias modifica el efecto que tiene la dieta sobre el estado nutricional (35).

d. Determinantes proximales: mecanismos fisiológicos asociados a la doble carga nutricional.

En un estudio prospectivo de 22 meses de duración, entre los años 1994-1995 en Brasil, Sawaya y colaboradores estudiaron la relación entre el desmedro y el factor de crecimiento Insulínico (-IGF-1) en 32 niñas de 7 a 11 años de edad. No se encontraron diferencias entre los niveles de IGF-1 entre las niñas con y sin desmedro, sin embargo las niñas con menores

niveles de IGF-1 (en la medición basal), tuvieron un menor crecimiento lineal durante los 22 meses de seguimiento ($p=0.04$) (21). La asociación entre el crecimiento lineal y el IGF-1 ha sido bien establecida ya que forma parte del grupo de las hormonas del crecimiento (45,46). El IGFBP-1 (Proteína ligante del factor de crecimiento insulínico) es el principal regulador de los niveles de IGF-1. El IGF-1 es muy sensible a las alteraciones metabólicas (Ej: niveles de insulina) y además es muy sensible a los cambios en la ingesta de proteínas y carbohidratos. Mamabolo y colaboradores estudiaron la asociación entre el IGF-1 y IGFBP1 y el estado nutricional en niños de 1 a 3 años en Sudáfrica. Se encontró que los niños con desmedro, al cumplir un año de edad, tenían niveles más bajos de IGFBP1. Además, los niños con doble carga nutricional tuvieron niveles más bajos de IGFBP1 y estos niveles se correlacionaron negativamente con el IMC a los 3 años ($r= -0.44$, $p= 0.04$) (36). En línea con el hallazgo anterior, un estudio transversal llevado a cabo en 3328 adultos daneses en el 2006, se encontró que los bajos niveles de IGF-1 se asocian a mayores valores de IMC, razón cintura/cadera y razón cintura/talla (37).

La asociación inversa entre IGF-1 y crecimiento lineal al año de edad, se debe principalmente a mecanismos de adaptación que inhiben la síntesis de IGF- y promueven la supervivencia en lugar del crecimiento (45). En el estudio de Mamabolo y colaboradores se encontró que tanto el IGF1 como el IGFBP1 están asociados con el consumo de lácteos, proteínas y micronutrientes (Zn, K, Ca, O y Mg). Los niños con menores niveles de IGF-1 e IGFBP1, fueron el grupo con dietas de menor calidad (alto consumo de carbohidratos, bajo consumo de productos lácteos, frutas y verduras).

Luz Santos y colaboradores realizaron un estudio de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes con desmedro moderado (talla edad ≥ -2 y < -1 DE) y sobrepeso (IMC > 85 percentil, referencias CDC 2000). Estos presentaron una mayor concentración de glucosa, insulina y niveles de HOMA-IR (prueba de resistencia a la insulina) cuando se compararon con adolescentes de talla normal (Talla-edad > -1 DE) y peso normal (IMC-edad >5 y < 85 percentil). En presencia de obesidad, individuos con desmedro muestran una actividad alterada de las células beta, acompañado de resistencia a la insulina (39). Esta asociación ha sido estudiada por Martins y Sawaya, quienes sugieren que los niños con desmedro pueden tener una función disminuida de las células beta del páncreas, con un incremento en la sensibilidad a la insulina comparada con niños de estatura normal. Este aumento en la sensibilidad a la insulina en niños con desmedro puede deberse a un mayor número de receptores periféricos, especialmente en el tejido adiposo y muscular. Un mayor número de receptores pueden

inducir mecanismos de contra-regulación para compensar bajas concentraciones de insulina en el plasma. Lo anterior muestra una asociación entre la doble carga y la diabetes (38).

Otro metabolito que juega un papel importante en el desarrollo de la doble carga es la producción de cortisol. Varios estudios han demostrado que en situaciones de desnutrición graves (ej: marasmo y desmedro), la producción de cortisol se eleva como respuesta a un mecanismo de estrés agudo (40). Fernald y colaboradores encontraron que a mayores niveles de estrés (medido a través de pruebas psicológicas), hay mayores niveles de cortisol en saliva en niños con desmedro comparados con niños de estatura y talla normal (40). Las condiciones de pobreza y supervivencia son dos importantes psico-estresores en niños con desmedro. Los altos niveles de cortisol promueven la proteólisis muscular, lo que puede traducirse en una menor ganancia de músculo en niños con desmedro y además favorece la acumulación de grasa abdominal (41).

Los menores niveles de IGF1 y la hipótesis de una función pancreática alterada, los altos niveles de cortisol que a su vez promueven la proteólisis muscular, aunado a una mayor susceptibilidad a la ganancia de grasa visceral y una posible disminución en la oxidación de las grasas, constituyen mecanismos fisiológicos que pueden explicar la compleja relación entre desmedro y la obesidad.

4. Factores de riesgo dietéticos asociados al sobrepeso y obesidad.

a. Densidad energética (DE)

Se llama densidad energética dietética (DE) a la cantidad de kilocalorías concentradas por cada gramo de alimento (kcal/g de alimento) (42-46). El estudio de la DE toma relevancia porque se ha encontrado una asociación inversa entre ésta y la cantidad de alimentos consumidos. Además la DE se ha asociado positivamente con la ingesta de energía y el peso corporal (47). Hay una relación directa entre el precio de los alimentos y la calidad de la dieta, ya que los alimentos con grasas y azúcares añadidos son los más baratos. Entre algunas características sociodemográficas de la población asociadas al consumo de dietas con mayor densidad energética en Estados Unidos se encuentran, por ejemplo: individuos jóvenes, población de bajos recursos económicos, sujetos del sexo masculino y población con menor nivel educativo (48,49). Asimismo, las dietas con mayor DE están asociadas con menor consumo de frutas, verduras, fibra, y se acompañan de un consumo alto de grasas y azúcares refinados (49).

Existe evidencia consistente acerca de la asociación de las dietas con DE alta y el incremento alarmante en décadas recientes del sobrepeso y la obesidad en adultos y en niños (47, 50-55, 57). Entre los alimentos con mayor densidad energética (que contienen cerca de 225-475 Kcal/100 g) se encuentra la comida rápida, pasteles, bizcochos, botanas saladas, productos y derivados de repostería, mantequilla y otros aderezos para untar. Los alimentos con densidad energética media; incluye el pan, la carne magra, cerdo y pescado (contienen entre 100 y 225 Kcal/100 g). Los alimentos con baja densidad energética son los cereales cocidos como el arroz y pasta integral, legumbres como las lentejas y el frijol (contienen alrededor de 60-150 Kcal/ 100g). La mayoría de vegetales, frutas, raíces, tubérculos (como la papa cocida) tienen alrededor de 40-100 Kcal/100g (56). La estimación de la DE se realiza sin tomar en cuenta las bebidas (leche, jugos, refrescos, etc) , ya que el factor que más influye en la densidad es el contenido de agua de los alimentos. Se recomienda entonces estimar la DE excluyendo a las bebidas, y en estudios donde su consumo se desea asociar a desenlaces de salud, es necesario controlar por las calorías provenientes de las bebidas.

La relación entre saciedad, compensación energética y DE es compleja. En adultos existe mucha evidencia sobre que los alimentos altos en DE inducen un sobreconsumo pasivo de alimentos, lo anterior aún no está claro en niños. En situaciones reales “free living”, en escolares y adolescentes, se ha visto una asociación inversa entre la densidad energética y la cantidad total de consumo de alimentos, lo que sugiere que los niños tienen la habilidad de compensar las calorías totales consumidas y son sensibles a las variaciones en la DE (52). Por otro lado, en estudios controlados de diseño “crossover”, esta asociación no se encuentra (58). En niños los mecanismos compensatorios y el papel que juega la DE, la saciedad y el sobrepeso aún no está claro dada la heterogeneidad en la naturaleza de los estudios. Esto refleja la necesidad de más estudios prospectivos y controlados para entender el papel de la DE y la obesidad en escolares.

b. Densidad de nutrientes –DN-

A diferencia de la DE, la DN es un concepto menos estudiado y para el cual el día de hoy, no existe un consenso en su definición. De una manera muy general, los alimentos densos en nutrientes son aquellos que contienen cierta cantidad de nutrientes (ingesta cruda del nutriente en mg o g) dividido por el total de calorías diarias. En la literatura existen varias clasificaciones sobre alimentos densos en nutrientes, uno de ellos es la clasificación de la Food and Drug Administration- FDA- que define a los alimentos densos en nutrientes, a todos

aquellos que proveen al menos 10% de la recomendación diaria por porción de proteína, calcio, hierro, vitamina A, Vitamina C, fibra, riboflavina, niacina y tiamina. Sin embargo, aún no existe un indicador estandarizado para evaluar la densidad de nutrientes en la dieta. A pesar de no haber un consenso en su definición, la evidencia es consistente con respecto a la definición de alimentos con baja densidad de nutrientes, los cuales son: grasas, dulces, alcohol, postres, snacks, refrescos, helados, jarabes, manteca y mantequilla. La evidencia también es consistente acerca de qué alimentos se consideran buenas fuentes de nutrientes como lo son: los alimentos altos en proteína de origen animal, frutas, verduras, granos enteros, leche descremada, yogurt, nueces, aceite de oliva, entre otros (59). El estudio de la DN en México, es muy importante, debido a que su concepto es más amplio que el de la DE, ya que toma en cuenta no solamente la energía total sino también micronutrientes selectos en la dieta. Se ha sugerido que podría ser un indicador más preciso para evaluar la calidad de la dieta en poblaciones en transición nutricional (59).

c. Carbohidratos refinados

Los polisacáridos son estructuras complejas y se clasifican en aquellos de: rápida digestibilidad, lenta digestibilidad o resistentes. Los de rápida digestibilidad, aumentan la glucosa post-prandial, incrementan la secreción de insulina, hipoglicemias, hambre y por lo tanto llevan al sobre consumo pasivo de calorías (60). Los polisacáridos de rápida digestibilidad también se conocen como carbohidratos refinados –CR- y estos están íntimamente asociados al índice glicémico y a la carga glucémica, lo cual está asociado con el incremento en el riesgo de enfermedad cardiovascular en adultos (61).

El aporte de los carbohidratos en las dietas de los niños debe ser suficiente, para evitar que la proteína se utilice como fuente de energía y para que junto a ésta y a otros nutrientes se asegure el crecimiento y desarrollo del preescolar y escolar. El consumo excesivo de calorías provenientes de los azúcares (dulces, refrescos, etc.) y cereales refinados (harina blanca, productos de pastelería y panadería, pastas) puede contribuir al aumento de peso y desplazar el consumo de alimentos con DN (72).

d. Bebidas azucaradas-

Estudios recientes han demostrado la asociación causal entre bebidas azucaradas y el peso corporal de niños y adolescentes. Ensayos clínicos aleatorizados controlados, estudios prospectivos (cohortes); estudios transversales y revisiones sistemáticas de literatura y meta-análisis, han proporcionado evidencia contundente sobre el efecto de las calorías de las bebidas azucaradas en el peso corporal de los niños, adolescentes y adultos (61-65).

Además, el consumo de refrescos en particular, está asociado a un menor consumo de leche y calcio; y un incremento en el riesgo de desarrollo de diabetes (65). En México, la proporción de energía aportada por las bebidas con respecto a la ingesta de energía total es del 20 al 22% en todos los grupos de edad. Lo anterior, hace imperativo el estudio de la distribución y magnitud del consumo de bebidas azucaradas en la población escolar y su asociación con el estado nutricional (66).

5. Preguntas de investigación

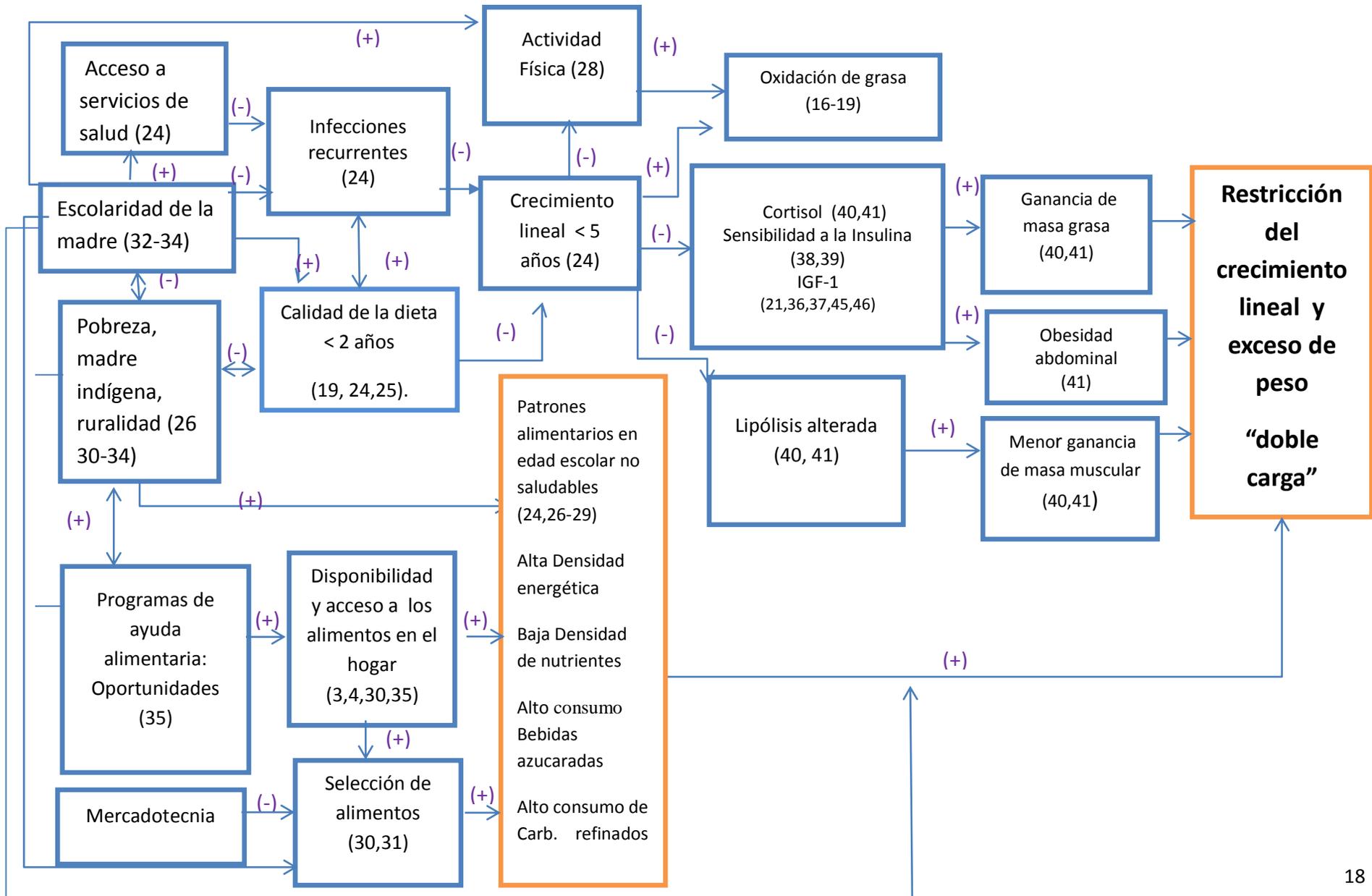
La presente investigación pretende responder tres grandes preguntas, las cuales se enmarcan en 4 objetivos específicos.

1) ¿Cuáles son los patrones alimentarios y factores de riesgo dietéticos (DE, DN, BA Y CR) que se asocian con la doble carga nutricional? Y 2) ¿Cuáles son los determinantes socio-demográficos que pueden modificar la asociación entre los patrones alimentarios y la doble carga nutricional?

3) ¿Qué factores de riesgo dietéticos caracterizan o predicen el patrón alimentario asociado a la doble carga nutricional?

A continuación, se presenta el mapa conceptual en donde se integra de forma gráfica la revisión bibliográfica presentada anteriormente.

6. Mapa conceptual: Revisión bibliográfica de los determinantes de la doble carga nutricional en escolares



III. HIPÓTESIS

1. Hipótesis. Los niños en edad escolar con doble carga nutricional tienen diferentes patrones alimentarios y factores de riesgo dietéticos, en comparación con niños sin doble carga nutricional (peso y talla normal; desmedro; sobrepeso y obesidad).
2. Hipótesis. La asociación entre los patrones alimentarios y la doble carga nutricional está modificada por factores sociodemográficos, tales como la localidad en la que viven (rural o urbano), el nivel socioeconómico, tener una madre con baja escolaridad, pertenecer a un hogar indígena, y ser beneficiario del programa Oportunidades.

IV. JUSTIFICACIÓN

La doble carga nutricional, es una condición presente en México y afecta principalmente a preescolares y escolares de grupos sociales y socioeconómicos vulnerables. A pesar de contar con numerosos avances sobre los posibles mecanismos fisiológicos y biológicos que explican una mayor posibilidad de sobrepeso y obesidad en niños con desmedro en comparación con niños sin desmedro, aún existen contradicciones e inconsistencias en la evidencia, especialmente la relacionada con el gasto energético. Por esto último, se hace necesario explorar la asociación de factores ambientales modificables, como lo son la dieta y condiciones socioeconómicas. Actualmente no existe ninguna evidencia sobre factores de riesgo dietéticos asociados a la doble carga nutricional en escolares, en un país en transición nutricional y si estos difieren de los niños sin doble carga (escolares con peso y talla normales, con desmedro pero sin sobrepeso u obesidad y con sobrepeso/obesidad pero sin desmedro) y cómo esta asociación puede ser modificada por factores socio-demográficos tales como la localidad en la que viven (rural o urbano), el nivel socioeconómico, pertenecer o no a un hogar indígena, y el recibir o no transferencia monetaria condicionado del programa Oportunidades.

La presente investigación, tiene implicaciones y aplicaciones importantes para la salud pública, ya que se podrán establecer recomendaciones específicas para poblaciones con altas prevalencias de desmedro. Por último, en base a los hallazgos se espera hacer recomendaciones nutricionales para los programas, políticas alimentarias y programas de desarrollo social que tengan como objetivo un impacto en el estado nutricional de preescolares y escolares.

V. OBJETIVOS:

1. Objetivo general

Evaluar y caracterizar patrones alimentarios en escolares mexicanos de 5-11 años con y sin doble carga nutricional de la ENSANUT 2006-2012, y analizar su interacción con determinantes socio-demográficos.

2. Objetivos específicos

Artículo No. 1

- a) Identificar y Comparar patrones alimentarios entre cuatro categorías del estado nutricional: peso - talla normal, desmedro, obesidad y doble carga nutricional; y analizar su distribución por factores sociodemográficos.
- b) Evaluar la interacción entre los patrones alimentarios y factores sociodemográficos asociados al estado nutricional.

Artículo No. 2

- c) Caracterizar los patrones alimentarios en términos de factores de riesgo dietéticos tales como: densidad energética, consumo de bebidas azucaradas, consumo de carbohidratos refinados y consumo de alimentos con baja densidad de nutrientes selectos y evaluar las diferencias entre las categorías del estado nutricional.
- d) Determinar qué factor (es) de riesgo dietético (s) es (son) característicos del patrón alimentario asociado a la doble carga nutricional.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Tipo y diseño

La presente investigación consiste en un diseño transversal, con datos provenientes de las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición –ENSANUT-2006 y 2012. La ENSANUT es una encuesta probabilística, polietápica, estratificada y por conglomerados, diseñada para recabar información relacionada con el estado de salud y nutrición. Tiene una representatividad de las áreas urbanas y rurales y por cada entidad federativa (2, 67). Las inferencias de la presente investigación son analítico-descriptivas.

2. Estratificación de la ENSANUT 2006 y 2012.

- a. ENSANUT 2006. La estratificación de la unidad muestral se realizó tomando en consideración las variables de tamaño de localidad (urbano o rural) y estatus de incorporación al Programa Oportunidades. De esta manera, de acuerdo con las características de cada estrato, se obtuvo un máximo de seis estratos por entidad federativa.
- b. ENSANUT 2012. La muestra para la ENSANUT incluyó la sobrerrepresentación de los hogares del país en condiciones de mayor vulnerabilidad, en el supuesto de que en estos hogares se focalizan los apoyos de los programas de salud y sociales, por lo tanto la estratificación también difirió por esta variable, a comparación de la ENSANUT 2006. En la ENSANUT de 2012 se formaron siete estratos, seis que resultan de considerar las combinaciones de urbano, rural y metropolitano, con mayor rezago y menor rezago, y un estrato para las localidades de nueva aparición².

² Las localidades de nueva aparición son aquellas localidades que están en el Censo 2010 y no existen en el Censo 2005.

Tabla No. 1 Criterios de estratificación de las ENSANUT 2006 Y 2012.

1er Criterio de estratificación			
No. de estrato	Estrato	2006	2012
Estrato I	Ciudad o área metropolitana	Ciudades y áreas metropolitana Resto de las ciudades de 100,000 y más habitantes o capitales de estado	
Estrato II	Complemento Urbano	Localidades de 2500 a 99,999 habitantes	
Estrato III	Rural	Localidades con menos de 2,500 habitantes	
Estrato IV	Localidades de nueva aparición		Localidades que aparecen en el Censo 2010 y no aparecen en el Censo 2005
2do Criterio de Estratificación			
Estrato I		Oportunidades: Localidades incorporadas al programa Oportunidades	Mayor Rezago Social: AGEBs en un estado con mayores valores en el índice de rezago social y que en ellas vivan el 20% de la población
Estrato II		No Oportunidades: Localidades no incorporadas al Programa Oportunidades,	Menor Rezago Social: AGEBs en un estado con menores valores en el Índice de rezago social y que en ellas vivan el 80% de la población.

Fuente: Ensanut 2006 y 2012 (2, 67).

3. Tamaño de muestra y muestreo de la ENSANUT 2006.

El tamaño de muestra nacional fue de 48, 304 viviendas, 206, 700 integrantes de hogar y 24, 098 niños. Se obtuvo información de 15111 niños y niñas entre 5 a 11 años de edad.

El diseño es probabilístico, polietápico, estratificado y por conglomerados. Por razones operativas, el esquema de selección fue diferencial entre los estratos. En los estratos I y II (Ver Tabla No. 1), el esquema fue idéntico, mientras que en el estrato III, existe una variación.

a. Esquema de Selección de estratos I y II, ENSANUT 2006.

- Se seleccionaron áreas geoestadísticamente básicas (AGEB) con probabilidad proporcional al tamaño, definido por el número de viviendas particulares habitadas en las AGEB.
- Para cada una de las AGEB, se eligieron 6 manzanas con probabilidad a su número de viviendas.
- En cada una de las manzanas elegidas, se eligieron 6 viviendas mediante muestreo sistemático con arranque aleatorio.
- En cada una de las viviendas, siempre que la composición del hogar lo permitiera, se seleccionó, mediante el uso de muestreo aleatorio simple un adulto, un niño, un adolescente y un utilizador de servicios de salud. La encuesta se aplicó en todos los hogares de la vivienda seleccionada. La unidad de análisis para población infantil, son niños y niñas entre 0 y 9 años de edad
- A cada uno de los individuos seleccionados al interior, se le aplicó la entrevista.

b. Esquema de selección del Estrato III, ENSANUT, 2006.

- Las unidades primarias de muestreo fueron AGEB que contenían localidades que integraban el estrato III. La probabilidad de seleccionar una AGEB fue proporcional al número de viviendas particulares habitadas en las AGEB. Se seleccionaron tantas AGEB como correspondió al tamaño de muestra del estrato en la entidad.
- La Unidad Secundaria de Muestreo (USM), se constituyó con las localidades o conjuntos de localidades que agrupaban un mínimo de 120 viviendas. Estas USM se eligieron con probabilidad.
- De cada localidad o grupo de localidades seleccionadas se extrajo una muestra aleatoria sistemática de tres segmentos de 12 viviendas cada una.
- En cada una de las viviendas, siempre que la composición del hogar lo permitiera, se seleccionó, mediante el uso de muestreo aleatorio simple un adulto, un niño, un adolescente y un utilizador de servicios de salud.

4. Tamaño de muestra y muestreo de la ENSANUT 2012.

En la ENSANUT 2012 se obtuvo información de 50, 528 hogares en los cuales se aplicaron 96,031 cuestionarios individuales en los diferentes grupos de edad, así como 14 104 cuestionarios de utilizadores de servicios de salud

En el caso del Distrito Federal –DF- se formaron tres estratos geográficos dentro del estrato metropolitano dado que todas las viviendas del DF fueron clasificadas como metropolitanas. Se seleccionaron 1, 440 viviendas en cada entidad para replicar la distribución por condición de urbanidad y una sobremuestra de 288 viviendas seleccionadas del estrato con mayor rezago social. El diseño de la muestra, fue como se muestra a continuación:

Esquema de Selección, Estrato I y II: Igual que para la ENSANUT 2006, descrito en la sección previa.

a. Esquema de Selección, Estrato III.

- En la primera etapa, se seleccionaron como unidades primarias, AGEBs con probabilidad proporcional al tamaño (PPT) según el número total de viviendas; y fue proporcional al número de viviendas del estrato.
- En la segunda etapa, se seleccionaron 3 localidades con probabilidad proporcional a su tamaño (número de viviendas).
- En la tercera etapa, dado que no existen mapas de manzanas disponibles para las localidades rurales, se construyeron pseudo-manzanas en campo, que estaban constituidas por 50 viviendas de modo aproximado.
- Luego, se seleccionó una pseudo-manzanas con muestreo sistemático por cada localidad, y en ella se formaron conglomerados de aproximadamente 12 viviendas, para seleccionar finalmente, un conglomerado de 12 viviendas con muestreo aleatorio simple.

b. Esquema de Selección de estrato IV. Estratificación de localidades de nueva creación.

- En la primera etapa, se seleccionaron como unidades primarias, localidades con probabilidad proporcional al tamaño (PPT) según el número total de viviendas; y fue proporcional al número de viviendas del estrato.

- En la segunda etapa, dado que no existen mapas de manzanas disponibles para estas localidades, se construyeron pseudo-manzanas en campo, que estaban constituidas por 50 viviendas de modo aproximado.
- Luego, se seleccionaron tres pseudo-manzanas por localidad con muestreo sistemático, y en ellas se formaran conglomerados de aproximadamente 12 viviendas, para seleccionar finalmente, un conglomerado de 12 viviendas por cada pseudo-manzana con muestreo aleatorio simple.

Una vez seleccionada una vivienda, por cualquier de los tres procedimientos descritos con anterioridad, y siempre que la composición del hogar lo permita, se seleccionaron mediante el uso de muestreo aleatorio simple a: un niño, un adulto, un adolescente y a 1.6 utilizadores de servicios. La encuesta se aplicó en todos los hogares de la vivienda. Se aplicó la entrevista correspondiente a cada uno de los individuos seleccionados según corresponda. En la población escolar, la unidad de análisis de ENSANUT 2012 fue niños y niñas entre 5-9 años.

Es importante aclarar que a pesar de las diferencias en los criterios muestrales, las encuestas son representativas del ámbito nacional, estatal y de zonas urbanas y rurales y son comparables en cuanto a las inferencias para estos ámbitos, en virtud de los ponderadores que se utilizaron.

5. Aplicación de cuestionarios y mediciones.

Para cada uno de los sujetos seleccionados, se aplicaron los cuestionarios y se obtuvieron las mediciones correspondientes a su edad. Para esta investigación, las variables que se incluirán, provienen de información directa en la población escolar y sus hogares, aplicando los siguientes cuestionarios:

- a. Cuestionario del hogar³. (Ver Anexo A.1 y A.2 para ambas encuestas respectivamente).

• ³ Hogar, es el conjunto de personas, relacionadas por algún parentesco o no, que habitualmente duermen en una vivienda bajo el mismo techo, beneficiándose de un ingreso común, aportado por uno o más de los miembros del hogar.

- Identificación del hogar
- Características sociodemográficas
- Características de la Vivienda

b. Cuestionario Individual

- Cuestionario Individual del niño de 0 a 9 años (ENSANUT 2006 y Cuestionario Individual de niños de 5-9 años (ENSANUT 2012) y cuestionario de niños y adolescentes de 10 a 18 años (ENSANUT 2006 y 2012) (Anexo B.1 y B.2, para ambas encuestas respectivamente)
- La información dietética se obtendrá del través del formulario de Frecuencia de Consumo de Alimentos –FCA – de niños de 0-9 años y de 10-18 años. El FCA es un instrumento de semi-cuantitativo de 7 días. (Ver Anexo C.1 y C.2 para ambas encuestas respectivamente). La FCA se obtiene en una submuestra de la población escolar, la cual corresponde al 11% del total de escolares.

c. Cuestionario de Ayuda Alimentaria (nivel hogar)

- Cuestionario de Ayuda Alimentaria. (Ver Anexo D.1, ENSANUT 2006).
- Cuestionario de Programas de Nutrición y Distribución de Alimentos. (Ver anexo, D.2, ENSANUT 2012).

d. Mediciones Antropométricas: proveniente del “Cuestionario Individual” (ENSANUT 2006) y el Cuestionario “Antropometría y Presión Arterial (ENSANUT 2012) (Anexo B.1 y B.3)

- Medición de peso y talla.

6. Definición de la población de la presente investigación.

a. Población.

En el año 2006 la población de escolares de la ENSANUT fueron 15, 111 niños y niñas de 5 a 11 años. En 2012, la población de escolares de la ENSANUT 2012, fueron 11 209, niños y niñas de 5 a 11 años. Ambas poblaciones, son representativas de los escolares mexicanos a nivel regional y por entidad federativa (79, 81).

b. Muestra

Para la presente investigación, la muestra es comprendida por niños de edad escolar de 5 a 11 años con información antropométrica e información dietética recolectada mediante el cuestionario semi-cuantitativo de FCA-, de la ENSANUT 2006 y 2012.

En el 2006, se cuenta con información antropométrica y dietética de 9383 escolares de 5-11 años y en el 2012, se cuenta con esta información en 1390 niños. Entre ambas encuestas, la muestra asciende a 10,777 escolares de 5 a 11 años con información antropométrica y dietética.

7. Cálculo de poder estadístico.

Para fines del cálculo de poder, se tomó en cuenta el efecto del diseño –ED- global de la ENSANUT 2012 el cual fue 1.82. Para variables biológicas como lo es la doble carga nutricional, se estimó el efecto de diseño observado en 2.2. El efecto de diseño se calculó a partir de la prevalencia observada de doble carga en escolares de 5 a 11 en el 2012, la cual fue 3.6% (prevalencia ajustada por el diseño complejo de la encuesta). Se utilizó el programa GPower 3.1 y se utilizó un α de 0.05. Hasta el momento no se ha identificado un tamaño del efecto entre un patrón alimentario y la doble carga nutricional, por lo que se utilizó un tamaño de efecto de 0.13-0.4 (OR's) basado en estudios previos de patrones alimentarios y riesgo de obesidad (68, 69). El cálculo del poder estadístico fue calculado para la suma de la muestra de escolares de ambas encuestas. El utilizar los distintos ED y los distintos tamaños de efecto tienen como finalidad demostrar bajo todas las condiciones posibles (baja prevalencia de la enfermedad y efecto de diseño grande) el alcance del poder estadístico esperado.

Tabla No. 2. Estimación del poder estadístico, según efecto de diseño y tamaño de efecto y prevalencia de doble carga de 3.6% y α de 0.05 (prueba de una cola).

Efecto de diseño – ED- (muestra con ED aplicado)	Tamaño de efecto (OR)			
	0.13	0.2	0.3	0.4
ED = 1.82 (5,921)	100%	100%	100%	100%
ED = 1.9 (5,672)	100%	100%	100%	100%
ED = 2.0 (5,388)	100%	100%	100%	100%
ED = 2.1 (5,131)	100%	100%	100%	100%
ED = 2.2 (4,898)	100%	100%	100%	100%

8. Definición de variables y procedimiento de medición y recolección.

a. Variables dietéticas.

Las variables dietéticas que se describirán a continuación, fueron recolectadas a través del cuestionario de Frecuencia de consumo de alimentos (FCA) el cual es un instrumento semi-cuantitativo de 7 días. Este cuestionario contiene 101 ítems clasificados en 14 grupos de alimentos. El entrevistador pregunta a la madre de familia o al cuidador encargado del niño; la frecuencia diaria, los días de la semana, el tiempo de comida, porción del alimento y el total de porciones consumidas de un alimento en un periodo de 7 días. La técnica se describe en el Manual de Procedimientos para proyectos de Nutrición del Centro de Investigación de Nutrición y Salud del INSP (70). La FCA se aplicó al a madre del niño mediante técnica y personal estandarizado.

i. Patrón alimentario –PA-

Se llamará patrón alimentario, a la identificación de los alimentos que son consumidos por un grupo de sujetos. Los patrones son agrupaciones de alimentos, que son semejantes entre sí, pero diferentes entre grupos. Permitirá conocer la asociación que tiene una dieta “global” en el el estado nutricional de los escolares. Estos patrones serán definidos “a posteriori”.

Para la conformación de patrones, los alimentos serán agrupados de la siguiente forma:

Grupo 1. Productos Lácteos con grasa

- Leche preparada de sabor (chocolate y otro sabor)
- Queso
- Yogurt
- Danonino
- Otras leches especificadas.

Grupos 2. Productos lácteos descremados y semidescremados

- Leche Liconsa
- Yakult o similares
- Otras leches descremadas o semidescremadas especificadas

Grupo 3. Frutas

- Plátano
- Jicama
- Naranja o mandarina
- Manzana o pera
- Melón o Sandía
- Guayaba
- Mango
- Papaya
- Piña
- Toronja
- Fresa
- Otras frutas

Grupo 4. Verduras

- Jitomate
- Hojas verdes (acelgas, espinacas, quelites)
- Chayote
- Zanahoria
- Calabacita
- Brócoli o coliflor
- Col
- Ejotes
- Elote
- Lechuga
- Nopales
- Pepino
- Aguacate
- Limón en ensaladas, caldos o carnes
- Cebolla en salsas, tacos o guisados
- Chiles en salsas tacos o guisados
- Tomate verde y jitomate en salsas, tacos y guisados
- Otras verduras

Grupo 5. Frutas y verduras con grasa

- Plátano frito
- Tortitas de verduras capeadas

Grupo 6. Carnes, embutidos y huevo

- Carne de puerco
- Carne de res
- Carne de res seca (machaca)
- Longaniza o chorizo
- Salchicha de puerco, pavo o combinado, jamón de puerco o pavo o mortadela (aparte de en torta, sándwich o hot dog)
- Pollo
- Huevo

Grupo 7. Pescados y Mariscos

- Pescado Fresco
- Pescado Seco
- Atún y Sardina
- Algún marisco (camarón, ostiones, etc)

Grupo No. 8. Leguminosas y oleaginosas

- Frijoles
- Lentejas, garbanza, haba amarilla o alubia
- Cacahuates, habas y pepitas

Grupo No. 9. Cereales y tubérculos

- Arroz
- Pan integral
- Papas
- Papilla (nutrisano del programa Oportunidades)
- Cereal de caja alto en fibra (bran/avena)
- Cereal de caja multi-ingredientes (grano entero, frutas)
- Cereal de caja special K (o fitness)

Grupo No. 10. Carbohidratos refinados

- Pan blanco
- Pan dulce (excepto donas y churros)
- Donas y churros de panadería
- Galletas saladas
- Azúcar agregada a la leche
- Chocolate agregado a la leche
- Cereal de caja adicionados con azúcar
- Cereal de caja con chocolate u otros (corn-flakes, arroz inflado)
- Cereal de caja saborizado (froot loops, lucky charms)
- Tortilla de harina trigo

- Galletas dulces
- Sopa de pasta
- Pastelillos y donas industriales
- Pastel o pie
- Barras de cereal

Grupo 11. Tortillas

- Tortilla de maíz de nixtamal (hecho en casa)
- Tortilla de Maseca o Minsa

Grupo 12. Comida rápida y tradicional con alta densidad energética

- Torta o sándwich
- Hamburguesa
- Pizza
- Hot dog
- Tamal (toto tipos)
- Sopes, quesadillas, tiacoyos, enchiladas, tacos, flautas o gorditas fritos
- Sopes, quesadillas, tiacoyos, enchiladas, tacos o gorditas de comal (sin freír)

Grupo 13. Frituras y grasas

- Frituras (bolsas chicas de 35g o paquetes individuales)
- Margarina
- Mantequilla
- Mayonesa
- Crema

Grupo 14. Sopas y crema

- Caldo de pollo, res o verduras
- Sopa o caldo con verduras
- Crema de verduras
- Pozole

Grupo 15. Bebidas, jugos y aguas sin azúcar añadida

- Refresco dieta
- Café sin azúcar
- Té sin azúcar
- Jugos naturales sin azúcar
- Bebidas o aguas de sabor sin azúcar (incluyendo dietéticas como Clight, Be light, etc.)
- Agua sola

Grupo 16. Bebidas, aguas, jugos con azúcar añadida

- Refresco normal
- Café con azúcar
- Té con azúcar
- Jugos o aguas de frutas con azúcar
- Bebidas o aguas de sabor con azúcar
- Atole de maíz

b. Caracterización de los patrones según factores de riesgo dietéticos:

i. Densidad energética (DE)

Se llamará densidad energética dietética (DE) a la cantidad de kilocalorías concentradas por cada 100 gramos de alimento (kcal/g) de alimento. La DE se calculará a partir de alimentos sólidos, excluyendo bebidas y atoles debido a que la DE es influida principalmente por la cantidad de agua que contiene un alimento. Se explorará la contribución de energía del grupo de sopas y cremas debido a su asociación con la compensación energética.

ii. Densidad de Nutrientes (DN)

Se llamará alimentos con baja densidad de nutrientes –DN- a aquellos que contienen alto contenido de grasa, azúcares añadidos, grasas añadidas y sodio. Su clasificación depende principalmente de su contenido de energía y composición de micronutrientes selectos como lo son: Vitamina A, hierro, ácido fólico y B12). Debido a que no existe aún una definición consensuada, se seleccionaran alimentos en los cuales la literatura es consistente en cuanto a su

definición como alimentos bajos en densidad de nutrientes. Estos alimentos pertenecen a los grupos: comida rápida, frituras y grasas; y carbohidratos refinados (exceptuando los cereales de caja los cuales están fortificados en su mayoría). Se excluirán a las bebidas azucaradas ya que se analizarán por separado.

iii. Consumo de Bebidas azucaradas (BA)

Las bebidas azucaradas, se definirá como los mililitros diarios consumidos del grupo de bebidas, jugos y aguas con azúcar añadida los cuales incluyen a los: Refrescos, café con azúcar, té con azúcar, jugos naturales, y bebidas o aguas de sabor con azúcar adicionada y atoles.

Además, se hará un análisis por separado tomando en cuenta la contribución del grupo de bebidas lácteas con azúcar, tal es el caso de leche con azúcar y chocolate añadido.

iv. Consumo de carbohidratos refinados (CR)

Este factor de riesgo dietético será definido como los gramos diarios consumidos de alimentos sólidos cuya composición sea alta en contenido de carbohidratos refinados, es decir cuya base principal provenga de azúcares y harinas. Los alimentos se listan en el grupo “Carbohidratos refinados” descrito anteriormente.

c. Variables antropométricas.

i. Peso: se define como la masa corporal total del escolar medido en kilogramos (Kg). El peso corporal se midió utilizando balanzas electrónicas marca Tanita, con una precisión de 200 g.

ii. Talla. La talla se midió con estadímetros marca Dynatop con capacidad de 2 m y con una precisión de 1 mm. Tanto para el peso como para la talla, fueron recolectados mediante técnica y personal estandarizado de acuerdo, con el “Manual de Procedimientos” mencionado anteriormente.

d. Características Sociodemográficas (CSD) y Población beneficiaria de Oportunidades (OP)

Se evaluará la distribución de las variables dietéticas por características a nivel individual y a nivel hogar. A nivel individual las CSD son edad, sexo, hogar indígena y escolaridad de la madre. A nivel hogar y comunitario, las CSD son: nivel socioeconómico del hogar, hogar beneficiario de oportunidades y localidad en la que viven.

i. Edad y Sexo

Se refiere a la edad en años y género de los escolares. La información será obtenida a través del Formulario “Cuestionario Individual del Niño” de ambas encuestas (Ver anexo B).

iii. Hogares indígenas

Un hogar se definió como indígena si la madre de familia refiere hablar una lengua indígena. Esta variable se obtendrá directamente del “Cuestionario del Hogar” (ANEXO A), que se aplica directamente a la madre de familia.

iv. Escolaridad de la madre

Se define como los años de estudio alcanzados por la madre de familia. Se obtiene directamente del formulario individual aplicado a la madre de familia.

v. Nivel Socioeconómico del hogar –NSE-

El nivel socioeconómico de la ENSANUT, se obtiene a través de un análisis de componentes principales en el cual se incluyen variables sobre características de la vivienda, bienes y servicios disponibles. Las variables que se seleccionaron son: materiales de construcción del piso, las paredes y el techo; el número de cuartos que se usan para dormir, la disposición de agua, la posesión de automóvil, el número de bienes domésticos (refrigerador, lavadora, microondas, estufa y boiler), el número de aparatos eléctricos (tv, cable, radio, teléfono y computadora). Se seleccionó como índice el primer componente que acumula el 40.5% de la variabilidad total.

La información para construir este indicador, se obtiene del “Cuestionario del Hogar” el cual recolecta la información sociodemográfica correspondiente.

vi. Transferencia Monetaria de Oportunidades.

La ayuda alimentaria se define como aquellos hogares que reciben la transferencia monetaria del programa Oportunidades. Como se mencionó en el marco teórico, la transferencia tiene un efecto en la diversificación de la dieta de toda la familia.

La información se obtiene directamente del cuestionario de “Programas de Nutrición y Distribución de Alimentos” y “Cuestionario de Ayuda Alimentaria” de La ENSANUT 2012 y 2006, respectivamente. Para este fin, se pregunta a la madre de familia si alguien dentro del hogar, recibe o no la transferencia monetaria de Oportunidades.

9. Operacionalización de Variables

a. Patrón alimentario.

Para la obtención de los patrones alimentarios, se utilizará el método de Clusters o Conglomerados. Este análisis define grupos semejantes dentro de sí, y a su vez diferentes entre los grupos. Se nombrarán los patrones “a posteriori” de acuerdo a sus características más relevantes. Se obtendrá la energía proveniente de cada grupo de alimentos y se obtendrá el porcentaje de contribución de energía con respecto a la energía total. Luego se transformará en puntajes Z, los cuales serán el insumo del análisis de clusters. Se utilizará el método de K-means el cual inicia con “centros” aleatorios y busca: 1) minimizar la variabilidad entre objetos y 2) maximizar la variabilidad entre conglomerados. Se hará un análisis preliminar de la distribución de los conglomerados para determinar el número de conglomerados a definir.

Si los patrones no se comportan o no tienen una clara asociación con el estado nutricional, se podrá modificar la metodología y generar una clasificación basada en criterios estrictamente relacionados con el riesgo de sobrepeso y obesidad.

Una vez se haya obtenido el patrón alimentario característico de cada uno de las cuatro clasificaciones del estado nutricional de los escolares, estos serán

tipificados o caracterizados de acuerdo a los siguientes factores de riesgo dietéticos:

b. Densidad energética

La DE del patrón alimentario, se calculará determinando las calorías totales del patrón y se dividirá entre la cantidad total de gramos de alimentos consumidos. Esta relación luego será expresada por cada 100 gramos de alimentos (Kcal/100 g). Como el agua contribuye de manera importante en el peso de un alimento, diluye la asociación entre la DE y los desenlaces en salud. Siguiendo las recomendaciones de estudios similares, se explorará la contribución de sopas y crema y excluirán a todas las bebidas para su cálculo

c. Densidad de Nutrientes

Los alimentos listados en los grupos comida rápida; frituras y grasas; y carbohidratos refinados (Exceptuando cereales de caja y barras de cereal fortificados en su mayoría), serán denominados “Alimentos bajos en DN” y se obtendrá los gramos totales de dichos alimentos de cada patrón alimentario. Se podrá categorizar en intervalos específicos o en terciles, dependiendo de la distribución de la variable, la cual será determinado durante el análisis exploratorio de datos.

Alimentos bajos en DN:

- Torta o sándwich
- Hamburguesa
- Pizza
- Hot dog
- Tamal (toto tipos)
- Sopes, quesadillas, tiacoyos, enchiladas, tacos, flautas o gorditas fritos
- Sopes, quesadillas, tiacoyos, enchilladas, tacos o gorditas de comal (sin freír)
- Frituras (bolsas chicas de 35g o paquetes individuales)
- Margarina
- Mantequilla
- Mayonesa
- Crema
- Pan blanco

- Pan dulce (excepto donas y churros)
- Donas y churros de panadería
- Galletas saladas
- Azúcar agregada a la leche
- Chocolate agregado a la leche
- Tortilla de harina trigo
- Galletas dulces
- Sopa de pasta
- Pastelillos y donas industriales
- Pastel o pie

d. Consumo de Bebidas azucaradas.

La caracterización del consumo de BA, se determinará como los mililitros consumidos diarios de las siguientes bebidas (Mililitros/día). Refresco normal

- Café con azúcar
- Té con azúcar
- Jugos o aguas de frutas con azúcar
- Bebidas o aguas de sabor con azúcar
- Atole de maíz

Se podrá categorizar en porciones, en intervalos específicos o en terciles, dependiendo de la distribución de la variable, la cual será determinado

e. Consumo de carbohidratos refinados

De la misma forma que las bebidas, se obtendrán los gramos totales diarios d de carbohidratos refinados de cada uno de los patrones po. Los alimentos considerados en esta clasificación corresponden al grupo de “Carbohidratos Refinados” y son los siguientes:

- Pan blanco
- Pan dulce (excepto donas y churros)
- Donas y churros de panadería
- Galletas saladas
- Azúcar agregada a la leche
- Chocolate agregado a la leche

- Cereal de caja adicionados con azúcar
- Cereal de caja con chocolate u otros (corn-flakes, arroz inflado)
- Cereal de caja saborizado (froot loops, lucky charms)
- Tortilla de harina trigo
- Galletas dulces
- Sopa de pasta
- Pastelillos y donas industriales
- Pastel o pie
- Barras de cereal

Se podrá categorizar en intervalos específicos o en terciles, dependiendo de la distribución de la variable, la cual será determinado durante el análisis exploratorio de datos.

e. Variables antropométricas

El peso y la talla se utilizarán para determinar la masa corporal por medio del Índice de Masa Corporal dividiendo el peso en Kilogramos por la talla en metros al cuadrado. ($IMC = \text{kg}/\text{m}^2$). Para la clasificación de desmedro, sobrepeso y obesidad en escolares se utilizará la población de referencia de la OMS (2005) y utilizando el software Anthro Plus (72).

Se obtendrán los valores de puntajes Z de talla para la edad e IMC para la edad.

Se considerarán como valores válidos para el indicador de talla para la edad, entre -5.5 y +3.0 puntos z de la talla para la edad, y entre -5.0 y +5.0 del IMC para la edad. Se excluirán del análisis todos aquellos valores fuera de estos rangos. En el caso de la población escolar, cuando la puntuación z de alguno de los indicadores se encuentre fuera del intervalo de valores válidos, se eliminará toda la serie de indicadores antropométricos de dicho individuo.

i. Peso y talla normal

El peso normal para la edad se definirá como todos aquellos escolares que estén en valores iguales o por debajo de +1DE de la referencia de IMC para la edad.

Los escolares sin restricción del crecimiento, se clasificarán como todos los niños por encima de -1 DE de la referencia de talla para la edad

ii. Sobrepeso y Obesidad

Se definirá como sobrepeso a todos aquellos escolares por encima de +1 Desviación estándar-DE- y obesidad a los que se sitúan por encima de +2DE.

iii. Restricción del crecimiento lineal leve a severo –RCL-

Se definirá como RCL leve a severo, es decir por debajo de una desviación estándar (< -1 DE) de la mediana de la referencia de talla para la edad (T/E).

iv. Doble carga nutricional

La doble carga nutricional se definirá como la coexistencia de RCL leve a severo (Puntaje Z Talla/edad < -1 DE) y sobrepeso (Puntaje Z de IMC/edad > 1 DE) en un mismo individuo.

f. Características Sociodemográficas y covariables.

- i. Edad y Sexo: La edad del escolar, será utilizada en años y meses (un decimal); y se utilizará como continua. El sexo se dicotomizará en Hombre / Mujer.
- ii. Hogar Indígena: La variable “Hogar Indígena” es dicotomizará a Indígena =0 y no Indígena = 1
- iii. Escolaridad de la madre: la variable es continua y corresponde a los años de estudio alcanzados y reportados por la madre.
- iv. Nivel socioeconómico. El coeficiente o puntaje obtenido del NSE de las ENSANUT, que se definió en la sección anterior, es una variable continua, el cual resulta en factor estandarizado de un análisis factorial que toma en cuenta varias características del hogar.
- v. Transferencia monetaria de Oportunidades (TMO) : .Se dicotomizará en Recibe TMO/ No recibe TMO.
- vi. Localidad: Se dicotomizará en área rural/urbana
- vii. Año de la encuesta: Se dicotomizará en 2006/2012

g. Confiabilidad y validez de las herramientas, variables o indicadores que se utilizaran en el estudio.

i. Frecuencia de Consumo de Alimentos.

Las variables dietéticas fueron recolectadas, mediante el FCA. El cuestionario consta de 101 ítems, los cuales constituyen a los alimentos consumidos con mayor frecuencia en la población escolar mexicana. El cuestionario fue aplicado por personal previamente entrenado y estandarizado. La frecuencia de consumo de alimentos semi-cuantitativo, se utiliza ampliamente en estudios de epidemiología nutricional, y se considera un instrumento válido para derivar patrones alimentarios y analizar tendencias de consumo en la población.

Un asunto de importancia es la validez y la concordancia que existen en el reporte de la dieta del niño y lo que reporta la madre. Varios estudios epidemiológicos han evidenciado que esta concordancia puede disminuir a partir de los 8 años, sin embargo se ha reportado una buena concordancia en general entre el reporte de la madre y el niño incluso a los 11 y 12 años. Los alimentos que la madre tiende a sub-reportar son los snacks y los refrescos (73). Incluso con el subreporte, la presencia o no de estos alimentos puede permitir la caracterización de los patrones alimentarios de los escolares.

ii. Variables antropométricas y estado nutricional de los escolares

Para clasificar a los escolares según el estado nutricional, se utilizarán las referencias o patrones de crecimiento de la OMS. Estos patrones de referencia describen cómo deben crecer los niños y fueron construidos a partir de un estudio multicéntrico y multiétnico, con niños sanos, lo cual permite evaluar en forma más precisa, a niños que están dentro del rango de la normalidad, como a los que están fuera del mismo. La toma de peso y talla, se hace a través de personal estandarizado y entrenado, lo cual aumenta la validez y confiabilidad en las variables antropométricas.

iii. Características Sociodemográficas y variables de ayuda alimentaria.

Todas las preguntas relacionadas a las variables SD y TMO, fueron recolectadas durante el levantamiento de datos de la ENSANUT 2006 y 2012. Previo al trabajo de campo, hay un proceso riguroso de entrenamiento en la colección de datos, así como en la limpieza de los mismos.

10. Análisis estadístico

a. Conformación de las bases de las datos

Originalmente las bases de datos generadas por la ENSANUT se conforman por grupos de edad y para cada temática de estudio, lo que representa “n” base de datos y respuestas desglosadas para cada tema. Las variables dietéticas y antropométricas, se operacionalizarán por separado, para crear los indicadores de cada factor de riesgo dietético y del estado nutricional. Las covariables de CS y TMO, definidas a nivel de hogar, también se analizarán por separado. Una vez construidas las variables independientes, dependientes y covariables, se unirán las bases a nivel de individuo. Por último, por cada objetivo específico, se construirá una base de datos específica.

b. Limpieza de variables dietéticas.

Los individuos con ingestas de energía por arriba de 5 desviaciones estándar o menores al 25% de la adecuación energética diaria (para el grupo de edad) serán eliminados del análisis y serán considerados como casos aberrantes. En caso de encontrar casos aberrantes, estos serán revisados y se evaluará si se encuentra en valores plausibles. Si se encuentran errores evidentes en la colección de datos, serán corregidos cuando sea posible. Si el valor no es biológicamente plausible y la información no puede corregirse, el dato será eliminado.

c. Análisis Exploratorio

El análisis de datos, comenzará por el análisis exploratorio, el cual consiste en describir las características de las variables, sus distribuciones y sus relaciones bivariadas entre sí. Este análisis tiene como finalidad el entendimiento básico de los datos, y conocer las asociaciones o correlaciones entre las variables. En esta fase se identificarán datos aberrantes o atípicos, sesgo en la

recolección de datos, análisis bivariados, patrones de asociación, datos faltantes (su posible impacto en el análisis); patrones de asociación sistemáticos y el cumplimiento de supuestos (normalidad, linealidad y homocedasticidad).

Las variables con distribución no normal, serán transformadas para cumplir con los supuestos subyacentes al análisis inferencial seleccionado. Se construirán gráficos univariados, dependiendo de la categoría de la variable para analizar las distribuciones específicas y definir posibles categorizaciones, en especial para las variables dietéticas que constituyen la exposición principal en la presente investigación.

Se realizará un análisis de multicolinealidad, para determinar la correlación entre todas las CSD y TMO. Se propone realizar un análisis de conglomerados para determinar patrones de asociación ente estas variables y así definir qué variables se utilizarán para el análisis inferencial.

Durante esta etapa, se analizarán interacciones entre cada variable dietética, CSD, TMO y el año de la encuesta. Si las interacciones son significativas, se tomará la decisión de analizar los datos separando ambas encuestas. Si las características dietéticas y sociodemográficos no difieren, ambas encuestas se analizarán en conjunto.

Por último se obtendrán estadísticas descriptivas (medidas de tendencia central y de dispersión) dependiendo del tipo de la variable (si es continua, categórica, ordinal, etc). Las estadísticas descriptivas se presentarán en tablas, con sus respectivos errores estándar (según sea el caso) o sus frecuencias y porcentajes (en el caso de variables categóricas) por cada año de la Encuesta (2006 y 2012).

d. Análisis Inferencial

Objetivo No. 1: *Identificar los patrones alimentarios en niños escolares y su asociación con el estado nutricional* y Objetivo No. 2: *Evaluar la interacción entre los patrones alimentarios y factores socio-demográficos asociados al estado nutricional.*

Los patrones alimentarios se obtendrán a través de un análisis de conglomerados o clusters. La finalidad del Objetivo No. 1, es analizar la asociación de cada uno de los patrones alimentarios, con cada uno de los cuatro grupos del estado nutricional.

Luego de obtener los patrones alimentarios, se determinarán los patrones de asociación con las cuatro categorías del estado nutricional (Modelo No. 1 sin covariables). Para lo anterior se proponen 2 modelajes estadísticos posibles que toman en cuenta tanto las características a nivel de hogar como características a nivel individual.

- Modelo lineal generalizado multinivel, multinomial
- Modelo de efectos mixtos , multinomial.

La variable desenlace será las cuatro categorías del estado nutricional (1. Peso y talla normal, 2. Desmedro, 3. Sobrepeso y obesidad y 4. Doble carga) y la variable de exposición es cada patrón alimentario identificado.

También se realizará un análisis descriptivo de la distribución de los patrones por nivel socioeconómico, localidad y etnicidad.

En el objetivo 2 se busca determinar si la asociación entre los patrones alimentarios y el estado nutricional, es modificado por CSD. El modelo propuesto se presenta a continuación, como variable indicadora (dummie) y las características SD: edad, sexo, etnicidad escolaridad materna, NSE, TMO y localidad (rural/urbano)

La fórmula empírica de la regresión de efectos mixtos con respuesta multinomial, es la que sigue a continuación.

Fórmula No. 1

$$\Pr(Y_i = c) = \frac{e^{\beta_c \cdot X_i}}{\sum_{k=1}^K e^{\beta_k \cdot X_i}}$$

Modelo No. 1

$$\Pr(Y_i = C) = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{patrón}} + \beta_2 Y_1 \text{ edad} + \beta_3 Y_2 \text{ sexo} + \beta_4 Y_3 \text{ año} + \beta_5 Y_4 \text{ Esc ma} + \beta_6 Y_5 \text{ indi} + \beta_7 Z_1 \text{ NSE} + \beta_8 Z_2 \text{ TMO} + (\beta_9 I_{1\text{patron}} * \text{edad} \dots \beta_x I_x) + \epsilon_{ij}$$

Pr (Yi = C) = 4 categorías del estado nutricional

Exposición: βx = Patrones alimentarios.

Covariables fijas. βy: edad, sexo, año de la encuesta, escolaridad materna etnicidad, NSE, TMO.

Covariable Aleatoria: localidad (rural/urbano)

Términos de interacción β_I : interacción entre patrón alimentario y CSD.

Objetivo No. 3 *Caracterizar los patrones alimentarios en términos de factores de riesgo dietéticos tales como: densidad energética, consumo de bebidas azucaradas, consumo de carbohidratos refinados y consumo de alimentos con baja densidad de nutrientes y evaluar las diferencias entre las categorías del estado nutricional.*

Los patrones alimentarios identificados (objetivo 1), serán caracterizados según: DE, DN, CR y BA. De esta manera cada patrón tendrá 4 factores de riesgo dietéticos que lo caracterizan. Los patrones a su vez estarán asociados a ciertas características del estado nutricional por lo que las inferencias de este objetivo se realizarán a través de los resultados obtenidos del objetivo No. 1, con el fin de relacionar los factores de riesgo dietéticos y las categorías del estado nutricional.

Se utilizará un análisis de varianza para evaluar las diferencias de cada uno de los factores de riesgo dietéticos entre los patrones previamente derivados. Se harán comparaciones a nivel global y por patrones: Ejemplo: DE del patrón 1 vs patrón 2, DE del patrón 1 vs patrón 3, etc.

Objetivo No. 4 *Determinar qué factor (es) de riesgo dietético (s) es (son) característicos del patrón alimentario asociado a la doble carga nutricional.*

Este objetivo tiene la finalidad de determinar cuál (es) de los cuatro factores de riesgo dietéticos pueden predecir la doble carga nutricional. Se propone lo siguiente:

- i. Análisis de multicolinealidad: Se harán conglomerados de los 4 factores de riesgo dietéticos para determinar patrones de asociación entre ellos. Si hay una multicolinealidad elevada los factores de riesgos dietéticos no pueden ser interpretados por separado. Esto se espera que ocurra, ya que por ejemplo, la densidad energética está correlacionada con el consumo de carbohidratos refinados y a su vez los carbohidratos refinados guardan correlación con el consumo de alimentos bajos en densidad de nutrientes.
- ii. Para determinar la asociación con la doble carga, se realizará un análisis de regresión multinomial teniendo como variable independiente los

conglomerados de los factores de riesgo dietéticos y como variable dependiente las cuatro categorías del estado nutricional.

- iii. Se controlará por las variables sociodemográficas utilizadas para los modelos del objetivo No. 2.
- iv. Si la multicolinealidad es baja entre los factores de riesgo dietéticos, se hará un análisis teniendo como variables independientes los cuatro factores de riesgo dietéticos y como variable dependiente las categorías del estado nutricional (controlando por variables sociodemográficas).

Todos los análisis serán realizados con el paquete estadística STATA 12.(College Station, Texas) y se utilizará un nivel de confianza del 95%.

11. Resultados esperados y aportes del estudio

La presente investigación aportará conocimiento sobre cuál es la dieta de los escolares con doble carga nutricional y qué factores de riesgo dietéticos se asocian con el desarrollo de la doble carga nutricional. Por otro lado, permitirá conocer las diferencias entre los patrones alimentarios y los factores de riesgo dietéticos entre los escolares con y sin doble carga nutricional (peso y talla normal, desmedro y sobrepeso) y como estos se distribuyen de acuerdo a variables sociodemográficas importantes como lo son: el nivel socioeconómico, pertenecer o no a una etnia indígena y la escolaridad materna.

Se espera que la dieta (patrones y factores de riesgo dietéticos) de los escolares con doble carga sea diferente a la de los escolares con obesidad. Lo anterior significaría que la doble carga tiene influencias ambientales modificables que pueden ser prevenidas.

Esto a su vez, tiene implicaciones y aplicaciones importantes para la salud pública, ya que se podrán hacer recomendaciones nutricionales a nivel individual y a nivel de políticas sociales y de desarrollo social para prevenir la doble carga nutricional.

VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente análisis, proviene de datos de carácter transversal, al pertenecer a dos encuestas nacionales, por lo que su principal limitación es que no se puede inferir causalidad sobre los factores de riesgo dietéticos y los patrones alimentarios con el estado nutricional de los escolares, incluyendo la doble carga. Por otro lado, puede haber un subreporte de alimentos (información proveída por la madre). El subreporte ocasiona una atenuación en los estimadores.

VIII. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla No. 3. Tabla de variables, covariables y su operacionalización.

Concepto	Dominio	Variable	Unidad de Medición	Interés	Tipo	Operacionalización	Etiqueta
Niño con crecimiento y peso normal	Antropometría	IMC Talla para edad	Puntaje Z (para ambos)	Variable dependiente	Catagórica	IMC \leq +1 DE Talla-edad \geq -1 DE	Peso y talla normal = 1
Restricción del crecimiento lineal (RCL)	Antropometría	Talla para edad	Puntaje Z	Variable dependiente	Catagórica	Rango plausible -5, +4 Talla-edad <-1 DE Talla-edad \geq -1 DE	Niños con restricción del crecimiento lineal =2 1: con RCL leve a severo 0: sin RCL
Sobrepeso	Antropometría	IMC	Puntaje Z	Variable dependiente	Catagórica	Rango plausible -4, +4 IMC \leq + 1 DE IMC > + 1 DE	Niños con sobrepeso =3 0: Sin sobrepeso 1: con sobrepeso
Doble carga de la nutrición (DC)	Antropometría	IMC Talla para la edad	Puntaje Z (para ambos)	Variable dependiente	Catagórica	Talla edad < - 1 DE IMC > + 1 DE	Niños con doble carga=4 0: Sin DC 1: Con DC

Tabla No. 3 (continuación). Tabla de variables, covariables y su operacionalización.

Concepto	Dominio	Variable	Unidad de Medición	Interés	Tipo	Operacionalización
Patrón alimentario	Dieta	Patrón asociado al estado nutricional	adimensional	Variable independiente	Categórica	Se categorizarán y nombrarán dependiendo el número y características de cada patrón
Densidad energética	Dieta	Densidad energética Kcal/100g	Kcal/100g	Var. independiente	Continua	Calorías por 100 gramos
Ingesta de bebidas azucaradas	Dieta	Frecuencia de consumo de bebidas azucaradas	ml	Var. Independiente	Categórica u Continua	Mililitros consumidos al día de Refrescos y bebidas azucaradas o terciles de consumo
Alimentos con baja densidad de nutrientes	Dieta	Consumo de alimentos con baja densidad de nutrientes Gramos de nutrientes/kcal	Gramos	Var. dependiente	Continua o continua	Gramos totales de alimentos definidos previamente como bajos en nutrientes en cada uno de los patrones o terciles de consumo
Consumo de Carbohidratos refinados	Dieta	Consumo de carbohidratos refinados.	Gramos	Var. independiente	Continua	Gramos totales de alimentos definidos previamente como “carbohidrato refinados” de cada patrón alimentario o terciles de consumo.

Tabla No. 3 (continuación). Tabla de variables, covariables y su operacionalización.

Concepto	Dominio	Variable	Unidad de Medición	Interés	Tipo	Operacionalización
Nivel Socioeconómico	Sociodemográfico	NSE: Análisis multidimensional con indicadores de la ENSANUT.	Adimensional	Variable independiente	Continua o Categórica	Índice continuo (adimensional) ó Terciles
Etnicidad	Sociodemográfico	Pertenece a una etnia indígena.	adimensional	Var. Independiente	Categórica	1: indígena 2: no indígena
Area	Sociodemográfico	Localidad en la que reside	adimensional	Var. Independiente	Categórica	1: urbano 2: rural
Año de la Encuesta	Sociodemográfico	Año en que se colectó la ENSANUT	Año	Var independiente	Nominal	12006 2012
Escolaridad Materna	Sociodemográfico	Número de año de escolaridad de la madre	Años	Var. Independiente	Continua ó categórica	Número de años de escolaridad reportados o categorías: ninguna, primaria, media superior y superior
Transferencias monetarias Oportunidades	Sociodemográfico	Familia (a la que pertenece el escolar) beneficiaria de la transferencia (TMO)	Adimensional	Var. Independiente	Categórica	1. Recibe TMO 2. No recibe TMO

IX.CRONOGRAMA

	Febrero- Julio 2013	Jul –Sep 2013	Sep-Feb 2014	Feb-Julio 2014	Jul –Sept 2014	Sept-Feb 2015	Feb –Jul 2015	Agosto 2015
Elaboración de protocolo								
Registro del título								
Revisión de protocolo por el comité asesor y sinodales								
Defensa de protocolo								
Limpieza de base de datos Análisis exploratorio								
Análisis del Artículo 1								
Análisis del Artículo 2								
Escritura de los artículos								
Revisión de los artículos por los coautores y sinodales								
Defensa final de tesis								

X. CONSIDERACIONES ETICAS

La ENSANUT, es considerada una investigación con riesgo mínimo, ya que la temática de los cuestionarios no se considera aspectos sensibles y está enfocada a características generales y de salud de los integrantes de las familias seleccionadas. Se obtuvo un consentimiento informado en la cual se exponen los objetivos de la encuesta y el tipo de información que se colectará. La investigación fue aprobada por Comisión de Ética del INSP.

Todas las bases de datos que se utilizarán en la presente investigación, tienen la autorización correspondiente de los autores de las mismas. Cada sujeto, está identificado solamente por un número de folio, por lo que en ningún momento se tendrá acceso a los nombres de ningún individuo.

XI.RECURSOS MATERIALES Y FINANCIAMIENTO

A continuación se presenta, los recursos estimados y el financiamiento para la presente investigación. Los costos son dados en pesos mexicanos.

Tabla No. 2 Recursos materiales y costo total de la investigación.

Recurso	Cantidad	Costo total (36 meses)
Honorarios alumna	40 horas semanales	\$403,200
Honorarios director de tesis	1 hora semanal	\$18,360
Honorarios asesor 1	2 hora al mes	\$42,845
Honorario asesor 2	1 hora al mes	\$21,000
Impresiones, luz e internet	\$100 (mes)	\$3,600
Llamadas telefónicas	\$50 (mes)	\$1,800
Software: Stata 12	\$6400	\$6,400
Búsqueda bibliográfica	\$100 (mes)	\$3,600
Total		\$457,960

XI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Popkin, B. Richards MK, Monteiro C. Stunting is Associated with Overweight in Children of Four Nations That Are undergoing the Nutrition transition. *J Nutr.* 1996 Dec;126(12):3009-16.
2. Gutierrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernandez S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martinez M, Hernandez-Avila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutricion 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, Mexico: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2012.
3. Caballero, B, Popking B., The Nutrition Transition: Diet and disease in the developing World. Elsevier Science. San Diego, CA., 2002.
4. Varela Silva M. et all Behavioral, enviromental, metabolic and intergenerational components of early life undernutrition leading to later obesity in developing nations an in minority groups.Coll. Antropol. 31 (2007) 1: 39–46
5. Barker DJ. The fetal origins of adult hypertension. *J Hypertens Suppl.* 1992 Dec;10(7):S39-44.
6. Dietz WH. Critical periods in childhood for the development of obesity. *Am J Clin Nutr.* 1994 May;59(5):955-9.
7. Barker DJ., Maternal and fetal origins of coronary heart disease. *J R Coll Physicians Lond.* 1994 Nov-Dec;28(6):544-51.
8. Ravelli GP, Stein ZA, Susser MWObesity in young men after famine exposure in utero and early infancy. *N Engl J Med.* 1976 Aug 12;295(7):349-53.
9. Kumanyika S. Ethnicity and obesity development in children. *Ann N Y Acad Sci.* 1993 Oct 29;699:81-92.

10. Gillman M. Developmental Origins of Health and Disease. *N Engl J Med*. 2005 October 27; 353(17): 1848–1850
11. Monteiro C, Victora CG. Rapid growth in infancy and childhood and obesity in later life—a systematic review. *Obes Rev* 2005;6:143–54.
12. Ong KK, Loos RJF. Rapid infancy weight gain and subsequent obesity: systematic reviews and hopeful suggestions. *Acta Paediatr* 2006;95:904–8.
13. Singhal A, Lucas A .Early origins of cardiovascular disease: is there a unifying hypothesis? *Lancet*. 2004 May 15;363(9421):1642-5
14. Adair L. Size at birth, weight gain in infancy and childhood, and adult blood pressure in 5 low- and middle-income-country cohorts: when does weight gain matter? *Am J Clin Nutr* 2009;89:1383–92.
15. Whitaker RC, Dietz W. H. The prenatal environment in the development of obesity. *J. Pediatr*.1998; 132: 768–776.
16. Soares-Wynter S. Walker S. Resting metabolic rate and body composition in stunted and nonstunted children. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64:137-41.
17. Wren R. et all. Body composition, resting metabolic rate, and energy requirements of short- and normal-stature, low-income Guatemalan children. *Am J Clin Nutr*. 1997;66 :406-12.
18. Hoffman D. Sawaya AL. et all. Energy expenditure of stunted and nonstunted boys and girls living in the shantytowns of São Paulo, Brazil. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:102–31
19. Said-Mohammed R. Is Overweight in Stunted Preschool Children in Cameroon Related to Reductions in Fat Oxidation, Resting Energy Expenditure and Physical Activity? *PLoS ONE*. 2012; 7(6): e39007

20. Walker S. et al. The effects of birth weight and postnatal linear growth retardation on body mass index, fatness and fat distribution in mid and late childhood. *Public Health Nutrition*: 5(3): 391–396
21. Sawaya AL. Mild stunting is associated with higher susceptibility to the effects of high fat diets: studies in a shantytown population in Sao Paulo, Brazil,” *Journal of Nutrition*. 1998; 128 (2): 415–420
22. Hoffman D. et al. Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity? Studies of metabolic rate and fat oxidation in shantytown children from Sao Paulo, Brazil. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 72(3): 702–707.
23. Grillo D. et al. Lower resting metabolic rate and higher velocity of weight gain in a prospective study of stunted versus non-stunted girls living in the shantytowns of São Paulo, Brazil. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2005; 59 (7): 835-42.
24. Allen LH. Nutritional influences on linear growth. *Eur J Cl nutr* 1994; 48; 1 S 75 –S89.
25. Theron M, et al. Inadequate dietary intake is not the cause of stunting amongst young children living in an informal settlement in Gauteng and rural Limpopo Province in South Africa: the NutriGro study. *Public Health Nutrition*. 2007; 10(4): 379–389
26. Lutter Ch. Rivera-Donmarco JA. Nutritional Status of Infants and Young Children and Characteristics of Their Diets. *J Nutr*. 2003; Sep133(9):2941S-9S.
27. Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García-Guerra A, Rivera JA. Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Mex*. 2009; 51 Suppl 4:S540-50
28. Ramírez-Silva I, Rivera JA, Ponce X, Hernández-Avila M. Fruit and vegetable intake in the Mexican population: results from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Mex*. 2009;51 Suppl 4:S574-85.

29. Yanping Li. et all. Lack of dietary diversity and dyslipidaemia among stunted overweight children: the 2002 China National Nutrition and health survey. *Public Health Nutrition*. 2011; 14(5): 896–903
30. Epstein L. et all. Experimental research on the relation between food price changes and food-purchasing patterns: a targeted review. *Am J Clin Nutr* 2012; 95:789–809.
31. Monsivais P. et all. Following Federal Guidelines to Increase Nutrient Consumption May Lead To Higher Food Costs For Consumers. *Health Affairs*. 2011, 30 (8).
32. Fernald L, Neufeld L., Overweight with concurrent stunting in very young children from rural Mexico: prevalence and associated factors. *Eur J Clin Nutr*. 2007; 61: 623–632
33. Tanumihardjo S, et all. Poverty, Obesity, and Malnutrition: An International Perspective Recognizing the Paradox. *J Am Clin Nutr*. 2007; Nov;107(11):1966-72.
34. Martorell R, Zongrone A. Intergenerational influences on child growth and undernutrition. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2012; Suppl 1:302-14.
35. Teresa González de Cossío, Juan Rivera Dommarco, Gladys López Acevedo, Gloria M, Rubio Soto, (eds). *Nutrición y pobreza. Política pública basada en evidencia*. México: Banco Mundial/Secretaría de Desarrollo Social, 2008.
36. Mamabolo R. et all. Association between insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factorbinding protein-1 and leptin levels with nutritional status in 1–3-year-old children, residing in the central region of Limpopo Province, South Africa .*British Journal of Nutrition*. 2007; 98: 762–769.
37. Friedrich N. et all. Insulin-like growth factor I and anthropometric parameters in a Danish population. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2012 Mar; 120(3):171-4.
38. Luz-Santos C. et all. Adolescents with Mild Stunting Show Alterations in Glucose and Insulin Metabolism. *Journal of Nutrition and Metabolism Volume*. 2010; Article ID 943070

39. Martin P, Sawaya AL. Evidence for impaired insulin production and higher sensitivity in stunted children living in slums. *British Journal of Nutrition*. 2006; 95(5): 996–1001.
40. Fernald C. et al. Salivary cortisol and heart rate in stunted and nonstunted Nepalese school children. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2003; 57: 1458-1465.
41. Martins P. et al. Long-Lasting Effects of Undernutrition. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2011; 8: 1817-1846.
42. Drewnowski A. The role of energy density. *Lipids*. 2003; 38:109-115.
43. Gary K. Grunwald, Helen M. Seagle, John C. Peters y James O. Hill. Quantifying and separating the effects of macronutrient composition and non-macronutrients on energy density. *British Journal of Nutrition* 2001; 86: 265 – 276.
44. World Cancer Research Fund. *Caloric Density: Finding the balance for Cancer Prevention*. 2012. WCRF
45. Drewnowski A. y Bellisle F. Control de la ingesta de alimentos. En Gibney M., Macdonald I. y Roche H. *Nutrición y metabolismo*. Primera edición. Editorial Acribia, S.A. 2006. pp. 357 – 363
46. Rolls BJ, Drewnowski A, y Ledikwe JH. Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *J Am Diet Assoc*. 2005: 105:S98 – S103.
47. Drewnowski A, Almiron-Roig E, Marmonier C, Lluch A. Dietary energy density and body weight: Is there a relationship?. *Nutrition Reviews* 2004; 62:403-413
48. Mendoza J, Drewnowski A, Cheadle A, Christakis D. Dietary energy density is associated with selected predictors of obesity in U.S. children. *J. Nutr.* 2006; 136:1318-1322.

49. Konttinen H. et al. Socioeconomic disparities in the consumption of vegetables, fruit and energy-dense foods: the role of motive priorities. *Public Health Nutrition*. 2012; Aug 3:1-10
50. Johnson L. A prospective Analysis of dietary energy density at age 5 and 7 years and fatness at 9 years among UK children. *International Journal of Obesity*. 2008; 32: 586-593.
51. McCaffrey TA. et al. Energy density of the diet and change in body fatness from childhood to adolescence; is there a relation? *Am J Clin Nutr*. 2008; May; 87(5):1230-7
52. Kral T, Stunkard A, Berkowitz R, Stallings V, Brown D. Faith M. Daily food intake in relation to dietary energy density in the free-living environment: a prospective analysis of children born at different risk of obesity. *Am J Clin Nutr*. 2007; 86:41-7
53. Pérez-Escamilla R, et al. Density and Body Weight in Adults and Children: A Systematic Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2011; 112 (5): 671-684.
54. Drewnosky A. Obesity and the food environment. *Am J Prev Med*. 2004; 27 (3S).
55. Johnson L. et al. Reflections from a systematic review of dietary energy density and weight gain: is the inclusion of drinks valid?. *Obesity Reviews*. 2009; 10: 681-692.
56. World Cancer Research Fund. *Caloric Density: Finding the balance for Cancer Prevention*. 2012. WCRF

57. Johnson et al. Dietary energy density affects fat mass in early adolescence and is not modified by FTO variant. *Plos One*. 2009; 4 (3): e4594.
58. Fisher J. Effects of Portion Size and energy density of Young children's intake at a meal. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 174-9.
59. Drewnowski, A., Concept of a nutritious food: toward a nutrient density score *Am J Clin Nutr*. 2005; 82:721–32.
60. Stephen A, et al. The role and requirements of digestible dietary carbohydrates in infants and toddlers. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2012; 66: 765 – 779.
61. Mirrahimi A. et al. Associations of Glycemic Index and Load With Coronary Heart Disease Events: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohorts. *J Am Heart Assoc*. 2012;1:e000752
62. Ebbelin C. et al. A Randomized Trial of Sugar-Sweetened Beverages and Adolescent Body Weight. *N Engl J Med* 2012. DOI: 10.1056/NEJMoa1203388
63. Ruyter J. et al A Trial of Sugar-free or Sugar-Sweetened Beverages and Body Weight in Children. *N Engl J Med*. 2012. DOI: 10.1056/NEJMoa1203034
64. Malik V. et al. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:274–88.
65. Vartanian L. Effects of Soft Drink Consumption on Nutrition and Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Public Health*. 2007;97:667–675. doi:10.2105

66. Rivera- Donmarco J. et al. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Revista de Salud Pública de México*. 2008, 50 (2).
67. Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006.
68. Ambrosini GL, Emmett PM, Northstone K, Howe LD, Tilling K, Jebb SA. Identification of a dietary pattern prospectively associated with increased adiposity during childhood and adolescence. *International Journal of Obesity*. 2012; 36: 1299–1305
69. Ambrosini GL, Emmett PM, Northstone K, Jebb SA. Tracking a dietary pattern associated with increased adiposity in childhood and adolescence. *Obesity (Silver Spring)*. 2013; Jun 26. doi: 10.1002/oby.20542.
70. Shamah- Levy T, Villalpando- Hernández S, Rivera-Dommarco J. Manual de Procedimientos para Proyectos de Nutrición Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública. Diciembre 2006
71. Gutiérrez, JP., *“Clasificación por niveles socioeconómicos de los hogares entrevistados para la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2005/06: nota metodológica”*
72. World Health Organization, 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, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2006

73. Persson C, Fjellstro C, Olsson U, Goranzon H. Agreement between child and parent reports of 10- to 12-year-old children's meal pattern and intake of snack foods. *J Hum Nutr Diet.* 2012 Feb;25(1):50-8.