INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN NUTRICIONAL
Av. La Molina 1885 (Ex Av. La Universidad 685) – La Molina
Telf.: (51-1) 349-6023 Fax: (51-1) 349-6025
RUC 20117792634

"EVALUACIÓN DE CONSUMO DE PLOMO, CALCIO, HIERRO Y ZINC EN ALIMENTOS POR MADRES Y NIÑOS EN LA OROYA ANTIGUA"

CONTRATO NÚMERO: CDRP-229-05

INFORME FINAL

PRELIMINAR

30 DE JUNIO DEL 2005

INVESTIGADORES

HILARY CREED-KANASHIRO, M.PHIL.
REYNA LIRIA, M.S.,
DANIEL LÓPEZ DE ROMAÑA, PH.D.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación Nutricional fue invitado por la toxicóloga Dra. Rosalind Schoof de Integral Consulting Inc., USA, para realizar una evaluación de la ingesta de plomo, hierro, zinc y calcio de la dieta de la población de La Oroya Antigua. La Dra. Schoof está realizando con DOE RUN Peru una evaluación del riesgo de salud ("risk assessment") en la población de La Oroya Antigua, población afectada por la contaminación ambiental como resultado de la industria metalúrgica en la zona[1]. La contaminación es producida por varios metales incluyendo plomo, cadmio, arsénico, antimonio y otros, así como por el dióxido de sulfuro, todos los cuales son de preocupación para la salud[2]. Estudios anteriores realizados en la zona encontraron niveles elevados de plomo en sangre, tanto en niños como en mujeres[3] [4].

El plomo ingresa al organismo principalmente por inhalación de aire e ingestión de agua y alimentos contaminados[5]. La absorción del plomo ingerido se ve influenciada por el consumo de otros elementos en la dieta; cuando la ingesta de proteínas, calcio, hierro, zinc o cobre es baja o cuando la ingesta de grasa y aceites es alta, se absorbe mayor cantidad del plomo de los alimentos[6]. Por lo tanto es importante conocer, no sólo la cantidad de plomo presente en la dieta, sino también las cantidades consumidas de estos otros minerales. Esta información permitiría evaluar posibles intervenciones dietéticas, no sólo como una estrategia para reducir la ingesta de la dieta de plomo, sino también para asegurar que, a través de una adecuada ingesta de los otros minerales, se pueda reducir la absorción de plomo.

De acuerdo con la misión del IIN, y contando con una amplia experiencia en la evaluación de dietas de la población peruana, consideramos que este trabajo representa una herramienta que puede ayudar a mejorar la salud de los pobladores de La Oroya, sobre todo de los niños y mujeres en edad fértil, aliviando el impacto de la contaminación ambiental a través de estrategias dietéticas. Para esto un primer paso es conocer el contenido nutricional de la dieta.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Evaluar el consumo de alimentos en una muestra de madres en edad fértil y niños de 12 a 35 meses de edad que viven en la zona urbana marginal de La Oroya Antigua con el fin de determinar la ingesta de hierro, calcio, zinc y plomo de la dieta.

METODOLOGÍA

Cronograma del trabajo

- El estudio fue aprobado por DOE RUN el 28 de Abril del 2005. Se iniciaron las actividades el 2 de Mayo, el contrato fue recién firmado el 3 de Junio.

- Se inició el estudio con la capacitación del personal en el IIN en Lima, realizada entre 3 y 12 de Mayo.

- El día 14 de Mayo el equipo de trabajo se movilizó a La Oroya, y el día 15 de Mayo se iniciaron las primeras coordinaciones con personal de El Convenio MINSA – DOE RUN en la zona.

- El recojo de datos se realizó entre el 16 y 27 de Mayo.

- Las muestras de los alimentos fueron congeladas y transportadas al IIN el 27 de Mayo. Los alimentos fueron mezclados y las dietas homogenizadas en el laboratorio del IIN entre el 28 de Mayo y el 4 de Junio.

- El día 6 de Junio se llevaron las muestras al laboratorio CERPER para analizar su contenido de plomo, calcio, hierro y zinc. Los resultados del análisis por CERPER estuvieron listos el 15 de Junio, pero se encontró que CERPER había cometido un error al analizar el contenido de fósforo en lugar de plomo. Por ende, era necesario volver a analizar el contenido de plomo de todas las muestras. Como política de trabajo del laboratorio del IIN es rutinario almacenar congeladas muestras duplicadas de todas las dietas, por lo tanto fue posible enviar a CERPER un segundo lote de muestras de alimentos para su análisis. En el caso de las muestras de leche materna, no se pudieron almacenar duplicados por la poca cantidad de muestra obtenida. Para solucionar este problema dos miembros del equipo del IIN viajaron a La Oroya entre el 15 y 17 de Junio para recoger nuevas muestras de leche materna de las 6 madres lactantes. Estas fueron enviadas a CERPER para su análisis el 17 de Junio. Los resultados finales fueron entregados por CERPER el 21 de Junio.

- Entre 22 y 30 de Junio se realizaron los análisis de los resultados, las coordinaciones sobre los resultados con Rosalind Schoof y la preparación del informe.

Consideraciones éticas:

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del IIN el 11 de Mayo. Cada familia fue invitada a participar y se les informó acerca de la naturaleza del estudio y sobre los procedimientos involucrados al participar en el estudio. Si la familia estaba de acuerdo, se le pedía a un padre de familia firmar su consentimiento. Al terminar el estudio, cada familia recibirá los resultados de minerales en la dieta reportados por el laboratorio.

Capacitación del personal

El entrenamiento para la realización de encuestas por pesado directo fue mediante casos prácticos y práctica en campo, considerándose los siguientes aspectos: 1) manejo de balanzas, 2) estandarización en pesos y 3) manejo de los formularios.

Población en estudio y muestra

El estudio fue realizado en la población de La Oroya Antigua. Inicialmente se propuso realizar un estudio transversal científicamente válido y representativo de la población que vive en la zona (1500 familias con alrededor de 1000 a 1200 niños menores de 6 años), lo cual requería seleccionar una muestra aleatoria de 68 mujeres en edad fértil, 73 niños entre

12-24 meses de edad y 70 niños entre 24-35 meses de edad. El tamaño de muestra fue estimado utilizando datos de media y desviación estándar del consumo de hierro y calcio de un estudio previo realizado por el IIN en la zona peri-urbana de Cajamarca[7]. No tenemos datos disponibles sobre el consumo de zinc ni plomo en poblaciones similares. Asimismo para la estimación del tamaño de muestra se tomaron los datos del censo realizado por el MINSA en el 2003, el cual indica una población aproximada de 1200 niños menores de 6 años en la zona (alrededor de 200 niños nacidos cada año de edad).

Estudio Piloto

Tomando en consideración el corto tiempo en el que DOE RUN necesitaba los resultados del análisis de riesgo (Junio 2005) se acordó realizar un estudio piloto en 14 familias, con un mínimo de 7 madres, 7 niños entre 12-23 meses de edad y 7 niños entre 24-35 meses de edad. El modelo para la evaluación del riesgo de salud requiere incluir información sobre diferentes parámetros que influyen en la absorción del plomo, dentro de la cual la ingesta de minerales es necesaria. No obstante, es necesario enfatizar que los resultados de la encuesta piloto no son representativos de la dieta de toda la población que vive en la zona; para éste propósito se requiere completar el tamaño de muestra antes mencionado.

Criterios de inclusión

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión de los participantes en el estudio:

- Mujeres en edad fértil con al menos un niño entre 12 a 35 meses.

- Personas libres de cualquier enfermedad, reportada por el individuo, que pueda interferir en el consumo de alimentos al momento del estudio: por ejemplo infecciones que afecten el apetito, enfermedades congénitas que afecten el consumo como cardiopatías congénitas, parálisis cerebral.

Selección de la muestra para el estudio piloto y enrolamiento

La selección de familias para el estudio piloto fue hecha al azar por el equipo del IIN en coordinación con El Convenio MINSA – DOE RUN. En una primera reunión de coordinación con personal de El Convenio, el Dr. Jesús Díaz, Director del Convenio, nos proporcionó una lista de familias residentes de la Oroya Antigua con niños entre 12-35 meses de edad. La lista de familias fue tomada de la base de datos que El Convenio tiene del estudio de plomo y hierro realizado en niños menores de 6 años, a fines del año 2004. Se siguió el siguiente procedimiento para tener una muestra seleccionada al azar:

1. Se sortearon los niños por edad.

2. Se conformó una nueva lista tomando sólo aquellos niños nacidos entre el 17 de Mayo del 2002 y el 27 de Mayo del 2004, es decir que tuvieran entre 12 y 35 meses de edad en el período de estudio (256 niños en total).

3. Posteriormente se seleccionó al azar la lista de niños a enrolar. Estudios similares realizados en Lima muestran que aproximadamente el 30% de las familias aceptan participar en este tipo de estudios, por lo que se necesitaba una lista de alrededor de 50 niños. Para la elección de las familias participantes primero se dividió el total de niños (256) entre el número de familias a enrolar (50 familias). Con el resultado de la división (5.12), el equipo del IIN y personal de El Convenio, seleccionaron al azar un niño de cada 5 de la lista numerada, como posible candidato para el estudio de la lista numerada. Así se obtuvo una lista de 51 niños.

4. De los 51 niños elegidos se seleccionaron aquellos que serían visitados como 1°, 2°, 3° y 4° opción de enrolamiento. Esta selección se hizo de la siguiente manera: de la lista de 51 niños obtenida como posibles candidatos al estudio, se sorteó al azar a 1 de cada 4 niños (de acuerdo al número de orden) hasta lograr el número de niños requeridos para la muestra (n=14 niños).

5. El Convenio MINSA – DOE RUN nos proporcionó un mapa de La Oroya Antigua, el cual fue dividido en 3 zonas de acuerdo a sus características. Seleccionando sólo a los niños de 1° opción se determinó el número de niños a encuestar por cada zona:
   a. Primera zona, comprendida desde la Calle Chanchamayo hacia el cerro y la calle Libertadores, 6 familias
   b. Segunda zona, comprendida desde la Calle Chanchamayo (sin incluir esta) hasta Malecón Odría y José Carlos Mariátegui (sin incluir ésta), 5 familias.
   c. Tercera zona, comprendida comprendida Calle José Carlos Mariátegui hacia el cerro y Calle Libertadores, 3 familias.

6. Después de visitar al grupo de familias consideradas en esta primera lista, encontramos que el nivel de aceptación era bajo o que algunas familias no podían ser ubicadas o se habían mudado, por lo tanto se pidió a El Convenio una segunda lista de por lo menos 50 niños, (para lo cual se tomó al azar el 7 como primer número y luego se seleccionó 1 de cada 5 niños como posibles candidatos para el estudio: 7, 12, 17, 22, etc.). De esta manera se obtuvo una segunda lista de 52 niños.

7. Por ende, la lista final fue de 103 niños; 51 de la primera ronda de selección más 52 de la segunda ronda de selección.

La enfermera y asistenta social de El Convenio apoyaron al personal del IIN en el reconocimiento de las zonas y posteriormente ayudaron en el enrolamiento de las familias. Para enrolar a las familias, por lo general se contactó a las madres y se les explicó los objetivos del estudio y procedimientos que se seguirían. Finalmente si la madre aceptaba se le solicitaba que firmara la Hoja de Consentimiento, dejándoseles una copia del documento firmado. En el caso de las madres que querían consultar con sus familiares se les dejaba la hoja de consentimiento y se regresaba posteriormente para confirmar su participación.

Recolección de la información de ingesta

La evaluación de la ingesta dietética de los participantes se realizó a través de una encuesta de consumo de alimentos de 12 horas por pesado directo. La encuesta se realizó por dos días consecutivos para poder minimizar en cierto grado la variación en el consumo intraindividual. Para la determinación del consumo proveniente de preparaciones o recetas

elaboradas en el hogar se pesó cada uno de los alimentos incluidos en cada preparación y el peso total de la misma. Asimismo se pesó cada una de las porciones servidas en el plato de comida a cada uno de los miembros de la familia que entraron en el estudio. Al final del periodo de consumo se pesaron los desperdicios dejados en cada plato. También se pesaron todos los alimentos, bebidas o agua que fueron consumidos directamente. Mediante un recordatorio de consumo de alimentos se registraron las preparaciones, alimentos y bebidas consumidos en el período en que la encuestadora no estaba en el hogar (en la noche anterior) con el objeto de completar las 24 horas de consumo.

En los niños lactantes además de pesar los alimentos y preparaciones consumidas se pesó el consumo de leche materna, para lo cual se registró el peso del niño antes y después de cada lactada.

Recolección de alimentos y preparaciones para determinación de contenido de minerales

Para estimar la concentración de plomo, hierro, zinc y calcio en los alimentos, bebidas y agua consumidos por las madres y sus niños se tomó una muestra de todos los alimentos ingeridos durante la visita al hogar. Las muestras se tomaron pesando el 50% y 20% de la cantidad de la preparación, alimento y/o líquido ingerido por los niños y madres, respectivamente. Las cantidades ingeridas se calcularon a partir de la resta del peso de los alimentos servidos menos los desperdicios dejados en el plato. En el caso de preparaciones se tomó una muestra de la olla o recipiente después de verificar el consumo real (peso servido – peso de sobras), en muy pocas ocasiones no quedó nada en la olla, por lo que no pudo recolectarse la muestra a nos ser que la madre hubiera vuelto a preparar lo mismo, especialmente cuando se trataba de infusiones, avena, etc. En el caso de los alimentos consumidos como tal se tomó la muestra del consumo real, en el caso de no haber tenido alimentos para la muestra, la trabajadora de campo comprada en el mismo lugar una porción del mismo. Las muestras fueron guardadas en doble bolsa plástica, rotuladas y almacenadas en una caja térmica hasta el final del día.

Para obtener una muestra de leche materna se visitó a las madres lactantes (6 madres) uno ó dos días después de haber realizado el estudio de consumo. Inicialmente se intentó extraer leche materna con una pezonera, pero finalmente se decidió por la extracción manual debido a que las madres eran más eficientes con este último método. La leche materna extraída fue colocada directamente en un biberón, previamente lavado con agua tipo-1-Nanopure, libre de minerales, para evitar contaminar la leche. Cada muestra de leche en biberón fue guardada en una bolsa sellada y rotulada y finalmente almacenado en una caja térmica. Se trató de conseguir toda la leche que la madre podía vaciar de ambos pechos. Finalmente se obtuvo muestra suficiente para el análisis de minerales en 5 madres, porque en una madre sólo se logró extraer 2g de leche. En la segunda toma de muestras de leche materna, por motivos antes descritos, se pudo extraer entre 20 y 30 gramos de las 5 madres.

Todas las muestras recolectadas (alimentos, bebidas, preparaciones y leche materna) fueron almacenadas en una congeladora proporcionada por DOE RUN hasta su transporte al laboratorio del IIN en Lima, el cual se realizó en cajas térmicas. Al llegar al IIN las muestras fueron puestas a congelar.

Antropometría

A todos los participantes se les pesó usando una balanza digital calibrada, marca Soehnle con precisión de 100 gramos y capacidad de 150 Kg. Así mismo, se les midió la talla usando un tallímetro portátil, de construcción local con precisión de 0.1 cm.

Otra información recolectada

Se recolectó información socioeconómica y lugar de dónde provienen los alimentos que consumen en el hogar.

Adicionalmente se entrevistó a la encargada del Programa del Vaso de Leche de la Municipalidad de La Oroya, la Sra. Norma Barzola; a la Presidenta del Comedor Popular Virgen María, la Sra. Marisela Arauco Gabriel (único comedor popular que existe en La Oroya Antigua); a la Nutricionista del Comedor de Municipal; la Lic. Mercedes Maraví y la Asistenta Social del Centro de Salud del MINSA: La Sra. Ruth Llallico, con el fin de indagar posibles intervenciones nutricionales.

Selección del laboratorio para el analices químicos de las muestras

El IIN se comunicó con diferentes laboratorios certificados para determinar la factibilidad de realizar los análisis químicos del contenido de hierro, zinc, calcio y plomo de las muestras recolectadas. Asimismo, para conocer la metodología usada por cada laboratorio y el grado de precisión de los análisis, es decir, los límites de detección del instrumento utilizado para la lectura de estos minerales. Tomando en cuenta lo expuesto y previa coordinación y aprobación por DOE RUN, los análisis químicos fueron realizados por Certificaciones Perú (CERPER). Se acordó que el laboratorio del IIN realizara la homogenización de las muestras de los alimentos, de acuerdo a un protocolo establecido, y enviarlas a CERPER para su procesamiento y posterior análisis.

Análisis de las muestras

Todas las muestras fueron homogenizadas previamente antes de ser enviadas al CERPER. Todo el procesamiento de homogenización fue llevado a cabo en un ambiente especialmente acomodado para evitar contaminación con minerales y todos los recipientes utilizados fueron previamente tratados con agua tipo 1-Nanopure. Para la homogenización de las muestras primero se procedió a licuar todos los alimentos consumidos por cada individuo, correspondiente a los dos días de ingesta, en un mismo recipiente. Para asegurar que el total de las muestras individuales eran incorporadas al recipiente se añadió una pequeña cantidad de agua tipo 1-Nanopure a las bolsas en que los alimentos estaban almacenados y previo mezclado se incorporó éste agua al recipiente. En aquellos casos en que el total de alimentos recolectados en los dos días de estudio no cabían en el recipiente usado para el licuado, primero se procedió a licuar todos los alimentos sólidos con la ayuda del agua usada para limpiar las bolsas. Una vez homogenizados estos se pasaban a un recipiente de mayor tamaño y a este se le añadía todos los alimentos líquidos recolectados durante ambos días. Como paso final se volvía a hacer una homogenización de los sólidos previamente homogenizados con los líquidos añadidos. Las muestras ya homogenizadas se dividieron en

dos partes y cada parte fue almacenada en una bolsa individual en un congelador del IIN. Una de las alícuotas se usó para el análisis químico realizado por CERPER y la otra fue almacenada como muestra duplicada de reserva. Las concentraciones de plomo, hierro, zinc y calcio fueron determinadas por CERPER usando metodología establecida por la AOAC y mediante un espectrofotómetro de absorción atómica.

Cálculos de consumo

Los resultados de las mezclas homogenizadas, procedentes del total consumido durante los dos días del estudio, fueron entregados por CERPER expresado en mg/kg. Sin embargo estas mezclas incluían agua agregada en el proceso de limpiar las bolsas de los alimentos y en la homogenización misma. Por ende, los resultados de CERPER fueron transformados a concentración de mg/kg de alimentos consumidos, eliminando la cantidad de agua agregada durante el procesamiento. Se calculó la ingesta diaria de plomo, hierro, zinc y calcio por individuo como el promedio de la cantidad total de alimentos y bebidas consumidos durante los 2 días del estudio. En el caso de plomo, adicionalmente se expresó su ingesta en ug/kg de peso corporal del individuo/semana para poder compararlo con los límites máximos permitidos de ingesta establecidos por la FAO/OMS para niños y adultos en 2000[8].

Debido a que el limite de detección de plomo de los equipos de CERPER es de 0.05 mg/kg y que algunos resultados reportados están por debajo de este límite, en el reporte presentamos 2 resultados para estos casos: un valor mínimo de plomo, asumiendo que la concentración de plomo en los alimentos es 0, y un valor máximo donde se asume un valor de 0.049 mg/Kg. Esta decisión fue tomada en coordinación con la Dra. Rosalind Schoof.

Del estudio de ingesta por pesado directo de todos los alimentos y bebidas consumidos por cada individuo durante el día se calculó la ingesta de energía y nutrientes usando la Tabla de Composición de Alimentos del IIN, actualizada entre el 2004-2005. Luego se calculó el promedio de ingesta de los 2 días de estudio para cada uno de estos nutrientes.

En el caso de leche materna se pesó la cantidad total consumida por el niño durante las 12 horas de observación del día. Utilizando resultados de otros estudios del IIN de ingesta dietética basados en 24 horas de observación y realizados en Lima[9], estimamos que aproximadamente un 50% del total de leche materna es consumido durante el día y un 50% durante las 12 horas de la noche, aunque esto varía entre niños, edad y etapa de destete. Usando este factor de extrapolación hemos estimado la cantidad de leche materna total en las 24 horas, aunque reconocemos que es una estimación.

Para estimar la adecuación de la ingesta de energía, proteína, vitamina C, hierro, zinc, plomo y calcio de los participantes se comparó la ingesta diaria obtenida mediante el método de pesado directo con recomendaciones internacionales de acuerdo al grupo de edad:

- Mujeres adultas y niños mayores de 2 años:
  Necesidades de energía: recomendaciones de la FAO/WHO/UNU del 2004[10].
  Necesidades de proteínas: recomendaciones del Institute of Medicine del 2002[11].
  Necesidades de calcio, hierro y zinc: recomendaciones de FAO/WHO del 2002[12].
  Niveles permisibles de plomo en la dieta: WHO 2000[8].
- Niños menores de 2 años:
  Necesidades de energía y nutrientes: recomendaciones WHO 2003[13].

Niveles permisibles de plomo en la dieta: WHO 2000[8].

Para definir el nivel de biodisponibilidad del zinc en la dieta se calculó la relación molar fitato/zinc y se comparó el resultado con recomendaciones establecidas[14]. Para el caso del hierro se consideró una dieta de media biodisponibilidad tomando en cuenta una dieta con mediano consumo de hierro hemínico y alto consumo de vitamina C[15].

Adicionalmente se estimó la adecuación de la ingesta de hierro, zinc y calcio usando como base la ingesta diaria obtenida mediante el análisis realizado por CERPER.

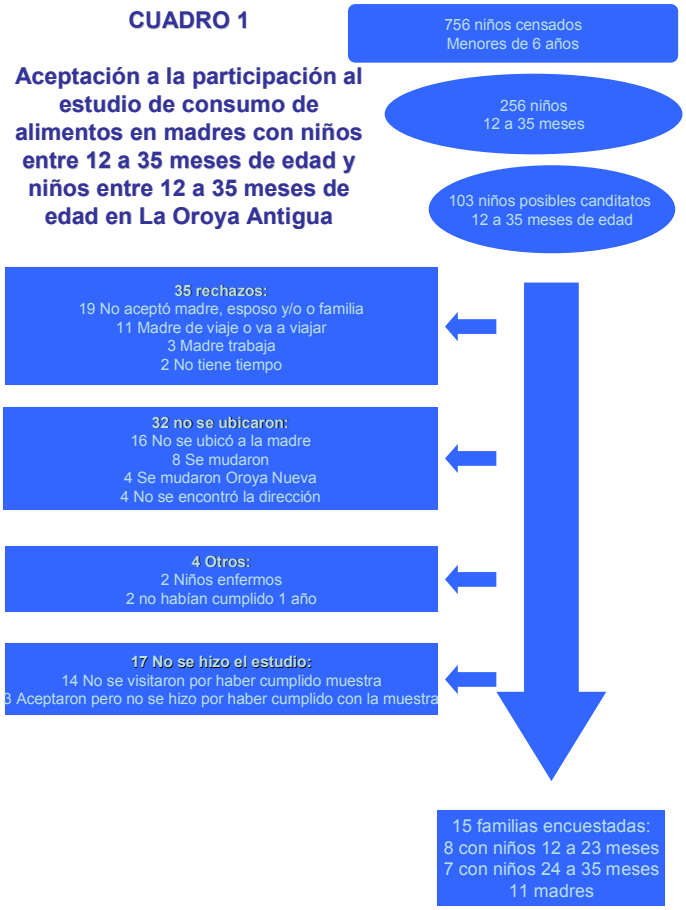
Financiamiento

Este estudio fue financiado por DOE RUN Perú.

RESULTADOS

Población

El estudio piloto se realizó en un total de 15 familias, con resultados para 11 madres, 8 niños 12-23 meses de edad y 7 niños 24-36 meses de edad. El proceso de selección y aceptación de los participantes se muestra en el cuadro 1. De la lista final de 103 niños se logró ubicar a 72 familias con niños entre 12-35 meses de edad. Los motivos de no participación fueron: rechazo al estudio (n=35), no ubicación de los hogares (n=31), hogares no fueron visitados o no se les hizo el estudio por tener la muestra de madres/niños completa (n= 17), niños estuvieron enfermos (n=2) o niño que aún no habían cumplido 12 meses (n=2).



Días de la semana en que se realizó el estudio

Se realizaron 5 estudios los días lunes y martes, 5 los días martes y miércoles y 5 los días viernes y sábado.

Horas de observación

El promedio de las horas de observación en la casa en el primer día de visita fue de 12 horas, 19 minutos (DE 58 m; máximo 14h, 42 m; mínimo 9h, 40 m) y para el segundo día fue de

12 horas, 53 minutos (DE 33 m; máximo 14h, 13 m; mínimo 12h, 02 m). Para los cálculos de leche materna se usó solamente la cantidad extraída durante 12 horas de observación, para poder posteriormente estimar el consumo diario de leche materna, como se define en metodología.

Características generales de los participantes.

La tabla 1 muestra las características de las madres y de los niños por grupo de edad, 12 a 23 meses y 24 a 35 meses. Dentro de la muestra de madres había una gestante en el segundo trimestre del embarazo y 6 lactantes, de las cuales solo se pudieron tomar muestras de leche materna en 5 madres. En el sexto caso, la madre producía muy poca leche y el niño consumió solamente 65 g de leche materna en todo el día, por estar en la etapa de destete además de encontrarse gestando.

De acuerdo a los resultados obtenidos por antropometría el promedio de índice de masa corporal (IMC) de las mujeres está dentro del límite adecuado, con una mujer con un IMC por debajo de lo recomendado (IMC < 18), una mujer con sobrepeso (IMC 25-29.9), y una con obesidad (IMC > 30). Los niños de 12-23 meses de edad muestran cierto grado de retardo en el crecimiento (Z-score < -2 DE, talla para edad). Sin embargo, en esta pequeña muestra el grupo de 24-35 meses de edad muestran menor grado de retardo de crecimiento. Se presentan los resultados de antropometría por promedio y deviación estandar, siendo una distribución normal en esta muestra.

Tabla 1. Características de la población en el estudio

	Madres (x ± DE)	**Niños 12 a 23 m (x ± DE)**	**Niños 24 – 35 m (x ± DE)**
N	11	8	7
Gestante y lactante	1 (2 T) (no pudo colectarse muestra de leche)		
Lactante	5		
Edad	28 ± 7 años	17.9 ± 2.9 meses	30.6 ± 4.4 meses
Peso (Kg)	52.2 ± 9.8	8.9 ± 0.5	12.3 ±1.7
Talla (cm)	149.9 ± 4.2	75.7 ± 2.6	86.2 ± 6.1
IMC (Kg/m^2)	23.3 ± 4.7		
Z score: Talla/edad		-1.84 ± 0.71	-1.20 ±1.13
Z score: Peso/edad		-1.75 ± 0.58	-0.78 ±0.85
Z score: Peso/Talla		-1.02 ± 0.48	0.0 ± 0.58

Características socio económicos del las familias participantes

Respecto a las características socioeconómicas de las familias participantes (Tabla 2), se observó que la gran mayoría de madres entrevistadas habían nacido en La Oroya y que el 67% de ellas estaba casada o convivía con su pareja. Por otro lado solo un 20% de las madres tenía un trabajo formal. Sólo 53% de los padres de los niños del estudio viven con la

madre y 22% tenía en el momento de la entrevista un trabajo estable y el 33% mencionó como ocupación principal la construcción civil o la minería.

Se pudo observar que en general las viviendas eran alquiladas y estaban construidas a base de paredes de adobe, pisos de madera y techos de calamina. El promedio de personas que habitan una vivienda es de 4, con la mitad de los hogares conformados por 5 o más individuos. Todas las viviendas visitadas contaban con servicio de luz eléctrica, pero el 53% tenía la fuente primaria de agua fuera de la vivienda y la mayoría de los hogares no contaba con servicio de desagüe (93.3%). Adicionalmente, la gran mayoría de familias usaba gas como fuente principal para la cocción de sus comidas (93%).

Tabla 2. Características socioeconómicas de las familias

Característica	**% (n)**
Madres	
Nació en La Oroya	80 (12/15)
Casada o conviviente	67 (10/15)
Madre trabaja	20 (3/15)
Padres	
Vive con la madre	53 (8/15)
Trabajo estable	22 (2/9)
Ocupación principal construcción civil, minería	33 (3/9)
Vivienda	
Casa alquilada	60 (9/15)
Paredes de adobe	60 (9/15)
Piso de madera	73 (11/15)
Techo de calamina	53 (8/15)
≥ 5 personas por vivienda	47 (7/15)
Servicios	
Luz eléctrica	100 (15/15)
Fuente de agua dentro de la vivienda	47 (7/15)
Desagüe	7 (1/15)
Silo conectado a canal sin flujo automático de agua	53 (8/15)
Gas como combustible para cocinar	73 (11/15)
Programas sociales	
Participa en Vaso de Leche	87 (13/15)
Participa en Desayunos Escolares	13 (2/15)
Participar en Comedor Infantil	7 (1/15)
Participar en Comedor Popular	0 (0/15)
Adquisición de alimentos	
Compra solo en mercado local	40 (6/15)
Mercado donde compra Túpac o 3 de Febrero	67 (10/15)

La mayoría de familias participaban en el programa del Vaso de Leche y el 13% de las mencionaron que tenían un hijo/hija que participaba en el programa de Desayunos Escolares. Sólo una familia mencionó que su niño participaba del comedor infantil y ninguna familia entrevistada obtenía menús en el Comedor Popular.

En el 47% y 40% de los hogares era el padre y abuelos quienes aportaban principalmente en los gastos del hogar, respectivamente. Aproximadamente el 50% de las familias adquieren sus alimentos tanto en el mercado como en la tienda. En cuanto a los mercados donde adquieren alimentos, el 40% mencionó comprar en el Mercado Túpac y otro 27% en el Mercado 3 de Febrero. La Oroya no cuenta con producción de alimentos: agrícolas y pecuarios, los alimentos que se consumen provienen principalmente de Lima y Tarma.

Dadas las características observadas se puede inferir que las familias participantes del estudio provienen de un estrato socioeconómico bajo.

Morbilidad en los niños

Como el propósito del estudio fue conocer el patrón de consumo típico o usual de los participantes, era importante no incluir a niños que estuvieran enfermos en alguno de los días del estudio. Para determinar el estado de salud se tomó la temperatura de los niños participantes. Adicionalmente se observó el número y características de las deposiciones del niño para determinar si presentaba un episodio de diarrea y también presencia de tos, moco o vómitos para determinar si el niño tenía alguna enfermedad respiratoria aguda. En todos los casos la temperatura de los niños estuvo dentro de lo normal; en un caso un niño tuvo 4 deposiciones líquidas en un día y en 4 casos los niños presentaron tos o moco en uno o ambos días. Un niño vomitó una vez durante el estudio.

RESULTADOS DE CONSUMO POR ANALISIS DEL LABORATORIO

Ingesta y concentración de plomo, madres

En la tabla 3 se muestra el promedio de ingesta de plomo por las madres (en mg/d, promedio de los 2 días del estudio). Se presentan 2 valores de ingesta de plomo, mínimo o máximo por motivos anteriormente mencionados. El promedio de ingesta de plomo de las madres está entre 0.092 y 0.163 mg/d. Sin embargo, el rango está entre 0.120 y 0.245 mg/d (Anexo 1). Adicionalmente se presentan los valores como microgramos consumidos por kilogramo de peso corporal por semana para su comparación con los valores máximos de ingesta permisible establecidos por la FAO/OMS. Cuatro de las 11 madres tuvieron ingesta de plomo por encima de lo límites establecidos (25ug/kg/semana). Se presentan los resultados de ingesta de plomo en relación con los niveles permisibles por semana por cada individuo (madre) en la Figura 1.

Tabla 3. Ingesta de plomo en madres - Datos de laboratorio

	Ingesta total (g)	Plomo (mg/d)		Plomo (ug/Kg/sem)	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
N	11	11	11	11	11
Media	2138.0	0.092	0.163	12.059	22.554
DE	268.6	0.108	0.044	14.540	6.899
Mediana	2136.5	0.000	0.148	0.000	21.049
Min	1727.5	0.000	0.120	0.000	12.587
Max	2739.0	0.245	0.245	33.322	33.322

En promedio la concentración de plomo en la comida de las mujeres fue de entre 0.04 y 0.076 mg/Kg de comida/bebida (Tabla 4), con un rango de 0.0 hasta 0.105 mg/Kg comida (Anexo 2).

Tabla 4. Concentración de plomo (mg/Kg) en la dieta de madres - Datos de laboratorio

	Plomo	
	Mínimo	**Máximo**
N	11.000	11.000
Media	0.040	0.076
DE	0.047	0.015
Mediana	0.000	0.076
Min	0.000	0.057
Max	0.105	0.105

Ingesta y concentración de plomo, niños.

En el caso de los niños, la tabla 5 muestra la ingesta diaria de plomo proveniente de los alimentos y bebidas consumido (alimentos), la ingesta diaria de plomo proveniente de la leche materna para aquellos niños aun recibiendo lactancia, y la ingesta diaria total de plomo (sumatoria de ambos). En el caso de los niños entre 12-23 meses de edad el promedio de ingesta varía entre 0.050 y 0.071 mg/día dependiendo del valor asignado por debajo del límite de detección. El rango de ingesta varía entre 0.0 y 0.109 mg/d (Anexo 3). Para los niños entre 24-35 meses de edad el promedio de ingesta varía entre 0.048 y 0.078 mg/día y el rango varía entre 0.0 y 0.131 mg/d. Se observó que para todos los casos el contenido de plomo en la leche materna estuvo por debajo de los límites de detección del equipo de laboratorio, por lo que no se sabe con certeza si esta tiene o no plomo.

Adicionalmente se presentan los valores de ingesta de plomo calculados como microgramo por kilogramo de peso por semana. Se puede observar que los valores de consumo promedios están entre 46.6 y 55.1 ug/kg/semana dependiendo del valor asignados por debajo del límite de detección y que varían entre 0.0 y 81.4 ug/kg/semana entre individuos (Anexo 3). Los promedios de ingesta están por encima de los valores referenciales de 25 ug/kg/semana, expresados como el consumo semanal tolerable provisional (PTWI) (FAO 2000). Se presentan los resultados de ingesta de plomo en relación con los niveles permisibles por semana por cada individuo (niño) en la Figura 2.

Tabla 5. Ingesta de plomo de alimentos, leche materna y total diario en niños
Datos de laboratorio

	Ingesta total (g)	Plomo (mg/d) Mínimo	Plomo (mg/d) Máximo	Plomo (ug/Kg/sem) Mínimo	Plomo (ug/Kg/sem) Máximo
ALIMENTOS					
12 a 23 meses (n=8)					
Media	749.8	0.050	0.061	38.80	47.274
DE	452.7	0.038	0.026	28.62	19.232
Mediana	639.5	0.049	0.055	36.66	42.336
Min	261.0	0.000	0.023	0.00	19.875
Max	1553.5	0.109	0.109	81.37	81.374
24 a 35 meses (n=7)					
Media	1097.9	0.044	0.074	24.29	41.612
DE	531.3	0.052	0.041	27.74	22.807
Mediana	1254.0	0.023	0.068	18.08	38.151
Min	303.5	0.000	0.023	0.00	18.077
Max	1942.5	0.131	0.131	72.57	72.992
LECHE MATERNA					
12 a 23 meses (n=4)					
Media	401.3	0.000	0.020	0.00	15.614
DE	147.2	0.000	0.007	0.00	6.100
Mediana	193.0	0.000	0.009	0.00	7.042
Min	537.0	0.000	0.026	0.00	21.418
Max	615.0	0.000	0.030	0.00	23.181
24 a 35 meses (n=1)					
Media	615.0	0.000	0.030	0.00	23.181
DE					
Mediana					
Min					
Max					
INGESTA TOTAL POR DIA (Alimentos + Leche Materna)					
12 a 23 meses (n=8)					
Media	958.5	0.060	0.071	46.604	55.081
DE	289.9	0.035	0.019	26.027	13.297
Mediana	870.5	0.071	0.071	55.155	55.155
Min	679.5	0.000	0.044	0.000	37.443
Max	1553.5	0.109	0.109	81.374	81.374
24 a 35 meses (n=7)					
Media	1185.8	0.048	0.078	27.602	44.923
DE	416.4	0.051	0.036	28.258	20.374
Mediana	1254.0	0.054	0.068	38.151	41.237
Min	760.0	0.000	0.044	0.000	23.464
Max	1942.5	0.131	0.131	72.566	72.992

En promedio la concentración de plomo en los alimentos consumidos por los niños varía entre 0.042 y 0.091 mg/Kg de alimento/bebida dependiendo del valor asignado por debajo del límite de detección y el grupo de edad de los niños, con un rango de 0.0 hasta 0.129

mg/kg comida/bebida entre los niños (Tabla 6 y Anexo 4). La concentración en la leche materna fue menor, estando en todos los casos por debajo de los limites de detección.

Tabla 6. Concentración de plomo (mg/Kg) en alimentos y leche materna de la dieta del niño - Datos de laboratorio

	Plomo (mg/Kg)			
	Alimentos		Leche materna	
	Mín	Máx	Mín	Máx
12 a 23 meses	**(n=8)**		**(n=4)**	
Media	0.072	0.091	0.000	0.049
DE	0.051	0.027	0.000	0.000
Mediana	0.072	0.082	0.000	0.049
Min	0.000	0.062	0.000	0.049
Max	0.129	0.129	0.000	0.049
24 a 35 meses	**(n=7)**		**(n=1)**	
Media	0.042	0.067	0.000	0.049
DE	0.041	0.015		
Mediana	0.052	0.062		
Min	0.000	0.052		
Max	0.096	0.096		

Ingesta de calcio, hierro y zinc en madres, de los datos analizados por el laboratorio.

La ingesta promedio de calcio, hierro y zinc por las madres es de 835 mg, 6.9 mg y 13.2 mg, respectivamente (Tabla 7 y Anexo 1), las cuales representan el 84%, 18% y 108% de adecuación (porcentaje de la ingesta diaria recomendadas) para estos minerales (Tabla 8 y Anexo 5). Sin embargo la mediana de la ingesta de cada uno de estos está por debajo de los valores recomendados, siendo 82%, 15% y 78% respectivamente. Para el caso del hierro se consideró una dieta de media biodisponibilidad dado que la dieta de las madres estudiadas proporciona un mediano consumo de hierro hemínico y alto consumo de vitamina C[15]. Para el caso de zinc se tomó como valor referencial el requerimiento para dietas de baja biodisponibilidad de zinc debido a que la relación molar fitato a zinc de las dietas observadas es de aproximadamente 17. Una dieta se considera de baja biodisponibilidad de zinc si la relación molar fitato a zinc está por encima de 15[12].

Tabla 7. Ingesta de calcio, hierro y zinc de la dieta de la madre - Datos de laboratorio

	Ingesta total (g)	Calcio (mg/d)	Hierro (mg/d)	Zinc (mg/d)
N	11	11	11	11
Media	2138.0	834.5	6.89	13.21
DE	268.6	206.9	2.23	6.71
Mediana	2136.5	818.6	7.00	10.97
Min	1727.5	617.2	2.81	6.60
Max	2739.0	1371.2	10.79	24.83

Tabla 8. Porcentaje de cobertura de las recomendaciones de ingesta diaria en madres Datos de laboratorio

	Calcio	Hierro*	Zinc**
N	11	10	11
Media	83.5	17.9	108.4
DE	20.7	8.3	67.9
Mediana	81.9	15.4	78.4
Min	61.7	9.7	45.8
Max	137.1	37.2	253.4

* Hierro: Calculado a partir de una dieta de mediana biodisponibilidad.
** Zinc: Calculado a partir de una dieta de baja biodisponibilidad.

Se presentan los resultados de ingesta de calcio, hierro y zinc para cada madre en relación a las ingestas diarias recomendadas en las Figuras 3 y 4 respectivamente.

Ingesta de calcio, hierro y zinc en niños, de los datos analizados por el laboratorio.

La ingesta promedio de calcio, hierro y zinc por los niños entre 12-23 meses de edad es de 484 mg, 2.24 mg y 3.26 mg, respectivamente (Tabla 9 y Anexo 3), las cuales representan el 97%, 37% y 80% de adecuación para estos minerales (Tabla 10 y Anexo 6). Para los niños entre 24-35 meses de edad la ingesta promedio es de 578 mg, 3.62 mg y 4.64 mg, respectivamente, las cuales representan el 116%, 60% y 113% de adecuación para estos minerales, aunque la variabilidad entre los niños es alta. Para el caso del hierro se consideró una dieta de media biodisponibilidad dado que la dieta de los niños estudiados proporciona un mediano consumo de hierro hemínico y alto consumo de vitamina C[15]. Para el caso de zinc se tomó como valor referencial el requerimiento de zinc para niños cuyas dietas tienen mediana biodisponibilidad de zinc, debido a la relación molar fitato a zinc de las dietas es de aproximadamente 10. Una dieta se considera de mediana biodisponibilidad de zinc si la relación molar fitato a zinc está entre 5-15[12]. En el grupo de 24-35 meses de edad hay un niño que está consumiendo cantidades bastante elevadas de estos nutrientes, lo cual incrementa el promedio considerablemente en una muestra tan pequeña como la de este estudio piloto.

Tabla 9. Ingesta de calcio, hierro y zinc de la dieta del niño: alimentos, leche materna e ingesta total del día - Datos de laboratorio

	Ingesta total (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
		ALIMENTOS		
12 a 23 meses (n=8)				
Media	749.8	417.4	2.07	2.86
DE	452.7	292.7	1.93	1.87
Mediana	639.5	329.0	1.14	2.32
Min	261.0	161.5	0.66	1.36
Max	1553.5	1081.0	6.23	6.81
24 a 35 meses (n=7)				
Media	1097.9	551.4	3.57	4.48
DE	531.3	345.1	2.39	2.57
Mediana	1254.0	565.3	2.42	5.57
Min	303.5	90.5	0.83	0.52
Max	1942.5	1108.9	7.90	7.04
		LECHE MATERNA		
12 a 23 meses (n=4)				
Media	401.3	133.6	0.33	0.81
DE	147.2	53.5	0.17	0.59
Mediana	193.0	56.7	0.19	0.30
Min	537.0	179.6	0.55	1.61
Max	615.0	183.6	0.36	1.11
24 a 35 meses (n=1)				
Media	615.0	183.6	0.36	1.11
DE				
Mediana				
Min				
Max				
		INGESTA TOTAL DEL DIA (Alimentos + Leche Materna)		
12 a 23 meses (n=8)				
Media	958.5	484.2	2.24	3.26
DE	289.9	260.4	1.82	1.65
Mediana	870.5	437.9	1.48	3.14
Min	679.5	249.9	0.66	1.67
Max	1553.5	1081.0	6.23	6.81
24 a 35 meses (n=7)				
Media	1185.8	577.6	3.62	4.64
DE	416.4	309.4	2.33	2.31
Mediana	1254.0	565.3	2.42	5.57
Min	760.0	241.7	1.19	1.62
Max	1942.5	1108.9	7.90	7.04

Tabla 10. Porcentaje de cobertura de las recomendaciones de ingesta diaria por grupo de edad en niños - Datos de laboratorio

	% de ingesta diaria recomendada		
	Calcio	**Hierro***	**Zinc***
12 a 23 meses (n=8)			
Media	96.8	37.3	79.5
DE	52.1	30.4	40.2
Mediana	87.6	24.6	76.6
Min	50.0	10.9	40.8
Max	216.2	103.8	166.1
24 a 35 meses (n=7)			
Media	115.5	60.4	113.2
DE	61.9	38.8	56.3
Mediana	113.1	40.4	136.0
Min	48.3	19.9	39.6
Max	221.8	131.7	171.8

* Hierro y zinc: Calculados a partir de una dieta de mediana biodisponibilidad.

Se presentan los resultados de ingesta de calcio, hierro y zinc para cada niño en relación a las ingestas diarias recomendadas en las Figuras 5 y 6 respectivamente.

La concentración de calcio, hierro y zinc en la dieta de las madres y los niños se presentan en las tablas 11 y 12 (Anexo 2 y 4).

Tabla 11. Concentración de calcio, hierro y zinc (mg/Kg) en la dieta de la madre Datos de laboratotio

	Concentración (mg/Kg de alimentos)		
	Calcio	**Hierro**	**Zinc**
N	11	11	11
Media	396.1	3.23	6.37
DE	109.0	0.95	3.74
Mediana	357.3	3.42	5.03
Min	279.0	1.37	2.93
Max	611.2	4.57	14.38

Tabla 12. Concentración de calcio, hierro y zinc (mg/Kg) en la dieta del niño: alimentos y leche materna - Datos de laboratorio

	Concentración (mg/Kg de alimento)		
	Calcio	**Hierro**	**Zinc**
	ALIMENTOS		
12 a 23 meses (n=8)			
Media	625.78	2.68	4.20
DE	316.41	1.32	2.20
Mediana	550.45	2.28	3.79
Min	281.75	0.68	2.07
Max	1119.63	4.95	9.32
24 a 35 meses (n=7)			
Media	491.71	3.14	4.07
DE	245.46	0.88	2.09
Mediana	417.23	3.16	3.76
Min	298.18	1.43	1.70
Max	987.64	4.07	7.20
	LECHE MATERNA		
12 a 23 meses (n=4)			
Media	331.20	0.87	2.00
DE	65.26	0.36	1.16
Mediana	288.74	0.50	0.78
Min	427.60	1.32	3.53
Max	304.24	0.83	1.85
24 a 35 meses (n=1)			
Media	298.61	0.59	1.80
DE			
Mediana			
Min			
Max			

Resultados de consumo por pesado directo y la tabla de composición de alimentos.

Ingesta de energía, proteína, calcio, hierro y zinc en madres calculado del consumo por pesado directo y la tabla de composición de alimentos

En la tabla 13 se presenta el promedio de ingesta de energía, proteína, grasa y de los micronutrientes calcio, hierro, zinc y vitamina C (favorecedor de la absorción de hierro) de las madres, calculados a partir de los valores de la tabla de composición de alimentos del IIN, así como el porcentaje de adecuación de la dieta para estos nutrientes (tabla 14). La ingesta de energía es en promedio el 79% de lo recomendado para esta población, aunque los IMC de las mujeres están por lo general dentro del rango normal o por encima de lo recomendado (tabla 1). Como se suele ver en las dietas peruanas, en promedio la ingesta de proteína es adecuada. La ingesta promedio de los 3 nutrientes, en comparación con las recomendaciones, es baja: calcio (31%), hierro (32%) y zinc (54%) aunque la variabilidad entre las mujeres es grande (Tabla 14). La ingesta promedio de vitamina C es adecuada.

Tabla 13. Ingesta diaria de energía y nutrientes en madres - Datos de tabla del IIN

	Energía (Kcal)		Proteínas (g)		Grasa (g)		Calcio (mg)	Hierro (mg)		Zinc (mg)		Vit C (mg)	Fitato (mg)
	Total	Animal	Total	Animal	Total	Animal		Total	CPA	Total	Animal		
N	11	11	11	11	11	11	11	11.00	11.00	11.00	11.00	11	11
Media	1742.5	200.5	51.5	19.1	33.7	14.2	304.8	12.19	1.43	6.80	1.72	70.1	1163.6
DE	299.8	73.9	12.1	8.7	9.0	5.6	88.0	2.16	1.31	1.44	0.87	25.4	345.9
Mediana	1731.0	194.0	51.3	18.1	34.0	16.3	267.5	12.23	1.26	6.90	1.75	67.9	1164.9
Min	1294.5	87.0	36.6	7.5	22.2	4.3	203.0	8.29	0.24	4.98	0.53	39.7	535.3
Max	2288.0	323.5	77.9	34.0	51.3	20.5	499.5	16.60	4.74	9.81	3.37	135.9	1684.8

Tabla 14. Porcentaje de cobertura de las recomendaciones de ingesta diaria en madres Datos de tabla del IIN

	Energía	Proteínas	Calcio	Hierro*	Zinc**	Vit C
N	11.0	11.0	11.0	10.0	11.0	11.0
Media	79.0	103.3	30.5	32.1	54.3	125.7
DE	14.3	32.6	8.8	11.6	17.0	65.8
Mediana	76.0	93.8	26.8	27.5	51.2	107.6
Min	64.6	66.3	20.3	19.6	36.7	56.7
Max	111.9	183.4	50.0	57.2	100.1	301.9

* Hierro: Calculado a partir de una dieta de mediana biodisponibilidad.
** Zinc: Calculado a partir de una dieta de baja biodisponibilidad.

Ingesta de energía, proteína, calcio, hierro y zinc en niños calculado del consumo por pesado directo y la tabla de composición de alimentos

En la tabla 15 se presenta el promedio de ingesta de energía, proteína, grasa y de los micronutrientes calcio, hierro, zinc y vitamina C para los niños de ambos grupos de edad, calculada a partir de los valores de la tabla de composición de alimentos del IIN, así como el porcentaje de adecuación de la dieta para los nutrientes. La ingesta promedio de energía comparada con las recomendaciones es 71% para los niños de 12-23 meses de edad y 82% para los niños de 24-35 meses de edad, siendo estos por debajo de lo esperado (Tabla 16). La ingesta promedio de proteína está por encimo de lo recomendado, típico de la población peruana. Los promedios de adecuación de ingesta de los micronutrientes para los niños de 1 a 2 años y 2 a 3 años respectivamente son: para calcio, 51%, 67%, para hierro 65%, 91%, para zinc 46%, 75%, y para vitamina C 112%, 185%, mostrando mucha variabilidad en esta pequeña muestra.

Tabla 15. Ingesta de energía y nutrientes de alimentos, leche materna y total en niños - Datos de tabla del IIN

Código	Energía (Kcal)		Proteínas (g)		Grasa (g)		Calcio (mg)	Hierro (mg)		Zinc (mg)		Vit C (mg)	Fitato
	Total	Animal	Total	Animal	Total	Animal		Total	CPA	Total	Animal		
ALIMENTOS													
Niños de 12 a 23 meses (n=8)													
Media	503.3	132.8	14.90	8.46	11.42	7.29	253.63	3.92	0.55	1.88	0.89	33.62	187.2
DE	314.4	137.6	10.98	8.02	8.69	7.92	242.87	4.08	1.39	1.72	1.13	22.48	169.5
Mediana	464.8	77.8	12.73	5.16	9.78	3.38	152.50	1.76	0.06	1.38	0.35	29.92	111.7
Min	147.5	16.0	3.08	0.75	2.30	0.91	46.00	1.22	0.00	0.49	0.09	9.29	26.5
Max	977.0	379.0	33.61	23.64	23.98	20.30	715.50	13.10	3.98	5.83	3.33	63.84	504.8
Niños de 24 a 35 meses (n=7)													
Media	822.8	213.8	23.87	13.43	22.95	13.07	332.64	5.46	0.60	3.07	1.49	55.37	324.7
DE	344.1	199.3	11.91	10.04	11.99	11.73	302.64	2.68	0.47	1.53	1.31	51.75	190.2
Mediana	903.0	221.5	22.46	13.24	21.46	13.01	248.00	4.72	0.51	3.11	1.78	44.56	364.8
Min	163.5	4.0	5.16	0.65	1.99	0.40	21.00	1.23	0.04	0.51	0.07	15.11	87.6
Max	1213.0	589.5	40.73	30.05	39.18	34.59	905.00	8.91	1.39	5.08	3.77	165.18	548.2
LECHE MATERNA													
Niños de 12 a 23 meses (n=5)													
Media	40.3	40.3	0.65	0.65	2.02	2.02	18.85	0.03	0.03	0.08	0.08	2.80	
DE	282.1	282.1	4.55	4.55	14.11	14.11	131.95	0.23	0.23	0.55	0.55	19.57	
Mediana	260.4	260.4	4.20	4.20	13.02	13.02	121.80	0.21	0.21	0.50	0.50	18.06	
Min	332.9	332.9	5.37	5.37	16.65	16.65	155.73	0.27	0.27	0.64	0.64	23.09	
Max	119.7	119.7	1.93	1.93	5.98	5.98	55.97	0.10	0.10	0.23	0.23	8.30	
Niños de 24 a 35 meses (n=1)													
Media	381.3	381.3	6.15	6.15	19.07	19.07	178.35	0.31	0.31	0.74	0.74	26.45	
DE													
Mediana													
Min													
Max													
INGESTA TOTAL AL DIA (Alimentos y Leche Materna)													
Niños de 12 a 23 meses (n=8)													
Media	632.7	262.2	16.98	10.54	17.89	13.76	314.16	4.02	0.65	2.13	1.14	42.59	187.2
DE	203.1	105.4	9.16	6.36	4.34	6.04	206.46	4.01	1.35	1.55	0.99	16.17	169.5
Mediana	558.1	296.5	14.37	7.76	17.41	15.28	229.16	1.94	0.19	1.62	0.77	39.80	111.7
Min	407.9	90.5	7.28	4.95	12.25	2.77	129.00	1.43	0.02	0.99	0.30	19.58	26.5
Max	977.0	379.0	33.61	23.64	23.98	20.30	715.50	13.10	3.98	5.83	3.33	63.84	504.8
Niños de 24 a 35 meses (=7)													
Media	877.3	268.3	24.74	14.31	25.68	15.79	358.12	5.50	0.64	3.18	1.59	59.15	324.7
DE	235.4	187.1	10.44	9.14	7.91	10.44	278.59	2.60	0.44	1.34	1.20	49.22	190.2
Mediana	903.0	258.0	22.46	13.24	21.46	14.44	248.00	4.72	0.51	3.11	1.78	44.56	364.8
Min	544.8	4.0	11.31	0.65	19.05	1.02	109.00	1.54	0.04	1.25	0.12	17.87	87.6
Max	1213.0	589.5	40.73	30.05	39.18	34.59	905.00	8.91	1.39	5.08	3.77	165.18	548.2

Tabla 16. Porcentaje de cobertura de las recomendaciones de ingesta diaria por grupo de edad en niños - Datos de tabla del IIN

	Energía	Proteínas	Calcio	Hierro*	Zinc*	Vit C
12 a 23 meses						
Media	70.8	155.8	50.7	65.3	45.9	112.1
DE	22.7	84.0	48.6	67.9	41.8	74.9
Mediana	***62.4***	***131.8***	***30.5***	***29.4***	***33.7***	***99.7***
Min	45.6	66.8	9.2	20.3	12.0	31.0
Max	109.3	308.3	143.1	218.3	142.2	212.8
24 a 35 meses						
Media	81.8	190.3	66.5	91.0	75.0	184.6
DE	21.2	80.3	60.5	44.6	37.3	172.5
Mediana	***80.3***	***172.7***	***49.6***	***78.6***	***75.8***	***148.5***
Min	52.0	87.0	4.2	20.5	12.5	50.4
Max	115.9	313.3	181.0	148.4	124.0	550.6

* Hierro y zinc: Calculados a partir de una dieta de mediana biodisponibilidad.

DISCUSION

En este estudio piloto realizado en La Oroya Antigua hemos evaluado la ingesta de plomo, calcio, hierro y zinc en una muestra de 11 madres y 15 niños entre 12 y 36 meses de edad. La estimación de la ingesta de calcio, hierro y zinc se realizó utilizando dos técnicas: a) el análisis químico de muestras tomadas de los alimentos consumidos para medir la concentración de los minerales en las muestras y su posterior conversión a ingesta total diaria usando las estimaciones de consumos diarios obtenidas por la técnica de pesado directo y b) la técnica del pesado directo para estimar consumo total diario de alimentos y su posterior conversión a ingesta total diaria de los minerales usando una tabla de composición de alimentos. En ambos casos se ha promediado el consumo de dos días por cada individuo. En cuanto a la ingesta de plomo, esta fue evaluada solo mediante el análisis químico de las muestras.

Los resultados muestran que la ingesta de plomo a través de los alimentos consumidos por los niños es elevada, pues tanto el promedio como la mediana son mayores al límite máximo de ingesta permisible recomendado por FAO/OMS (25 µg/Kg/semana), aunque en necesario mencionar que existe mucha variabilidad entre sujetos. La ingesta promedio de plomo de las madres está por debajo del límite permisible (25 µg/Kg/semana), aunque algunas madres tienen una ingesta superior al límite.

El nivel de plomo en los alimentos en 6 de las 11 madres y 5 de los 15 niños estuvo por debajo del límite de detección de lectura por el equipo de laboratorio de CERPER (0.05 mg/kg) y por ende no sabemos con certeza el valor exacto del contenido de plomo en la dieta de estos sujetos. De igual manera, el nivel de plomo en todas las muestras de leche materna estuvo por debajo de los límites de detección. Como consecuencia decidimos presentar los resultados asignándole a estos casos dos valores: el valor mínimo posible de plomo, es decir "0 mg/Kg", y el valor máximo posible, es decir "0.049 mg/kg" y así poder tener un rango de ingesta. Se observa que, aún asumiendo un nivel mínimo de concentración, 3 madres presentan niveles por encima de los límites permisibles y 4 madres

cuando asumimos el valor máximo de concentración., Usando los valores mínimos de concentración de plomo en la dieta observamos que el 67% de los niños tuvo una ingesta total diaria de plomo por encima al valor recomendado, mientras que asumiendo el consumo máximo, el 87% de los niños estarían consumiendo dietas con niveles por encima de los límites permisibles. La mayor fuente de plomo en la dieta de los niños lactantes aparentemente proviene del consumo de los alimentos y no de la leche materna

La ingesta de calcio, hierro y zinc, calculada a partir de los análisis químicos de laboratorio, es muy variable en esta muestra. Se observa que en algunas madres la ingesta de estos minerales está por encima de la ingesta diaria recomendada, mientras que en otras está muy por debajo de lo recomendado, especialmente para hierro. Se observa un patrón similar en los niños.

La alta variabilidad encontrada en la ingesta de los minerales en este estudio puede ser debida en gran parte al pequeño tamaño de la muestra, así como al corto periodo del estudio. Aunque es un estudio piloto, este estudio tiene dos ventajas: a) se ha realizado en dos días y los resultados representan un promedio del consumo de los 2 días en cada persona, y b) se ha usado el método de peso directo; ambas contribuyen a una mayor precisión de los datos de cada sujeto. Sin embargo, para tener menor variabilidad en los resultados, se recomienda realizar un estudio con un mayor tamaño de muestra (para reducir variabilidad de la ingesta entre individuos) y recoger datos de ingesta en diferentes momentos del año (para reducir variabilidad estacional).

La ingesta de hierro, calculada a partir de los datos de laboratorio, tanto en niños como en madres es baja. En general el promedio del porcentaje de cobertura de las recomendaciones de ingesta diaria está por debajo de 50% en niños y de 20% en madres. Los resultados son similares a los de otros estudios realizados en el Perú. El bajo consumo de hierro y alta prevalencia de anemia contribuyen, no sólo a un aumento de la absorción del plomo, sino también a agravar los efectos de plomo sobre el desarrollo cognitivo de los niños.

Aparentemente, los resultados de laboratorio muestran que el promedio de la ingesta diaria de zinc en madres y niños está cerca a lo recomendado (asumiendo que la dieta de las madres y niños tiene una baja y mediana biodisponibilidad de zinc, respectivamente). Es importante mencionar que debido al tipo de dieta consumida, se esperaría que la ingesta de zinc, tanto de madres como de niños, sea bastante menor a lo observado. Además, dado que las principales fuentes de hierro también las son para zinc y como se observa la ingesta de hierro es baja se esperaría un patrón similar para zinc. Por lo tanto, es posible que la ingesta de zinc esté cerca de las recomendaciones debido al aporte de la contaminación ambiental.

La ingesta calculada a partir de la tabla de composición de alimentos también indica que hay mucha variación en el consumo en esta pequeña muestra. La ingesta de energía en madres aparentemente está por debajo de lo recomendado, pero por lo general el IMC de las madres es adecuado, lo que sugiere un adecuado consumo de energía para la actividad que realizan. En general la ingesta de proteína de las madres es normal y dentro de lo esperado para este tipo de población. Se observan resultados similares en los niños en cuanto a la ingesta de energía y proteína.

La ingesta de calcio, estimada a partir de la tabla de composición de alimentos, muestra niveles muy inferiores a lo recomendado, tanto para las madres como para los niños. Estos niveles son similares a los resultados de otros estudios realizados en el país. Sin embargo,

los resultados obtenidos a partir de la tabla de composición de alimentos son menores que los encontrados a partir del análisis químico en el laboratorio. Es posible que la diferencia se deba a errores de estimación del contenido de nutrientes que normalmente se encuentran en las tablas de composición de alimentos.

La ingesta de hierro, estimada a partir de la tabla de composición de alimentos, en general es baja en todos los grupos, aunque se observó que había unos cuantos niños con una ingesta de hierro aceptable. Además el consumo de alimentos ricos en hierro hemínico, altamente biodisponible y que proviene de las carnes, pescado y aves (hierro CPA) es bajo. En aquellos niños con una alta ingesta de hierro las principales fuentes de hierro son hígado de pollo, leche evaporada fortificada con hierro, y productos de trigo preparados con harina fortificada con hierro. En estudios previos del IIN se ha encontrado que no todas las harinas de trigo están fortificadas en el nivel reglamentado, lo cual podría ser una razón del porque la ingesta de hierro reportado por cálculos de la tabla son inferiores a los niveles analizados. Al igual que lo observado con respecto a calcio, es posible que la diferencia se deba a errores de estimación de la tabla de composición de alimentos.

Los niveles de consumo de zinc calculados a partir de la tabla son bajos y bastante inferiores a los encontrados mediante el análisis químico de laboratorio. Es posible que los niveles encontrados a partir de los análisis químicos sean mayores debido a la contaminación de los alimentos, aunque no podemos asegurar que esta sea la diferencia.

Los resultados de este estudio piloto indican que en general la ingesta de calcio, hierro y zinc son muy variables entre las familias participantes, pero que en todos los grupos hay madres y niños con consumos inadecuadas y muy por debajo de la ingesta diaria recomendada. Llama la atención la diferencia encontrada entre la ingesta estimada a partir de los análisis químicos de los alimentos y la estimada a partir de la tabla de composición de alimentos, sobre todo para zinc y calcio. Podremos entender el grado de contaminación que se da a través de los alimentos con los resultados del análisis de riesgo a cargo de la Dra. Rosalind Schoof.

En la interpretación de los resultados de este estudio piloto hay que reconocer que una gran limitación es la muestra no representativa de la población, encontrando una alta variabilidad en los resultados que impide la generalización de los mismos a la población.

Recomendaciones

1. Realizar un estudio con mayor tamaño muestral, de mayor duración y en diferentes momentos del año, para obtener resultados representativos de la población y así poder entender mejor la variabilidad que se observa en este estudio piloto.

   El nuevo estudio tendrá los mismos objetivos planteados en la propuesta original, pero a su vez abarcará nuevos elementos para contestar preguntas que han surgido de los resultados del estudio piloto:
   a) Analizar una muestra representativa de los diferentes alimentos consumidos para poder conocer cuáles son los alimentos con mayor contaminación de plomo.
   b) Realizar un análisis de las fuentes de los alimentos (cadena de provisión de alimentos) para determinar en que momento ocurre la contaminación con plomo (antes de entrar los alimentos al mercado, en el mercado, durante el manejo de los alimentos en el hogar, preparaciones de venta callejera, etc.) y en dónde están más

contaminados (tipos de mercados, ubicación de los mismos) con la finalidad de buscar puntos y estrategias para reducir la contaminación por plomo a través de alimentos.

c) Realizar estudios de caracterización de los patrones de almacenamiento y preparación de los alimentos así como del manejo de los alimentos en el hogar y en los mercados para buscar puntos de mayor contaminación.
d) Realizar estudios de ingesta que coincidan con el monitoreo de los niveles de plomo en sangre por el MINSA, para poder relacionar la ingesta de plomo con los niveles en sangre. Debido a que los niveles de plomo en sangre en un momento dado están muy relacionados con la ingesta de plomo en ese momento.

2. Realizar intervenciones para mejorar la nutrición de la población, principalmente mejorar la dieta con alimentos ricos en hierro y calcio, como son los alimentos cárnicos (carnes, pescado, aves) y productos lácteos, con la finalidad de cubrir los requerimientos por estos nutrientes, mejorar la calidad de los mismos y prevenir una mayor absorción de plomo. Con respecto al hierro, debido a que el consumo es tan bajo y la prevalencia de anemia es alta en la población (alrededor del 70% para niños entre 12 y 35 meses de edad, según datos de estudio realizado por el MINSA, 2004, comunicación personal) se recomienda buscar diferentes estrategias para aumentar el consumo que puede incluir el uso de alimentos fortificados con hierro y suplementación.

3. De acuerdo a las recomendaciones mundiales, buscar y recomendar estrategias, tales como medidas de higiene en la venta y preparación de los alimentos, para prevenir la contaminación de los alimentos para contribuir a la reducción de la ingesta de plomo vía alimentos.

Referencias

[1] Cornejo A, Gottesfeld P. Niveles de Plomo en Interiores, La Oroya Perú. Asociación Civil Labor, Occupational Knowledge Internacional, CooperAccion-Acción Solidaria para el Desarrollo, Octubre 2004.

[2] Cederstav A, Barandarian G. La Oroya no espera. Elaborado por: Asociación para de Defensa del Ambiente, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2002.

[3] Evaluación de Niveles de Plomo y Factores de Exposición en Gestantes y Niños Menores de 3 Años de la Ciudad de La Oroya – Perú. Consorcio UNES, en colaboración con el Instituto Salud y Trabajo. Diciembre, 1999.

[4] Estudio de niveles de plomo en sangre de la población de La Oroya 200-2001: http://www.cepis.ops-oms.org/bvsea/e/fulltext/estudio/estudio.pdf.

[5] Internacional Programme on Chemical Safety – World Health Organization. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Aditiives Series No. 44. Geneva, 2000.

[6] Badawy M, Conners G. Lead toxicity. Octuber, 2004. http://www.emedicine.com/ped/topic1285.htm.

[7] López de Romaña, G, Del Aguila R, Sánchez-Griñán MI, Creed-Kanashiro H, Liria MR, Novara J. Evaluación del efecto de la crisis económica en el gasto familiar de alimentos y estado nutricional de los niños en poblaciones urbanas de Lima, Piura, Cusco y Cajamarca. Reporte final, IIN, 1991.

[8] WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants. 53st Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 2002.

[9] Creed-Kanashiro H, Liria MR, Mejía E, Cuba C, Yeager BA. Ensayo de eficacia comunitaria para evaluar el efecto de la adopción de prácticas apropiadas de alimentación complementaria sobre la ingesta total de energía y nutrientes. SLAN. 2003;CNP-060:42.

[10] FAO/OMS/UNU. Human Energy Requirements. Report of Joint FAO/WHO/UNU Expert consultation. FAO Food and Nutrition Technical Paper Series No. 1. 2004. Usando las recomendaciones para mujeres de acuerdo a su edad, peso y estado fisiológico con un estimado nivel de actividad de las mujeres de 1.6.

[11] Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Part 2.: Protein and amino acids. The National Academies Press Washington DC. Washington D.C., 2002.

[12] FAO/WHO. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand. 2002.

[13] Dewey KG, Brown KH. Update on technical issues concerning complementary feeding of young children in developing countries and implications for intervention programs. Food and Nutrition Bulletin, 2003; 24:5–28.

[14] Turnland JR, King JC, Keyes WR, Gong B, Michel MC. 1986. Stable isotope study of zinc absorption in young men: effects of phytate and alpha-cellulose. American Journal of Clinical Nutrition 40: 1071-1077

[15] FAO/WHO. Requirements of vitamin a, iron, folate and vitamin B_{12}. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Series No. 23. Rome, 1988.