

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Efecto de una intervención nutro-sensible en el estado de nutrición en niños de 2 a 6 años de Saint-Marc, Haití.



Hermosillo, Sonora

Diciembre, 2016

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



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



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

FORMA DE APROBACIÓN

Los miembros del Jurado Calificador designado para revisar el trabajo de Tesis de **César Avner López Jiménez**, lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Salud.



Dr. Mauro E. Valencia Juillerat
Director Académico



Dr. Gerardo Álvarez Hernández
Secretario



Dra. Verónica López Teros
Sinodal



Dr. Humberto Astiazarán García
Sinodal

La realización de este trabajo fue posible gracias al financiamiento del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que proporcionó los materiales y recursos económicos necesarios para su desarrollo (Contrato No. 18223). Así mismo, se agradece al Ministerio de Salud Pública y Población de Haití (MSPP) y al programa canadiense “Capacidad de mejorar la seguridad alimentaria en Haití” (AKOSAA, por sus siglas en criollo) por su colaboración logística, transporte y de personal calificado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), por el aporte financiero, equipamiento y materiales necesarios para el desarrollo de este estudio. Especialmente se agradece a la Dra. Cornelia Loechl por todo su apoyo y colaboración brindados a nuestro equipo de investigación.

Al programa AKOSAA por las facilidades brindadas en campo, además de la infraestructura proporcionada y transporte, así como resguardo de las muestras recolectadas, materiales y equipo utilizado. También se agradece a todo su personal, ya que siempre estuvieron en la disposición de ayudar en todo lo que se necesitara en este proyecto. Todo este apoyo brindado viene desde su director el Dr. Patrice Dion y su coordinadora de proyecto Marie-Rachèle Lexidort, además de mi amiga y asistente de coordinación Veronique Dumont. Se agradece el apoyo en el reclutamiento y motivación a las madres, brindado por Marie-Sulphise Polynice y Jean-Paul Felix.

Al Ministerio de Salud Pública y Población (MSPP, por sus siglas en criollo) por la ayuda y colaboración proporcionada por la directora del área nutrición del MSPP, Dra. Joseline Marhone y las doctoras que colaboraron arduamente durante meses en la recolección, traducción y mediciones realizadas en este estudio, mis amigas, Monique Medela, Gudide Quessa y Kessnie.

A mi amigo Jean Bertin Saint Forte, por todo su apoyo brindado a este proyecto y a mi persona, muchas gracias Jean.

A mi alma mater, la Universidad de Sonora, que desde el 2008 me ha formado académicamente recibiendo a un joven de apenas 18 años, y

formando a un nuevo profesionalista y maestro en ciencias de la salud. Es un orgullo ser Búho.

A CONACyT por brindar el apoyo económico necesario para lograr mis estudios de posgrado con la mayor calidad.

Un agradecimiento especial a mis sinodales, y co-investigadores del proyecto, la Dra. Verónica López Teros, el Dr. Humberto Astiazarán García y al Dr. Gerardo Álvarez Hernández, ya que su apoyo fue primordial en el desarrollo de este estudio y de esta tesis, así como las incontables experiencias y consejos que ayudaron a mi formación.

A mi director de tesis, el Dr. Mauro Valencia Juillerat, un gran ejemplo de cómo debe de ser un investigador, un maestro y un ser humano. Por toda su paciencia y dedicación en la formación de estudiantes, ya que pocas personas tienen tanta sencillez y conocimiento a disposición de quien lo necesite, “tenkiu”.

A mis padres que siempre me estuvieron apoyando en todo lo que necesitara, en cualquier circunstancia siempre estuvieron para mí, y que hoy en día, ven reflejados sus esfuerzos en este título, pero más que nada, en el hombre que ellos formaron.

Un gran agradecimiento a todo el equipo del laboratorio de nutrición, ya que sin ellos esta tesis sería solo una ilusión. A todos esos momentos de relax y charlas “científicas”, Chip’s moradas y “burling” necesario para poder sobrevivir al posgrado. A las maestras Lesley Antunez, Luz Caraveo y Herminia Mendivil; a mis colegas de posgrado Jaquelyn Aguilar (quien realizó todas las lecturas de las muestras de saliva) y Alan Guzmán; a todos los emily’s Maribel Rosas, José Carlos Valenzuela y Javier Vázquez.

Por último, a nuestro creador, ya que puso a las personas y momentos adecuados para que todo esto pudiera tener éxito.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todas aquellas personas que voluntariamente accedieron a ser parte de este estudio, especialmente a todos esos niños que aún con todas sus limitaciones y carencias, me enseñaron las cosas que realmente son importantes en la vida.

A estos niños, les dedico todo mi esfuerzo y dedicación. Deseándoles un mejor porvenir, y con el compromiso de poder ayudar y servirles en un futuro.

Muchas gracias a estos niños grandes.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
HIPÓTESIS.....	xiv
OBJETIVOS	
General.....	xiv
Particulares.....	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	3
Evaluación del estado nutricional	3
Antropometría.....	4
Composición corporal.....	5
Agua corporal total (ACT) por dilución con D ₂ O	5
Métodos de campo para la estimación de la composición corporal	6
Clasificación y análisis Hattori	7
Intervenciones nutricionales	8
Intervenciones agrícolas	11
METODOLOGÍA.....	15
Diseño general del estudio	15
Consideraciones bioéticas	15
Descripción de la intervención agrícola	15
Sujetos.....	19

Criterios de inclusión en niños	20
Criterios de exclusión en niños	20
Criterios de eliminación en niños	20
Selección y tamaño de muestra.....	20
Métodos.....	21
Evaluación antropométrica del estado nutricional.....	22
Peso	22
Talla	22
Perímetro Braquial.....	22
Evaluación de la composición corporal.....	24
Dosificación con óxido de deuterio (D ₂ O) al 99.8%....	24
Bioimpedancia eléctrica (BIA).....	27
Desarrollo de Gráficos Hattori	29
Desarrollo de algoritmos para estimar la masa libre de grasa	29
Análisis estadísticos.....	29
RESULTADOS Y DISCUSION	32
Antropometría	32
Composición Corporal	40
Evaluación de la Composición Corporal por Medio de los Gráficos Hattori	45
Ecuación de Predicción de la MLG por Bioimpedancia Eléctrica (BIA) y Antropometría en Niños Haitianos de 2 a 6 años	45
Evaluación de la validez de la ecuación	48
CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXO. Manual de operaciones	61

ANEXO. Formato de consentimiento informado.....	72
ANEXO. Formato de captura de resultados	77
ANEXO. Artículo Publicado	78

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Tipos de capitales utilizados en las intervenciones agrícolas.

Tabla II. Efecto de algunas intervenciones agrícolas en parámetros antropométricos en niños.

Tabla III. Características físicas y antropométricas de niños haitianos (Fase I).

Tabla IV. Características físicas y antropométricas de niños haitianos (Fase II).

Tabla V. Características de composición corporal divididas según fase y tipo de intervención.

Tabla VI. ANOVA de dos vías para los componentes de masa libre de grasa y masa grasa.

Tabla VII. Análisis de covarianza para el componente de masa libre de grasa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conductividad en los diferentes tejidos.

Figura 2. Clasificación y esquema Hattori.

Figura 3. Posible escenario en un estudio de seguimiento con base al análisis Hattori.

Figura 4. Ubicación geográfica de las regiones intervenidas.

Figura 5. Ecuación para determinar el tamaño de muestra.

Figura 6. Medición de talla.

Figura 7. Medición del perímetro braquial.

Figura 8. Toma de muestra de saliva basal con un hisopo de algodón.

Figura 9. Preparación de dosis de deuterio y dosificación.

Figura 10. Cuantificación de deuterio en muestras de saliva por FTIR.

Figura 11. Colocación de electrodos y medición de BIA.

Figura 12. Correlación indicador Z-IMC vs Z-Peso/Talla.

Figura 13. Cambios antropométricos (IMC/edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

Figura 14. Cambios antropométricos (Peso/Edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

Figura 15. Cambios antropométricos (Talla/Edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

Figura 16. Diagnósticos antropométricos con base a puntaje Z (Estudio, 2015 y 2016; SMART, 2012).

Figura 17. Clasificación de desnutrición y obesidad en puntaje Z IMC/Edad en la fase I.

Figura 18. Clasificación de desnutrición y obesidad en puntaje Z IMC/Edad en la fase II.

Figura 19. Clasificación y gráfico Hattori en la fase I.

Figura 20. Clasificación y gráfico Hattori en la fase II.

Figura 21. Bland-Altman de la ecuación preliminar.

Figura 22. Análisis de precisión y exactitud de la ecuación preliminar por medio de regresión.

HIPÓTESIS

Las intervenciones nutro-sensibles mejoran el crecimiento y composición corporal en niños de 2 a 6 años en comunidades de Saint-Marc, Haití.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de una intervención nutro-sensible y su impacto en el crecimiento y composición corporal en niños de 2 a 6 años en comunidades de Saint-Marc, Haití.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar el crecimiento e impacto de la intervención según los estándares de la organización mundial de la salud en niños 2 a 6 años en Saint-Marc, Haití.
- Evaluar el impacto de la intervención en masa libre de grasa y masa grasa en niños de 2 a 6 años en Saint-Marc, Haití.
- Desarrollar ecuaciones de bioimpedancia eléctrica (BIA) basados en dilución con deuterio para el cálculo de la composición corporal en niños de 2 a 6 años de Haití.

RESUMEN

Introducción. La desnutrición es un grave problema de salud pública a nivel mundial, ya que las repercusiones que ocasionan en los sujetos afectados pueden generar efectos negativos a corto, mediano y largo plazo. Para contrarrestar este problema, se han desarrollado diversos tipos de intervenciones que logren minimizar los efectos negativos de la desnutrición o bien, reducirlos. Una estrategia, son las intervenciones agrícolas nutro-sensibles, las cuales pueden impactar el estado nutricional de la población beneficiada. **Objetivo.** Evaluar la efectividad de una intervención nutro-sensible y su impacto en el crecimiento y composición corporal en niños de 2 a 6 años en comunidades de Saint-Marc, Haití. **Metodología.** En este estudio se evaluó el impacto del programa AKOSAA a partir de 132 niños de 2 a 6 años de dos zonas rurales en Saint-Marc, Haití. Se midió peso, talla, perímetro braquial, y se calcularon los indicadores como valores de puntaje Z de acuerdo a la organización mundial de la salud. El agua corporal se determinó por dilución isotópica con óxido de deuterio, de donde se derivó la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG) por diferencia con el peso. Además, se utilizó bioimpedancia eléctrica para obtener la resistencia y la reactancia, a fin de desarrollar las ecuaciones de predicción de la composición corporal. Se utilizaron pruebas de t pareada, y análisis de covarianza para el análisis de los indicadores nutricionales y de la composición corporal, respectivamente. Para la selección de variables y el desarrollo de la ecuación predictiva de composición corporal se utilizó el método “Todas las regresiones posibles” y regresión múltiple. **Resultados.** A un año después de la intervención, no se encontraron diferencias significativas en los indicadores antropométricos de Z-IMC, Z peso/ edad y Z talla/ ($p > 0.05$). En cuanto a composición corporal se encontró una diferencia significativa en el aumento de la MLG de la fase 1 a la fase 2; pero al

realizar un ajuste por sexo y edad, se perdió la significancia. La falta de efecto, puede estar asociada al corto tiempo de la evaluación, ya que la mayor parte de las intervenciones agrícolas lo ven a los 4 años. Otras intervenciones han visto efecto en menos de un año, pero proporcionado alimentos complementarios con casi 500 Kcal/día/semana extra. Finalmente, se desarrollo la siguiente ecuación de predicción de la MLG, con base en bioimpedancia eléctrica y validada con deuterio: $MLG (kg) = [(0.4380 \times IR) + (0.4307 \times \text{sexo}) + (0.4164 \times \text{peso}) + (0.0198 \times Xc) + 0.7276]$; ($R^2= 0.90$; $RCCME = 0.69 \text{ kg}$); donde: IR [Talla² (cm) / Resistencia (ohms)]; sexo (f=0, m=1), peso (kg), y reactancia (Xc) (ohms). Esta ecuación de predicción tuvo precisión, exactitud y no presenta sesgo ni colinealidad de acuerdo al diagnóstico de la regresión. Se pretende que esta ecuación pueda utilizarse para dar seguimiento a estas comunidades hasta el fin del programa AKOSAA.

INTRODUCCIÓN

La desnutrición en el niño es el resultado directo de una dieta inadecuada, en cantidad o calidad, y del efecto acumulativo de episodios repetidos de enfermedades infecciosas o de otros padecimientos. Estos factores tienen su origen en el acceso insuficiente a alimentos nutritivos, servicios de salud deficientes, saneamiento ambiental inadecuado y prácticas inapropiadas de cuidado en el hogar (UNICEF, 1998).

La insuficiencia de alimentos es la principal causa de los distintos tipos de desnutrición (crónica, global y aguda), estas pueden ser diagnosticadas con base a medidas antropométricas, por ejemplo; la desnutrición crónica se diagnostica por una baja talla o longitud para la edad, la desnutrición global por un bajo peso para la edad y finalmente la desnutrición aguda se identifica con un bajo peso para la talla o longitud (UNICEF, 2006).

La desnutrición ocasiona diversos problemas de salud que afectan a corto, mediano y largo plazo el desarrollo y vida adulta de los niños que la padecen (Blössner, y cols., 2005; Walker SP y cols., 2007). Los problemas derivados de la desnutrición afectan especialmente a la población vulnerable que viven en países en vías de desarrollo, estas poblaciones se caracterizan por un bajo nivel socioeconómico, baja escolaridad y un pobre acceso a alimentos (Blössner, y cols., 2005). Un ejemplo de población vulnerable son los menores de 5 años y mujeres embarazadas, así como adultos mayores y personas con alguna discapacidad (Aday y cols., 2001). Dentro de estos grupos, los que más repercusiones pueden tener son los niños menores de 5 años y mujeres embarazadas o en edad reproductiva, ya que las deficiencias nutricionales que se presenten en ellos afectarán el desarrollo y vida futura de los menores (Aday y cols., 2001). En estos grupos, los problemas asociados

con la desnutrición limitan el potencial de desarrollo de las próximas generaciones en aspectos como educación, desarrollo físico y mental, ingreso económico y capacidad productiva en la vida adulta. El conjunto de todos estos factores condiciona y promueve el ciclo de la pobreza (de Onis y cols. 2000).

Teniendo en cuenta la diversidad de problemas que ocasiona la desnutrición, es importante conocer el grado de afectación poblacional por este problema de importancia para la salud pública, para posteriormente desarrollar intervenciones efectivas. A nivel mundial, para el año 2012 se estimó que 842 millones de personas (12% de la población mundial) no comían lo suficiente para estar saludables, por lo cual presentaban hambre crónica (FAO, 2012). Ese mismo año, el programa mundial de alimentación encontró una prevalencia mundial de 14.3% de desnutrición en niños menores de 5 años (PMA, 2012).

Como se mencionó anteriormente, la pobreza se encuentra directamente relacionada con los niveles de desnutrición en sus diferentes grupos etarios. En el hemisferio occidental, Haití es el país más pobre según el índice de desarrollo humano, el cual estima que un 40% de su población sufre de inseguridad alimentaria donde niños menores de 5 años y mujeres embarazadas o en edad reproductiva son los más afectados (IDH, 2015).

Debido a que la desnutrición es un problema que afecta principalmente a niños y mujeres en edad reproductiva, es necesaria la implementación y evaluación de la efectividad de una intervención agrícola nutro-sensible y su impacto en el crecimiento y composición corporal en niños en comunidades rurales de Haití.

ANTECEDENTES

La desnutrición es un grave problema de salud mundial, ya que en la población infantil se asocia con retraso en el crecimiento y alteraciones en el metabolismo (Parra y cols., 2003). Algunas de estas alteraciones son obstáculos para el desarrollo intelectual, social y personal de los niños afectados. Asimismo, aquellos que presentaron problemas de desnutrición infantil, tienen mayor probabilidad de tener problemas de lenguaje, coordinación muscular, retraso en el desarrollo motor, disminución en la capacidad cognoscitiva y un bajo rendimiento escolar (Parra y cols., 2003; de Onis y cols., 2000). Además, suelen ser más propensos a contraer enfermedades infecciosas y desarrollar cuadros diarreicos y (de Onis y cols., 2000).

Para poder identificar la desnutrición, es necesario llevar a cabo una evaluación del estado nutricional empleando indicadores específicos para el grupo poblacional a estudiar.

Evaluación del Estado Nutricional

La evaluación del estado nutricional involucra todas aquellas mediciones y clasificaciones por medio de las cuales se puede diagnosticar nutricionalmente el estado de los sujetos medidos (Gibson, 1990).

La evaluación más sencilla se lleva a cabo por medio de la antropometría. Sin embargo, existen otras técnicas como la composición corporal que logran dilucidar la distribución de los distintos componentes del cuerpo y observar diferencias en sujetos sanos y enfermos (Wells y Fewtrell, 2008).

Antropometría

La antropometría es la base del diagnóstico y evaluación del estado nutricional, se encarga de la medición de las dimensiones físicas corporales, como el peso, la longitud o talla y los perímetros o circunferencias (Gibson, 1990; Lohman, 1988). Con datos antropométricos se construyen distintos índices que son útiles para evaluar el estado nutricional actual y pasado. Por ejemplo, el peso para la longitud o talla, refleja la armonía del crecimiento al asociar la ganancia de peso en concordancia con la ganancia de talla (OPS, 2002). Es decir, permite identificar a niños que tienden a una ganancia deficiente de peso en relación a la talla, o sea niños que tienen desnutrición aguda o emaciación (OPS, 2002). Además, el indicador de talla para la edad es un reflejo del crecimiento a largo plazo, ya que los cambios en la talla son más lentos, y finalmente el peso para la edad es un parámetro global de desnutrición que puede tener inferencia de desnutrición aguda y crónica (OPS, 2002).

El perímetro del punto medio del brazo o perímetro braquial, es un indicador indirecto de desnutrición aguda, ya que una medición entre 115 y 125 mm se relaciona con desnutrición aguda moderada (MAM) y menor de 115 mm con desnutrición aguda severa (SAM) en niños de 6 a 60 meses (OMS, 2009). Esta medición es un método no invasivo, fácil de realizar, económico y rápido, por lo cual es un método práctico para evaluaciones nutricionales en campo. Se considera además un predictor de mortalidad y un indicador de riesgo poblacional (Mwangome y cols., 2012).

Composición Corporal

La medición de la composición corporal es de gran ayuda para aumentar la precisión de la evaluación nutricional en conjunto con la antropometría y desarrollo de índices. Ya que, desagregando los diferentes componentes y tejidos del cuerpo, podremos conocer con mayor exactitud el desarrollo y crecimiento del sujeto medido al analizar los compartimentos; dos de los más comúnmente medidos son la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG) (Lohman y cols., 1986; Lukazki, 1987). A partir de estos datos en conjunto con los antropométricos, se realiza la expresión más simple de la composición del cuerpo, al desagregar el peso total en estos dos compartimentos.

La medición de la composición corporal nos brinda mayor información que la que nos otorgan las medidas antropométricas, que sirven para la construcción de indicadores del estado de nutrición. Sin embargo, no aportan información acerca de las respuestas del cuerpo a diferentes tratamientos o intervenciones, como por ejemplo los estados de hidratación, pérdida muscular, pérdida o ganancia de grasa, ni del riesgo real de padecer enfermedades como hipertensión y diabetes tipo II y padecimientos cardio y cerebro vasculares (Wells y Fewtrell, 2008).

Agua Corporal Total (ACT) por Dilución con D₂O.

El agua es el mayor componente del cuerpo. Al nacer, el cuerpo contiene entre 70% a 75% de agua; al crecer, la proporción disminuye a 50-60% en adultos sanos, y a menos de 40% en adultos con obesidad (OIEA, 2010). Teniendo en cuenta el supuesto que casi toda el agua corporal está en la MLG, al conocer el ACT, se puede estimar la cantidad de MLG, y por diferencia, la MG. El ACT puede medirse utilizando la técnica de dilución con óxido de deuterio (D₂O), y

también se puede estimar por bioimpedancia eléctrica (BIA), la cual requiere de una ecuación de predicción específica para la población a medir (OIEA 2009).

El deuterio es un isótopo estable no radiactivo de hidrógeno (^2H), que se encuentra naturalmente en el cuerpo humano en bajas cantidades. En la técnica de dilución con deuterio para medir el agua corporal, se administra oralmente una dosis conocida de D_2O (99.8% de pureza), la dosis administrada se mezcla y homogeniza con el agua corporal unas horas después de consumirse y se puede rastrear en muestras biológicas en orina, saliva, sudor y leche materna (OIEA, 2010). Dichos fluidos corporales se utilizan como muestra para medir el enriquecimiento de deuterio a través de espectrometría de masas (IRMS) o espectrometría de infrarrojo por transformadas de Fourier (FTIR) (OIEA, 2010). Para determinar la concentración de deuterio en el fluido deseado, es necesario primero tomar una muestra basal con el fin de conocer la concentración de deuterio pre-dosis en el fluido y posteriormente una muestra post-dosis para observar la concentración de deuterio al encontrarse totalmente disuelto en los fluidos corporales (OIEA, 2010). La estabilización del deuterio en los fluidos corporales tiene diferentes tiempos según la edad del sujeto medido. A mayor edad, menor cantidad de agua y menor recambio de agua por lo que es necesario aumentar el tiempo entre la dosificación y la toma de muestra post-dosis, normalmente el tiempo de equilibrio se encuentra entre las 3 a 6 horas después de la dosificación (OIEA, 2010).

Métodos de Campo para la Estimación de la Composición Corporal

Existen diversos equipos y métodos para estimar la composición corporal. Por una parte la antropometría, utilizando uno o varios pliegues adiposos o pliegues cutáneos, como el caso de las ecuaciones de Durnin y Womersley

(1974), y diversas ecuaciones (Jackson & Pollock, 1980) con múltiples pliegues, que han sido validadas principalmente con hidrodensitometría.

Sin embargo, uno de los métodos de campo más utilizados para estimar la composición corporal en distintas poblaciones es la bioimpedancia eléctrica (BIA). Este método de campo, se basa en el principio de conductividad de los diferentes componentes de nuestro organismo en donde las principales variables a medir son la resistencia y reactancia (Baumgartner y cols., 1989). Además de la resistencia y reactancia se utiliza un índice que involucre directamente el principio de BIA, y éste es el índice de resistencia (IR). El IR se calcula elevando al cuadrado la talla (centímetros) sobre la resistencia (ohms) $IR = \text{Talla}^2(\text{cm}) / \text{Resistencia}$.

Este método, normalmente se encuentra validado con métodos de referencia que midan alguno de los diferentes compartimentos ligados al agua, por consiguiente la mayoría de las ecuaciones estarán ligadas a estimar estos compartimentos (Chan y cols., 1998; Lingwood BE y cols., 2000). Según el principio, los tejidos en donde predomina el agua y iones tendrán una mayor conductividad o menor resistencia al paso de la corriente eléctrica, por el contrario, en los tejidos que tienen menor cantidad de agua habrá una menor conductividad y una mayor resistencia al paso de la energía eléctrica (Figura 1).

Clasificación y Análisis Hattori

La evaluación nutricional por composición corporal tiene como objetivo conocer la cantidad de los diferentes componentes corporales. Sin embargo, no refleja la diferencia entre proporciones de los componentes del cuerpo. Por este motivo, se desarrolló un método de análisis de la composición corporal que refleja estos cambios. Este análisis es el denominado “gráficos Hattori” (Hattori y cols.,

1997), el cual requiere primeramente desagregar el índice de masa corporal (IMC) en dos componentes: a) el índice de masa grasa (IMG), expresado como los kg de masa grasa (MG) entre la talla (m) al cuadrado y b) el índice de masa libre de grasa (IMLG), expresado como los kg de masa libre de grasa (MLG) dividido entre la talla (m) al cuadrado. Esto es el resultado de combinar la antropometría con la composición corporal. El siguiente paso consiste en analizar la distribución de los IMG e IMLG y calcular los cortes a +/- una desviación estándar, el IMG sobre la ordenada y el IMLG sobre la abscisa (Figura 2) (Hattori y cols., 1997).

Potencialmente, este tipo de análisis podría ser útil para explorar la evolución del estado de nutrición de un período a otro (cortos o largos) y ver si los cambios se dan más hacia la parte adiposa o hacia la parte magra (VanItallie y cols., 1994; Wells JCK, 2000; Hattori y cols., 2004; Xiong y cols., 2012) (Figura 3).

Intervenciones Nutricionales

Las intervenciones nutricionales tienen como propósito evitar la aparición de enfermedades relacionadas con la nutrición, coadyuvar en el tratamiento de una enfermedad existente, tratando de minimizar o evitar los daños por la enfermedad, así como mejorar los indicadores o parámetros del estado de nutrición en diferentes grupos poblacionales en el ámbito de la salud pública (eLENA, 2016).

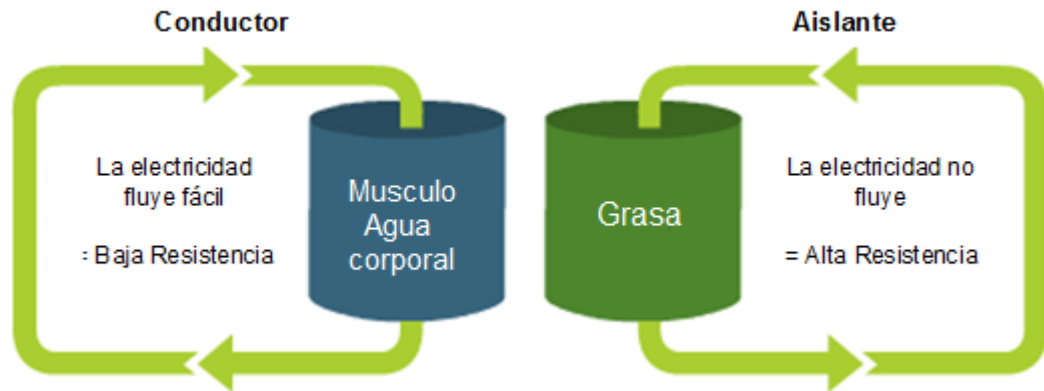


Figura 1. Conductividad en los diferentes tejidos (Lukasky, 1985).

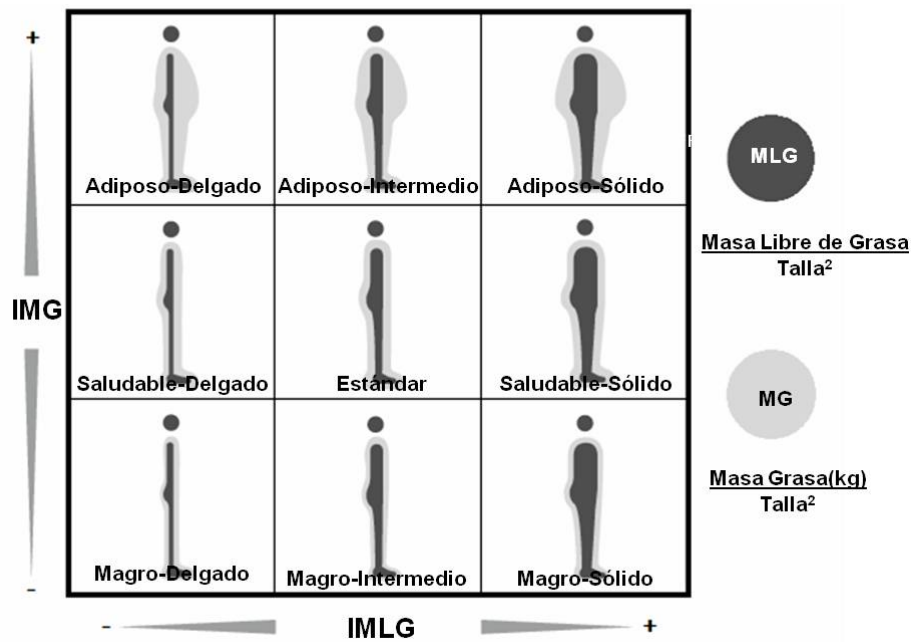


Figura 2. Clasificación y esquema Hattori.

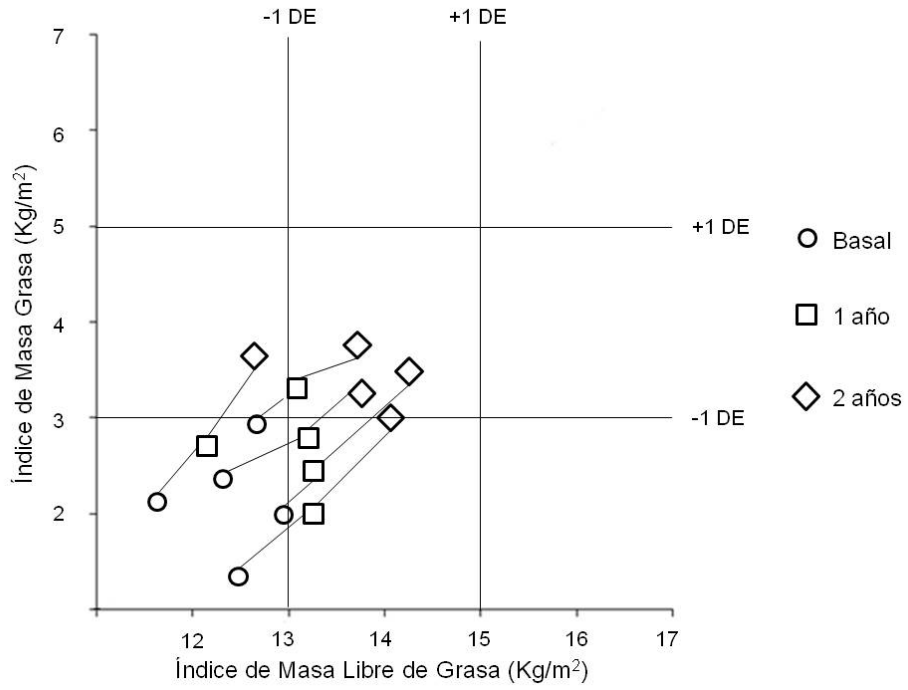


Figura 3. Posible escenario en un estudio de seguimiento con base al análisis Hattori.

Existen diversos tipos de intervenciones nutricionales, cada una de ellas con propósitos y enfoques diferentes. Existen intervenciones conductuales, de enriquecimiento, de medidas relacionadas a la salud, suplementación y medidas sanitarias de tipo situacional. Las intervenciones conductuales se centran en las correcciones de las prácticas y los hábitos personales; las intervenciones de enriquecimiento consisten en aumentar de forma deliberada el contenido de los micronutrientes esenciales en los alimentos a fin de mejorar la calidad nutricional de éste. Las intervenciones de suplementación se enfocan en brindar algún micronutriente en específico o combinado que coadyuve a mejorar el estado nutricional de la población intervenida. Las intervenciones de medidas sanitarias de tipo situacional se enfoca en una etapa, periodo o estado específico en el cual la población intervenida necesita de atención inmediata para detener o disminuir los efectos negativos causados por el problema; y finalmente las intervenciones relacionadas a la salud son un conjunto de intervenciones que tienen por propósito mejorar parámetros específicos en marcadores de salud, dentro de estas se encuentran las intervenciones agrícolas con enfoque nutricional (eLENA, 2016).

Intervenciones Agrícolas

Existen diferentes enfoques dentro de las intervenciones agrícolas, ya que algunas se centran en horticultura, en ganado, mezcla de horticultura y ganado o bien solo en cuestiones de riego (Berti y cols., 2003). Independientemente del enfoque de la intervención agrícola, la efectividad de estas se encuentra directamente relacionada con la cantidad de capitales involucrados dentro de la intervención (Berti y cols., 2003).

Existen 5 tipos de capitales involucrados en las intervenciones agrícolas, estos capitales al aumentar la cantidad de capitales también se incrementa la

efectividad de las intervenciones agrícolas en cuanto a parámetros nutricionales como antropometría y bioquímica nutricional (Berti y cols., 2003) (Tabla I).



En la Tabla II se presentan algunas de las intervenciones agrícolas nutrosensibles que tuvieron un efecto significativo en parámetros antropométricos de niños, así como otras que no los tuvieron o incluso empeoraron (CARE, 1995). Es difícil observar impactos positivos en antropometría de niños, ya que las intervenciones no inciden directamente en la población, sino que el efecto es indirecto. El efecto directo de las intervenciones agrícolas son en producción, mayor extensión de cultivo, y dependiendo de la intervención, un mayor ingreso económico (Bezner y cols., 2010; Kassa y cols., 2003).

Según la revisión de Girard (2012), el tiempo de intervención es importante para lograr observar cambios en la antropometría en niños. Asimismo, en algunos estudios se observó que las modificaciones en los indicadores antropométricos fueron identificados hasta los 4 años posteriores al inicio de la intervención en los niños (HKI, 2004, 2009 y 2010; Taludker y cols., 2010; Olney y cols., 2009). Por todos estos motivos, se considera necesaria la evaluación del efecto de los programas agrícolas a largo plazo.

Tabla I. Tipos de capitales utilizados en las intervenciones agrícolas.

<p>Capitales Naturales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas y usos de agricultura sustentable • Intensificación de los sistemas existentes • Diversificación al añadir nuevos sistemas
<p>Capitales Físicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo en aumento de la extensión de tierra cultivada • Nuevas herramientas y sistemas • Diferente tipo de ganado y aumento de este
<p>Capitales Sociales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de procesos sociales y participativos
<p>Capitales Humanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de entrenamiento en agricultura • Programas de educación nutricional • Consideraciones de genero
<p>Capitales Económicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a créditos • Subsidios • Productos de valor agregado • Mercadeo con valor agregado

Tabla II. Efecto de algunas intervenciones agrícolas en parámetros

Estudio	País	Capitales	Efecto
Marsh y cols., 1998; KHI, 1993	Bangladesh	N, F, S, H y E	Baja talla / edad Bajo peso / edad 
CARE, 1995	Nepal	N y F	Aumento de bajo peso para la edad, baja talla para la edad y bajo peso para la talla
English y cols., 1997; English y cols., 1998	Vietnam	N, F, S, H y E	Reducción del indicador de baja talla / edad de 50% a 42%
Popkin y cols., 1980	Filipinas	F y H	Peso / Talla SAM 
Ayalew y cols., 1999	Etiopía	N, F, S, H y E	Sin diferencia
Galal y cols., 1987	Egipto	F, S, H y E	Sin diferencia
Brun y cols., 1991	Haití	F y E	Sin diferencia
Kurth y cols., 1989	Malawi	E	Sin diferencia
Sornmani y cols., 1981	Tailandia	N y E	Sin diferencia

Abreviaturas: N, naturales; F, físicos; S, sociales; H, humanos; E, económicos; SAM, desnutrición severa aguda

METODOLOGÍA

Diseño General del Estudio

El presente trabajo se planteó como un estudio prospectivo, cuasi-experimental con grupo control no equivalente, pre-prueba y post-prueba.

Consideraciones bioéticas

El estudio contó con la aprobación de dos comités de bioética (México-Haití). En México, la aprobación la otorgó el Comité de Bioética en Investigación del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora, como estudio de riesgo mínimo y la aprobación en Haití la otorgó el Comité de Ética del Ministerio de Salud Pública y Población (MSPP). Además, se solicitó la firma del consentimiento informado a las madres o tutoras de los niños, el cual se entregó y explicó en el idioma criollo (idioma más utilizado y conocido por la población de Haití).

Descripción de la intervención agrícola

La intervención agrícola que se evaluó en este estudio se llama “AKOSAA” (Building Capacities to Improve Food Security in Haiti; por sus siglas en criollo) y se encuentra financiada por el “Ministry of Foreign Affairs, Trade and Development of Canada” (DFATD) y a cargo de la Universidad de Laval. El

programa AKOSAA tiene una duración de 5 años y se enfoca en la innovación agrícola, educación nutricional y el aprovechamiento de las cadenas de valor.

Este proyecto contempla una intervención parcial, donde no se incluyeron los huertos familiares y solamente consistió de intervención educativa, la cual se llevó a cabo en la región comunal de Charrette, y una intervención agrícola completa (huertos familiares y educación) en la región de Lalouère, ambas en Saint-Marc, Haití (Figura 4).

AKOSAA es un proyecto multisectorial, que combina sectores como agronomía, nutrición, agro-economía, iniciativas de la comunidad, así como universidades, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales y comunidades rurales. También se le considera de impacto sustentable por la estimulación e innovación a través de actividades de investigación y el fomento de las capacidades productivas.

Específicamente el proyecto AKOSAA planea lograr su objetivo de mejorar los niveles de nutrición y disminuir la inseguridad alimentaria por medio de los siguientes puntos:

1. Promoviendo cultivos con una alta densidad de nutrientes.
2. Utilizando cultivos locales y el conocimiento tradicional de la región.
3. Relacionando prácticas culinarias con el valor nutricional aportado.
4. Promoviendo prácticas de higiene y conservación de alimentos.
5. Asociando las 3 características principales: la intervención agrícola, cadenas de aprovechamiento de valor y la educación nutricional.

Según la investigación bibliográfica del proyecto AKOSAA, y basados en los puntos anteriores, se espera lograr la reducción de la inseguridad alimentaria.



Figura 4. Ubicación geográfica de las regiones intervenidas

En Lalouère existen tres zonas agro-ecológicas, en donde en cada una se promueven distintos cultivos. En la zona de Bois L'Etat-Grand Fond se introdujeron los siguientes cultivos:

- Maíz
- Sorgo
- Garbanzo
- Camote
- Cacahuete

En la zona comprendida desde Barbe hasta Lagarenne (área con riego) se cultivan los siguientes:

- Plátano
- Arroz
- Caña de azúcar
- Tomate
- Frijol
- Camote
- Maíz

Y finalmente en la zona de Gilbert (montañas) se promovieron los cultivos:

- Caña de azúcar
- Cassava
- Cacahuete
- Maíz
- Sorgo
- Garbanzo
- Tomate

Con estos distintos tipos de cultivos y utilizando estratégicamente los cultivos según la zona agro-ecológica pertinente, AKOSAA pretende incidir en el ingreso económico, variedad de alimentos y conocimientos agrícolas y nutricionales. Además algunos de los cultivos ya se utilizaban en la región y algunos otros serán introducidos debido a su mejor perfil nutricional. Algunos de los cultivos clave son el camote y soya por la cantidad de compuestos provitamina A y la cantidad de proteína respectivamente.

Todo lo anterior, aunado a la intervención nutricional y al apoyo en el aprovechamiento de las cadenas de valor, hace que el proyecto AKOSAA requiera de una evaluación independiente que mida los cambios y el impacto del programa, a fin de conocer si estos factores involucrados en la intervención son suficientes para hacer un cambio significativo en la población intervenida. En este estudio, nos abocamos a estudiar el efecto del programa AKOSAA en parámetros antropométricos y de composición corporal en dos poblaciones (intervención completa vs intervención parcial) de la zona rural de Saint-Marc, Haití.

Sujetos

El estudio se realizó en dos fases, las mediciones de la primera fase comprendieron los meses de Octubre-Noviembre del año 2015 en las zonas rurales de Saint-Marc, Haití, en donde se contó con la participación de 131 niños. El siguiente año, las mediciones de la segunda fase se realizaron en el mes de Octubre del 2016, donde se contó con la participación y seguimiento de 91 niños.

Los criterios de participación fueron los siguientes:

Inclusión:

- Niños y niñas residentes de la región comunal de Saint-Marc, Haití.
- Tener entre 24 a 72 meses de edad cumplidos al momento de la primera medición.
- Ser beneficiario del programa educacional.
- Contar con el consentimiento informado de la madre.

Exclusión:

- Vómito, diarrea o fiebre 72 horas previas a las mediciones.
- Enfermedades que comprometan cambios en el estado hídrico y composición corporal del niño.

Eliminación:

- Madre decida retirar a su hijo(a) del estudio.
- Falta de algún dato, pérdida o error en la captura.
- Cambio de residencia o no localización en la segunda medición.

Selección y tamaño de muestra

Los participantes se seleccionaron aleatoriamente a partir de los hogares participantes del programa educativo dentro de dos de las 6 áreas rurales en la región de Saint-Marc. El área de Charrette fue la región donde se implementó la intervención de educación nutricional (intervención parcial) y en Lalouère, la

intervención en educación nutricional en conjunto con la intervención agrícola nutro-sensible (intervención agrícola completa).

El tamaño de muestra se calculó con base a datos de un estudio previo de composición corporal en niños de Hermosillo, Sonora a partir de la siguiente ecuación, donde $Z\alpha$ (1.96) β (0.80; error 20%), d (0.87kg MG), σ^2 (2.53):

$$N = \frac{2(\sigma^2)(Z\alpha + \beta)^2}{d^2}$$

Figura 5. Ecuación para determinar el tamaño de muestra.

Como resultado se obtuvo un tamaño de muestra necesario de 52 sujetos por cada grupo (104 en total), se realizó un ajuste de ~ 20 % de pérdida de sujetos por el seguimiento a un año (2015-2016), dando un total de muestra de 124 niños (62 por grupo).

Métodos

Todas las mediciones y determinaciones se realizaron en los centros de salud de las áreas rurales de Saint-Marc, Haití, con una excepción; la determinación de agua corporal total por Espectrofotómetro de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), la cual se realizó en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad de Sonora en la ciudad de Hermosillo, México.

Evaluación Antropométrica del Estado Nutricio:

Peso: El peso se midió a través de una balanza electrónica marca SECA (0-150 ± 0.05 kg, Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemania) cuidando que la medición se efectuara cuando el participante este inmóvil y con la menor cantidad de ropa posible, así como removiendo cualquier accesorio o prenda innecesaria que aumente el peso (Gibson, 1990; Lohman y cols., 1998).

Talla: Por medio de un estadiómetro portátil marca SECA modelo 213 (60-210 ± 1 cm, Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemania), el participante se colocó de espalda al estadiómetro con talones juntos y puntas ligeramente separadas (aproximadamente 35° de separación). La parte posterior del sujeto debe estar en contacto con la superficie del estadiómetro (talones, glúteos, espalda y cabeza) y se colocó la cabeza en plano de Frankfurt, se le pidió al participante una inhalación y exhalación profunda, al momento en que se exhala se realizó la medición (Gibson, 1990; Lohman y cols., 1998) (Figura 6).

Perímetro Braquial (solo niños): Por medio de una cinta de fibra de vidrio que proporciona la OMS (150 ± 0.1 cm), se midió el perímetro braquial o perímetro de la parte media del brazo. Se tomó el brazo izquierdo del sujeto y se coloca a 90° para medir el punto medio entre el acromion (hombro) y el olecranon (codo), el cual se marcará en la parte externa del brazo. A partir de este punto de referencia, se rodea el brazo con la cinta y se hace una ligera presión para así tener la medición exacta (Gibson, 1990; de Onis y cols., 1989; Lohman y cols., 1998) (Figura 7).



Figura 6. Medición de talla en niños.



Figura 7. Medición del perímetro braquial

En niños los datos antropométricos se analizaron empleando el programa WHO Anthro 3.2.2 para niños menores de 5 años (OMS, 2006) y WHO AnthroPlus 1.0.4. (OMS, 2007) para niños mayores de 5 años.

Evaluación de la Composición Corporal (niños):

La composición corporal se analizó mediante la técnica de dilución con óxido de deuterio, medida en muestras de saliva por medio de Espectrometría de Infrarrojo por Transformadas de Fourier (FTIR).

Dosificación de óxido de deuterio (D₂O) al 99.8%: Antes de realizar la dosificación se tomó una muestra de saliva basal de 1 a 2 mL, con un hisopo de algodón estéril, el cual se colocó en la boca del niño durante 1-2 minutos o hasta que se encontrara lo suficientemente húmedo para extraer saliva de él y siempre utilizando un guante de látex nuevo entre cada niño, por cada muestra basal y post-dosis, así como a la hora de dosificar. La muestra de saliva basal se recolectó en un vial criogénico, etiquetado con la clave del voluntario y se anotó la hora de la toma de la muestra de saliva basal, con la finalidad de conocer la concentración basal de deuterio en el agua corporal total del sujeto a dosificar (OIEA, 2010) (Figura 8).

Una vez que se obtuvo la muestra de saliva basal, se realizó un cálculo preliminar para conocer la cantidad de dosis necesaria para cada niño, el cálculo se realizó a razón de 0.6 g D₂O por kg de peso corporal (López-Jiménez CA y cols., 2013). Por motivos de tiempo y logística, se decidió tener preparadas las dosis de deuterio según ciertos intervalos de peso, con esto, se administraba la dosis preparada con el peso más cercano a la cantidad resultante del cálculo preliminar. Las dosis se prepararon en las instalaciones del proyecto AKOSAA, en recipientes nuevos y limpios de 75 mL debidamente sellados y etiquetados con la cantidad de dosis contenida (Figura 9).



Figura 8. Toma de muestra de saliva basal con un hisopo de algodón.



Figura 9. Preparación de dosis de deuterio y dosificación.

Las dosis se transportaron y resguardaron con geles refrigerantes hasta el momento de su uso.

Para la dosificación a los voluntarios, se giró el recipiente procurando que el líquido pasara por todas las paredes del envase para evitar con esto el fenómeno de fraccionamiento isotópico (OIEA, 2010). Una vez finalizado este movimiento y con el óxido de deuterio a temperatura ambiente, se destapó el recipiente y con una pajilla (popote), se ofreció la dosis al voluntario. Una vez que el voluntario tomó su dosis completa, se añadieron 50 mL de agua potable y se agitó nuevamente, esperando que los residuos de deuterio se diluyeran en el agua. Al finalizar, con la misma pajilla se ofreció esta agua de lavado al participante hasta que la consumió en su totalidad. Posteriormente, se registró la hora de dosificación para la recolección de la muestra de saliva post-dosis (3 horas) (OIEA, 2010; López-Jiménez CA y cols., 2013).

La muestra de saliva post-dosis (3 horas) se recolectó bajo las mismas indicaciones, precauciones y técnicas descritas anteriormente para la toma de muestra de saliva basal. Durante el tiempo transcurrido entre ambas tomas, se anotaron y pesaron los alimentos y bebidas que los menores ingirieron en este lapso de tiempo, también se indicó a las madres de familia o tutores de los menores participantes que éstos debían vaciar vejiga e intestinos antes de la dosificación, por lo que se trató de evitar el uso de los baños por parte de los niños, a fin de monitorear las entradas y salidas de agua en el cuerpo, para posteriormente realizar un ajuste al cálculo final del agua corporal total (OIEA, 2010).

Una vez que se recolectaron las muestras de saliva post-dosis, se colocaron en bolsas herméticas y se congelaron a -20°C hasta su traslado al Laboratorio de Nutrición de la Universidad de Sonora, en donde se realizó el análisis por medio de Espectrometría de Infrarrojo por Transformadas de Fourier (FTIR) en el equipo Shimadzu Affinity-1 (Shimadzu Corp. Japón). Así,

se obtuvieron los valores de enriquecimiento de D₂O en las muestras de saliva, en mg/kg (OIEA, 2010).

El agua corporal total (ACT) se calculó mediante la siguiente fórmula (OIEA, 2009):

$$ACT = \frac{(Concentración\ de\ D2O\ en\ la\ dosis)(Dosis\ administrada)/1.042}{Enriquecimiento\ de\ D2O\ en\ la\ muestra\ de\ saliva\ post - dosis}$$

En donde la concentración de deuterio en la dosis se encuentra indicada en la botella de deuterio (en nuestro caso se utilizó deuterio a una pureza del 99.8%), la cantidad de dosis administrada se recabó del expediente, se utilizó 1.042 como factor de corrección por secuestro de deuterio en reacciones metabólicas normales (4.2% del total de deuterio) y finalmente la concentración de deuterio en la dosis fue obtenida por FTIR (OIEA, 2009) (Figura 10).

Bioimpedancia Eléctrica (BIA): Empleando el equipo Body Composition Analysis Imp-DF50 ImpediMed (ImpediMed Ltd, Pinkenba, Australia), se midió bioimpedancia eléctrica de monofrecuencia, dicho equipo envía una corriente eléctrica a 50 kHz en puntos específicos proporcionados por el fabricante. Este equipo brinda diversos datos de composición corporal y características de conductividad eléctrica del sujeto medido, de todas estas mediciones sólo se tomaron la resistencia y reactancia, estas variables se utilizarán en un futuro para la predicción de la composición corporal mediante el algoritmo de predicción de la composición corporal diseñado en esta tesis.

Para una óptima medición de la bioimpedancia eléctrica se es necesario un reposo de 5 minutos, así como ausencia de ropa y accesorios metálicos, así como fuentes de energía externa que pudieran alterar las mediciones (Sidhu y cols., 1994; Lingwood y cols., 2000) (Figura 11).



Figura 10. Cuantificación de deuterio en muestras de saliva por FTIR

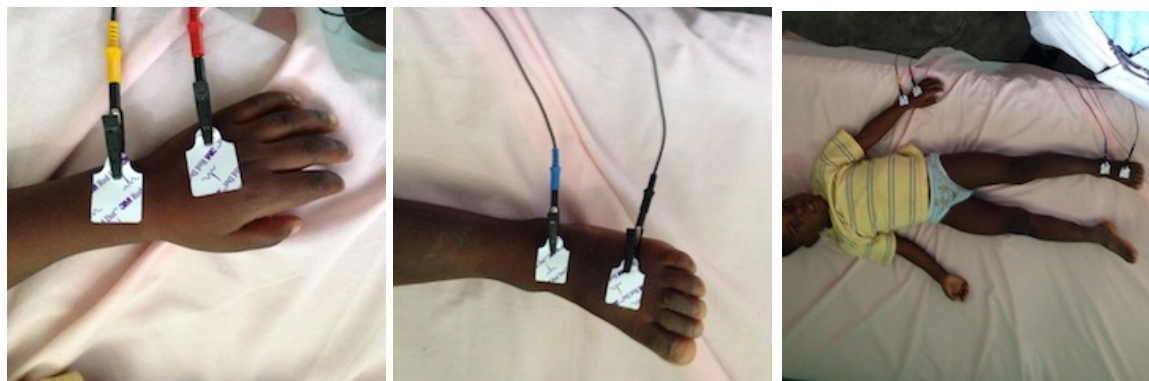


Figura 11. Colocación de electrodos y medición de BIA.

Los electrodos de corriente se colocaron en la superficie ventral de la mano y pie, y los electrodos de voltaje en la superficie dorsal de la muñeca y tobillo (Lingwood y cols. 2000), procurando la separación óptima de los electrodos reportada para neonatos de 2.0-2.5 cm (Sidhu y cols., 1994). Se obtuvo la resistencia (R), reactancia (X_c) e impedancia (Z) a 50 kHz.

Desarrollo de Gráficos Hattori:

Los puntos de corte establecidos para estos gráficos, (+1 y -1 desviaciones estándar de la masa libre de grasa y masa grasa) fueron tomados de un estudio previo en niños menores de 3 a 24 meses de Sonora, México (López-Jiménez y cols., 2015), esto debido a la falta de valores de referencia de composición corporal en niños menores, y especialmente la falta de información de composición corporal de niños de origen africano.

Desarrollo de Algoritmos para Estimar la Masa Libre de Grasa:

Se desarrolló una ecuación de predicción para masa libre de grasa con base en datos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica. Estas ecuaciones están validadas mediante la técnica de dilución isotópica con óxido de deuterio.

Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa estadístico NCSS Versión 8.0.14 (LLC. Utah, USA). Cada variable fue verificada para identificar valores extremos y no plausibles biológicamente. Se verificó la normalidad de las distribuciones y la homocedasticidad. Aquellas variables que presentaran desviaciones serias en la normalidad y homogeneidad de varianza, se transformaron logarítmicamente previo a su análisis. El análisis de las diferencias de los puntajes Z de los indicadores del estado de nutrición fue por

medio de una $t_{\alpha=0.05}$ pareada ya que sólo se analizaron aquellos sujetos que fueron medidos en ambas fases (inicial y final) al año de la intervención. Las variables de composición corporal, al no estar estandarizadas por edad y sexo como el caso de los puntajes Z con alguna referencia internacional, se analizaron primeramente en forma cruda por ANOVA de dos vías (tipo de intervención y fase) y posteriormente, se analizaron por ANCOVA, ajustadas por variables que podrían resultar confusoras, como el sexo o edad.

Para la selección del mejor modelo predictivo de la composición corporal, se aplicó el método de “Todas las Regresiones Posibles”. Se identificó los subgrupos de variables utilizando el coeficiente de Mallow (C_p), que garantiza el modelo menos sesgado, y que corresponda al valor más cercano al número de variables independientes más uno (Kutner y cols., 2004). Posterior a la selección de variables, se realizaron las regresiones múltiples para cada caso y el diagnóstico de regresión, analizando el ajuste a la normalidad del modelo y posible colinealidad.

Se utilizaron como variables independientes el peso, la talla y parámetros de bioimpedancia, como el índice de resistencia [$(\text{Talla}_{\text{cm}})^2 / \text{Resistencia}$] y reactancia (X_c), y finalmente el sexo y la edad. Para la variable dependiente se utilizó la MLG (kg), calculada a partir del agua corporal total (ACT) y a su vez, obtenido por el método de dilución con deuterio.

La validez interna de la ecuación se realizó por medio del programa estadístico MedCalc, versión 15.0 (MedCalc Software, Ostend, Bélgica) utilizando el análisis Bland & Altman (1986), el cual determina de manera gráfica y por regresión, el posible sesgo del algoritmo desarrollado. La precisión y exactitud de la ecuación se determinó por el análisis de regresión, en el que se compara la variable estimada con la medida, esto en función con la línea de identidad. Adicionalmente se utilizó el coeficiente de correlación de

concordancia (pc) (Lin, 1989 y 2000) con el que evalúa el grado en que cada par de observaciones caen sobre la línea de identidad, este coeficiente contiene medidas de precisión (p) y de exactitud (Cb), donde, $pc = (p \times Cb)$. Para el caso la “ p ” se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson; una medida de precisión que evalúa cómo cada punto se desvía de la línea estimada o línea de mejor ajuste. El Cb , es el factor de corrección de sesgo, que mide como la pendiente difiere de la línea de identidad, lo cual nos indica exactitud.

RESULTADOS Y DISCUSION

Este estudio en la fase de inicio contó con la participación de 131 niños (Fase I), que pasaron por todas las mediciones antropométricas y de composición corporal. Para la segunda fase, sólo fue posible contar con 90 niños, lo que corresponde a una atrición del 30%, y una reducción del 12.5% de lo estimado para el tamaño de muestra. Adicionalmente, se eliminaron 3 sujetos por ausencia de respuesta o respuesta incompleta (2 sujetos sin talla en seguimiento y otro sujeto con error de registro), para un total final de 87 sujetos en las dos fases con antropometría completa.

Con los 87 sujetos con antropometría completa, se inició el proceso de limpieza de datos espurios para el análisis de composición corporal por deuterio y bioimpedancia eléctrica. Se eliminaron de la base de datos a 19 participantes: 3 por no consumir la totalidad de la dosis de deuterio, otro más por falta de datos de bioimpedancia eléctrica, y finalmente 15 sujetos por valores negativos de grasa corporal, debido a un consumo insuficiente de la dosis de deuterio o valores no plausibles biológicamente. Además, se eliminaron 3 valores extremos por medio de la prueba T^2 . Dicha prueba se basa en la distancia de Mahalanobis para cada punto con respecto a la media de la distribución de esa variable, que correspondían a valores contradictorios extremos en relación a su porcentaje de grasa y al índice de masa corporal. Al finalizar la limpieza de la base de datos se obtuvo un total de 65 sujetos con mediciones completas en ambas fases en el segmento de composición corporal.

Antropometría

La Tabla III y IV presentan las características físicas de los niños participantes,

divididos por el tipo de intervención: a) la intervención completa (región del programa agrícola y educativo) y b) intervención parcial (región del programa educativo), a su vez dividido en las fases de inicio (fase I) y al año de la intervención (fase II). No se encontraron diferencias en peso, talla y perímetro braquial ni en sus respectivos puntajes Z ($p > 0.05$).

Debido a que 44 % de los niños reclutados rebasarían los 60 meses de edad al final de la intervención, o ya habían rebasado la edad preescolar, se tomó el indicador Z-IMC en vez del Z-Peso/Talla. El indicador de Z-IMC está altamente relacionado con el indicador Z-Peso/Talla por lo que se decidió utilizarlo para unificar bajo el mismo criterio a ambos grupos de edad (López-Jiménez CA y cols., 2013) (Figura 12).

Este último, es el que se utiliza en población preescolar para el diagnóstico de emaciación y específicamente para identificación de desnutrición aguda severa (SAM) y desnutrición aguda moderada (MAM). Estos sistemas han sido utilizados internacionalmente por la UNICEF y la OMS para dar seguimiento de alimentación complementaria en países con niveles de pobreza elevados.

El análisis de los indicadores antropométricos se llevó a cabo con base en los puntajes Z de IMC/edad, peso/edad y talla/edad, y se presentan por fase y puntaje Z de los indicadores respectivamente (Figuras 13-15).

Al inicio del estudio, en la Fase I, los valores de Z-IMC, indicador de estado de nutrición actual, no fueron diferentes en el grupo de intervención completa comparado con el grupo de intervención parcial, con valores de Z de -0.32 y -0.17 respectivamente ($p = 0.47$) (Figura 13).

Por otra parte, el Z-IMC del grupo de intervención completa en la Fase I, pasó de -0.32 a -0.62 ($p = 0.18$) y el de intervención parcial, mostró la misma relación de cambio que no fue significativa, pasando de -0.17 a -0.44 ($p = 0.19$),

las medias de ambos grupos se encuentran dentro de los parámetros normales según los indicadores de la OMS. Así mismo, la diferencia al final de la intervención, correspondiente a la Fase II, no mostró diferencia significativa por efecto del programa completo de intervención agrícola-educativo, comparado con la intervención parcial que incluye sólo el programa educativo.

Los valores de Z-Peso/Edad tampoco fueron diferentes al inicio, en la Fase I, y mostraron comportamiento similar a los del Z-IMC, aun que con una menor relación de cambio entre la fase inicial y final en los dos programas de intervención ($p < 0.50$). Al final, el Z-Peso/Edad fue prácticamente igual en los dos programas ($p = 0.80$) (Figura 14). Los valores de Z-Talla /Edad, como los de Peso /Edad iniciaron y permanecieron cerca de un valor de -1 Z prácticamente sin cambio después del año de intervención ($p > 0.46$) (Figura 15).

Con respecto al diagnóstico antropométrico de los niños medidos, en la primera fase, se identificaron 2 casos de bajo IMC para la edad (2.3%), 23 de baja talla para la edad (26.4%) y 18 de bajo peso para la edad (20.7%), lo que podría corresponder a emaciación, desmedro y bajo peso respectivamente, si se tratara de menores de 60 meses, además de un caso de sobrepeso (1.2%).

En la segunda fase se encontraron 5 casos de bajo IMC para la edad (5.8%), 18 casos de baja talla para la edad (20.7%), y 19 casos de bajo peso para la edad (21.8%). En la figura 16 se muestran los datos y su comparación con la encuesta nacional SMART, 2012. En cuanto al indicador de Z IMC/edad, las figuras 17 y 18 nos muestran la dispersión de los datos de los niños según la edad y los puntos de corte establecidos.

Los resultados antropométricos encontrados en este estudio, son similares a los obtenidos en otras intervenciones agrícolas realizadas en el mundo, sin cambios significativos en los indicadores antropométricos al primer año de estudio (Galal y cols., 1987; Brun y cols., 1991; Ayalew y cols., 1999).

Tabla III. Características físicas y antropométricas de niños haitianos (Fase I).

FASE 1	Tipo de intervención (n=87)		
	Completa n=43	Parcial n=44	p
Edad (meses)	47.8 ± 12.9	49.7 ± 10.4	NS
Peso(kg)	14.2 ± 2.30	14.5 ± 2.13	NS
Talla (cm)	97.4 ± 9.2	97.8 ± 5.93	NS
Perímetro braquial (cm)	15.3 ± 1.14	15.4 ± 1.21	NS
Z - Peso/Edad	-0.97 ± 1.15	-1.00 ± 1.16	NS
Z - IMC	-0.32 ± 1.00	-0.17 ± 0.98	NS
Z - Talla/Edad	-1.16 ± 1.5	-1.36 ± 1.16	NS

Abreviaturas: kg: kilogramos; cm: centímetros; IMC: índice de masa corporal; Z: Puntaje z; NS: no significativo. Media ± Desviación estándar, IC al 95%.

Tabla IV. Características físicas y antropométricas de niños haitianos (Fase IV).

FASE 2	Tipo de intervención n=87		
	Completa n=43	Parcial n=44	P
Edad (meses)	59.2 ± 12.8	61.2 ± 10.4	NS
Peso(kg)	15.6 ± 2.68	15.9 ± 2.29	NS
Talla (cm)	103.5 ± 8.7	103.8 ± 5.9	NS
Perímetro braquial (cm)	15.7 ± 1.25	15.8 ± 1.31	NS
Z - Peso/Edad	-1.13 ± 1.21	-1.17 ± 1.21	NS
Z - IMC	-0.62 ± 1.03	-0.44 ± 0.97	NS
Z - Talla/Edad	-1.11 ± 1.43	-1.31 ± 1.14	NS

Abreviaturas: kg: kilogramos, cm: centímetros, IMC: índice de masa corporal Z: Puntaje z, NS: no significativo. Media ± Desviación estándar, IC al 95%.

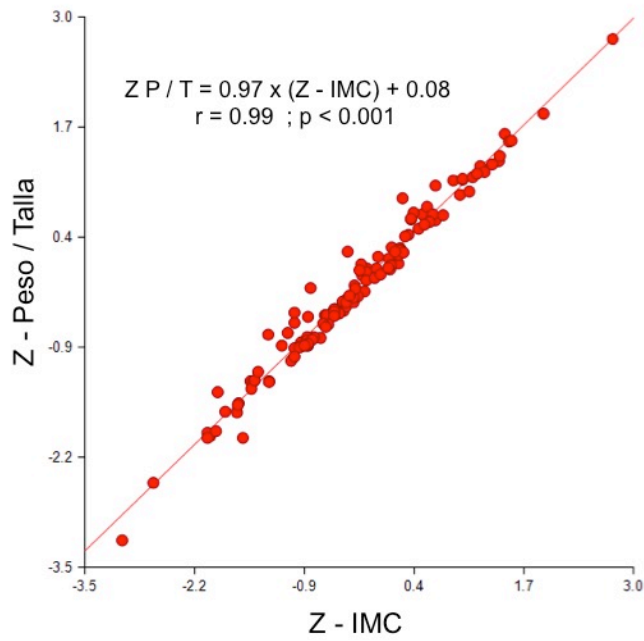


Figura 12. Correlación de los indicadores Z-IMC y Z-Peso/Talla

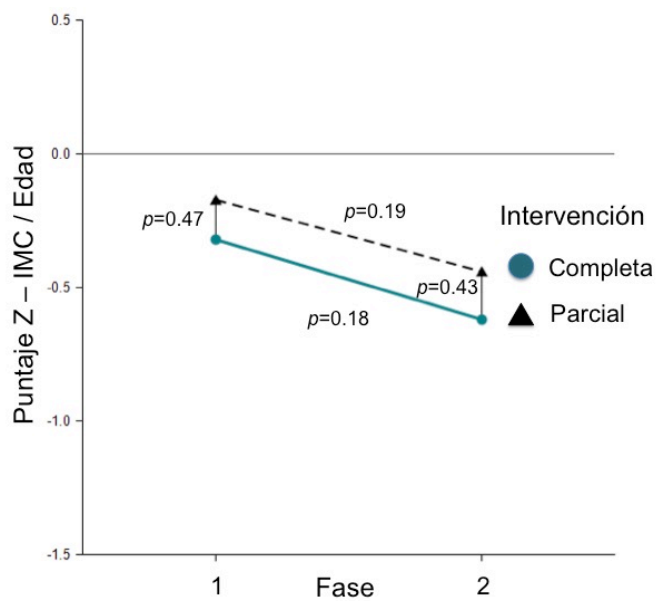


Figura 13. Cambios antropométricos (Z IMC/edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

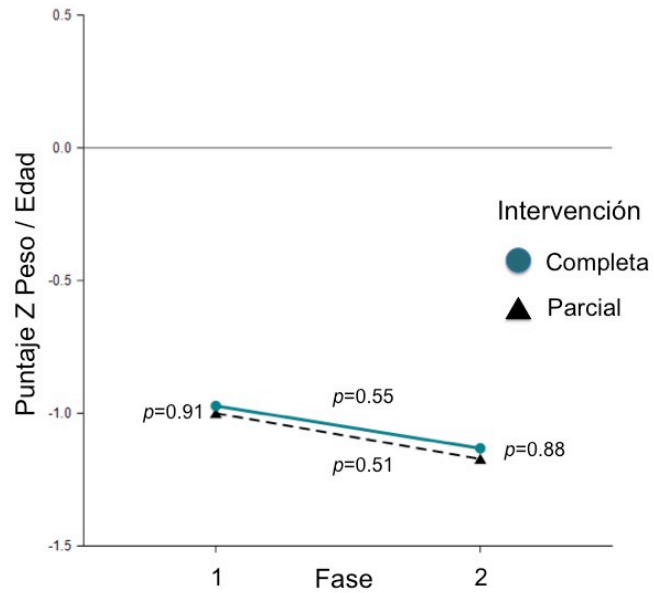


Figura 14. Cambios antropométricos (Z Peso/Edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

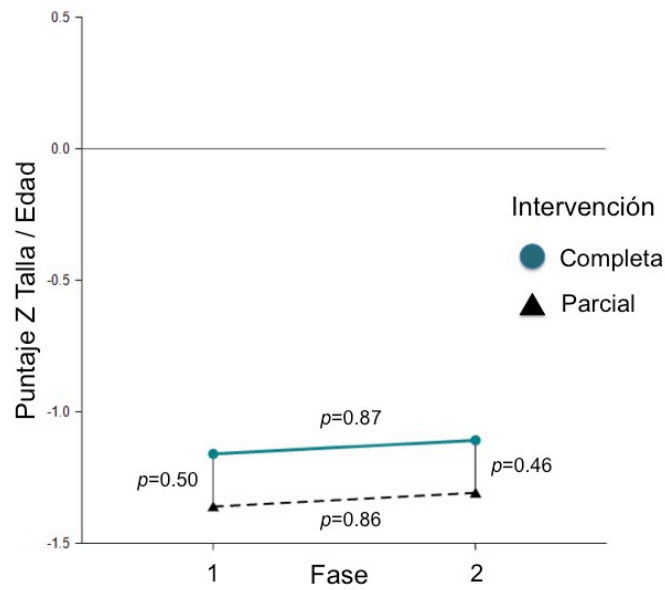


Figura 15. Cambios antropométricos (Z Talla/Edad) de la intervención completa vs parcial en la Fase I y II.

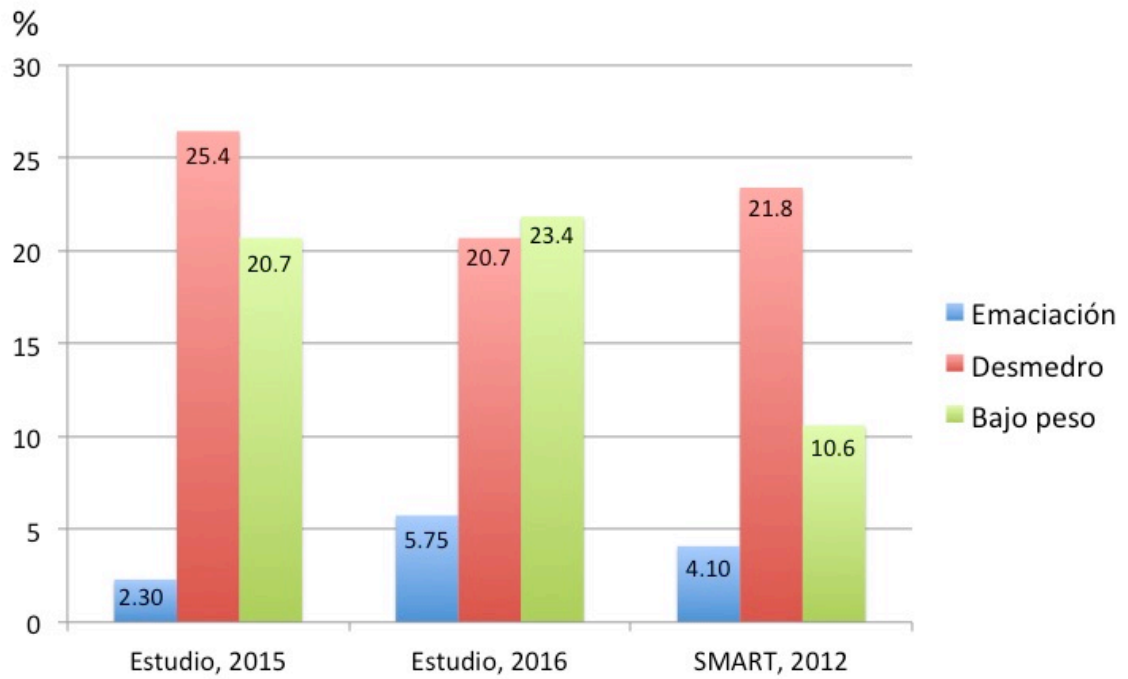


Figura 16. Diagnósticos antropométricos con base a puntaje Z (Estudio, 2015 y 2016; SMART, 2012).

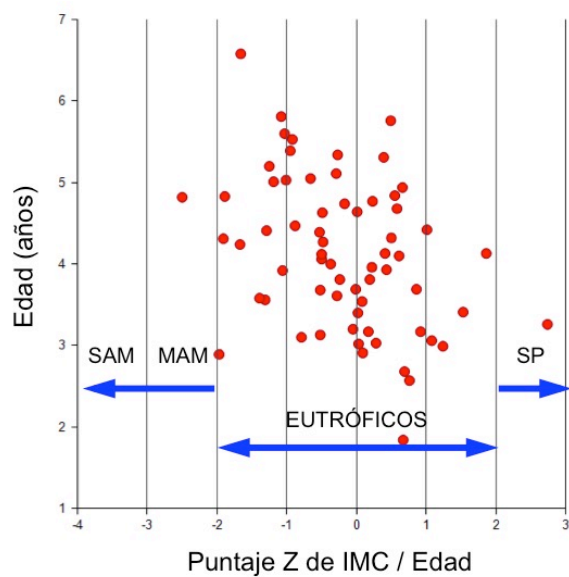


Figura 17. Clasificación de desnutrición y obesidad en puntaje Z IMC/Edad en la fase I.

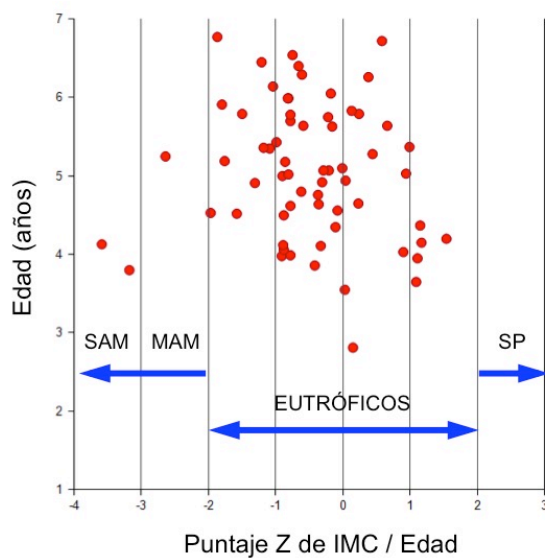


Figura 18. Clasificación de desnutrición y obesidad en puntaje Z IMC/Edad en la fase II.

Abreviaturas: SAM: desnutrición aguda severa; MAM: desnutrición aguda moderada; SP: sobrepeso

Se ha observado que el impacto favorable de las intervenciones agrícolas sobre los indicadores antropométricos, se concreta hasta 4 años después de la intervención (HKI, 2004, 2009 y 2010; Taludker y cols., 2010; Olney y cols., 2009).

Al no contar con información sobre la dieta y las kilocalorías que pudieran estar involucradas durante la intervención, es muy difícil interpretar la falta de cambio en los parámetros de crecimiento y de composición corporal como se verá más adelante. Es probable que con el programa de intervención AKOSAA, no se haya logrado aumentar el aporte de macronutrientos, especialmente en la ingesta de energía y proteína en ese año.

Por ejemplo, en un programa de desayunos escolares desarrollado en Sonora, se observaron cambios significativos en indicadores Z y de composición corporal después de ocho meses de intervención, donde los desayunos aportaban entre 350-400 kcal/diaria/semana, se lograban aumentos de 0.292 unidades de puntaje Z ($p < 0.02$), pasando de -0.052 a + 0.24 Z. No obstante, no se logró observar diferencias en el valor de Z talla/edad ($p = 0.39$) (Grijalva-Haro MI y ME Valencia, 1999).

En cambio, las intervenciones agrícolas que evalúan efectos en parámetros bioquímicos como hemoglobina y vitamina A, si han logrado observar estos efectos de forma mas temprana (Faber y cols., 2002; Hotz y cols., 2012, 2012; Low y cols., 2007).

Composición Corporal

La Tabla V nos muestra las características de composición corporal de los 65 niños incluidos en este segmento, incluidos los índices de masa libre de grasa y masa grasa. Derivados de estos índices se realizaron los análisis según

gráficos Hattori.

Los hallazgos nos indican un aumento significativo en la masa libre de grasa (MLG) de 1.42 kg ($p < 0.0001$), solo por fase, pero no por tipo de intervención (Tabla VI). Sin embargo, al hacer el mismo tipo de análisis para los kg de masa grasa (MG) no hubo cambio significativo entre la fase inicial y la fase final en los dos grupos.

La MLG aumenta con la edad, ya que es una fracción de la masa corporal total, pero a diferencia de los indicadores antropométricos, no se le puede calcular como puntaje Z. Por ello se consideró pertinente ajustar según la edad de los niños participantes. También se decidió ajustar por sexo, dado que en algunas culturas las niñas pueden manifestar diferencias en su estado nutricional.

Por lo anterior, se utilizó el modelo general lineal controlando por estas covariables, observando que se perdió significancia ($F=1.23$; $p=0.29$) en este aumento de la MLG, además, el tipo de intervención tampoco fue significativo ($F=0.16$; $p=0.69$) (Tabla VII).

Los cambios en la MLG no son fáciles de detectar en programas de intervención en general, no sólo en las de tipo agrícola. Por ejemplo, en un estudio de evaluación de una intervención a 8 meses sobre el impacto de desayunos escolares, realizado en 362 niños de 6-10 años (Ramírez y cols., 2005) en donde el estudio dietario identificó un aumento de la ingesta de energía (468 kcal/día/semana), utilizando un diseño y análisis idéntico al del presente estudio, sí se logró observar un aumento de 1.4kg de MLG ($p=0.007$), después de ajustar por edad y sexo.

El mismo esquema de análisis se aplicó a los otros componentes corporales, es decir, el agua corporal total (ACT) de donde se calcula la masa libre de grasa ($ACT / \text{factores de hidratación} = MLG$) y la masa grasa por

Tabla V. Características de composición corporal divididas según fase y tipo de intervención

	Intervención completa n=31		Intervención parcial n=34	
	Fase I	Fase II	Fase I	Fase II
Edad (meses)	49.0 ± 12.0 (22.1-79.0)	60.4 ± 11.9 (33.7-90.6)	50.1 ± 10.4 (34.9-69.7)	61.6 ± 10.4 (46.3-81.2)
Peso (kg)	14.7 ± 2.06 (11.5-18.8)	16.1 ± 2.36 (12.0-21.6)	14.7 ± 2.16 (11.2-21.2)	16.2 ± 2.36 (12.4-23.7)
Talla (cm)	98.7 ± 8.79 (83.0-115)	106 ± 8.57 (87.9-122)	98.2 ± 5.72 (90.4-115)	104 ± 5.70 (95.4-121)
ACT (kg)	9.45 ± 1.47 (7.16-12.4)	10.6 ± 1.52 (7.94-14.2)	9.50 ± 1.52 (7.31-14.0)	10.5 ± 1.67 (8.13-15.9)
MLG (kg)	12.1 ± 1.91 (9.16-16.1)	13.6 ± 1.98 (10.2-18.2)	12.2 ± 1.99 (9.40-18.2)	13.6 ± 2.18 (10.4-20.6)
IMLG (kg/m ²)	12.4 ± 1.10 (9.79-14.4)	12.2 ± 1.10 (9.22-14.2)	12.6 ± 1.08 (10.0-15.1)	12.4 ± 1.10 (10.8-14.4)
MG (kg)	2.61 ± 0.83 (0.86-4.67)	2.53 ± 0.83 (0.57-4.16)	2.45 ± 1.04 (0.91-5.82)	2.60 ± 1.03 (0.48-5.41)
IMG (kg/m ²)	2.72 ± 0.92 (0.90-4.67)	2.27 ± 0.73 (0.55-3.81)	2.56 ± 1.11 (0.99-5.97)	2.40 ± 0.94 (0.43-4.7)

Abreviaturas: kg: kilogramos; cm: centímetros; m²: metros cuadrados; ACT: agua corporal total; MLG: masa libre de grasa; IMLG: índice de masa libre de grasa; MG: masa grasa; IMG: índice de masa grasa; Media ± Desviación estándar (intervalo de máximos y mínimos).

Tabla VI. ANOVA de dos vías para los componentes de masa libre de grasa y masa grasa.

	n	Media MLG (kg)	Media MG (kg)
Todos	130	12.87	2.55
Int. Completa	62	12.86	2.57
Int. Parcial	68	12.89	2.53
Fase I	65	12.16 ^a	2.53
Fase II	65	13.59 ^b	2.56
Int. Completa y Fase I	31	12.12	2.61
Int. Parcial y Fase I	34	12.20	2.45
Int. Completa y Fase II	31	13.60	2.53
Int. Parcial y Fase II	34	13.58	2.60

Diferentes superíndices en las variables por columna son distintas ($p < 0.001$).
Abreviaturas: Int, intervención; kg, kilogramos; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa.

Tabla VII. Análisis de covarianza para el componente de masa libre de grasa.

Masa Libre de Grasa (kg)			
	GL	F	P
Sexo*	1	0.66	0.419
Edad*	1	41.7	0.001
Sector	1	0.16	0.689
Fase	1	1.23	0.27
Sector/Fase	1	0.04	0.85
Total	130		

Abreviaturas: GL: Grados de libertad. *Covariable de ajuste.

diferencia con el peso corporal total (OIEA, 2009 y 2010). Los resultados obtenidos para estos análisis adicionales fueron idénticos al de MLG.

Evaluación de la Composición Corporal por Medio de los Gráficos Hattori.

Haciendo un ejercicio de análisis del conjunto de las dos comunidades en la fase I y II por medio de los gráficos Hattori, se apreció que no hay niños en los cuadrantes de adiposo-delgado, adiposo-intermedio y sólo un niño en adiposo-sólido (robusto). Lo más notable es que la mayor parte de los niños se ubican en los cuadrantes: magro-delgado, magro-intermedio y magro-sólido; y en el cuadrante central (estándar) se encuentran muy pocos niños, y precisamente ahí, es hacia donde se esperaba que migraran la mayoría de los niños de los cuadrantes inferiores en la fase final (figuras 19 y 20).

También se debe de tomar en cuenta que no tenemos conocimiento de un sólo programa de intervención agrícola que evaluara su impacto sobre la composición corporal, por lo que este estudio es el primero en su tipo y servirá de referencia para futuros análisis y evaluación de intervenciones agrícolas.

Ecuación de Predicción de la MLG por Bioimpedancia Eléctrica (BIA) y Antropometría en Niños Haitianos de 2 a 6 años

Dado que el análisis de los cambios de la composición corporal por dilución con deuterio, sólo se realizaría en la fase inicial y al término de un año, fue de suma importancia desarrollar una ecuación de predicción de BIA para estos componentes, y con esto, poder tener un seguimiento de estos niños a lo largo de la ejecución del proyecto por tres o cuatro años más.

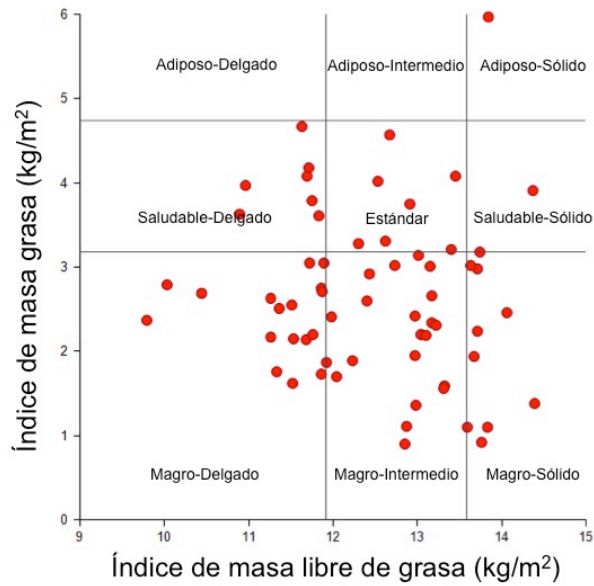


Figura 19. Clasificación y gráfico Hattori en la fase I.

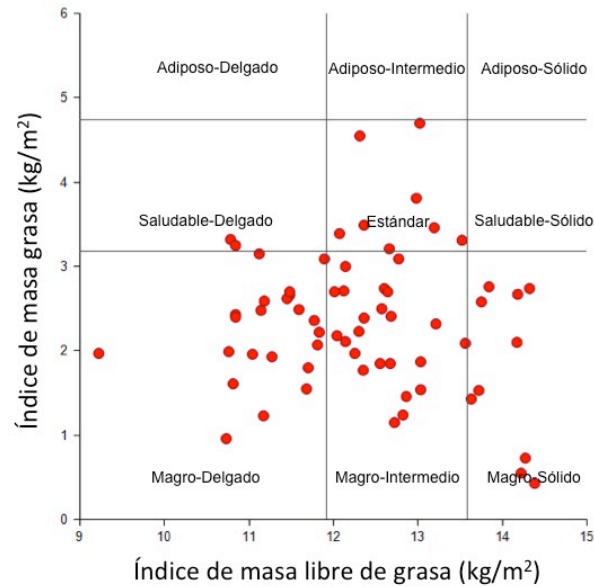


Figura 20. Clasificación y gráfico Hattori en la fase II.

Para tal efecto, se desarrolló una ecuación preliminar para la estimación de la masa libre de grasa (MLG) en niños haitianos por bioimpedancia eléctrica, basada en la cuantificación de deuterio por el método de dilución, analizado por espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR). Para el particular, se utilizaron 80 niños entre 1.8 y 6.8 años de edad, principalmente de la primera fase y de los dos sectores; el de intervención completa y el de intervención parcial. Para la ecuación final de validación, se espera agregar unos 30 sujetos más, que se encuentran en proceso de análisis.

El desarrollo del modelo (n=80 sujetos) derivado del método de: “Todas las Regresiones Posibles”, tomó como variable dependiente los kg de MLG (dilución con deuterio, D₂O), y como variables independientes a seleccionar: el índice de resistencia o IR (Talla²(cm) / Resistencia (ohms)), la reactancia (ohms) (Xc), el peso (kg), el sexo (femenino=0; masculino=1) y la edad en meses.

Finalmente, las variables seleccionadas para el desarrollo del modelo preliminar fueron las siguientes: IR, Peso, Sexo y Xc. Esta ecuación preliminar obtuvo un coeficiente de Mallows (Cp) = 6.6 y una R² = 0.90. También se obtuvo otro modelo predictivo similar, sin embargo, éste seleccionaba la variable edad en vez de Xc. Analizando las implicaciones de utilizar la variable edad como variable independiente en este modelo y en este tipo de comunidades, esta variable podría ser problemática por la posible imprecisión del dato. En cambio, la Xc es un parámetro físico-fisiológico obtenido directamente de la medición por el equipo de bioimpedancia. Posteriormente, se realizó una regresión múltiple con base en estas variables y se obtuvo la siguiente ecuación de predicción. El estimador de la significancia del modelo se analizó mediante una prueba de F (F = 162; p<0.0001). El modelo estuvo libre de colinealidad al no tener valores de inflación de la varianza mayores de 10, y un valor de condición

de la matriz (20.45) menor de 30.

$$MLG (kg) = [(0.4380 \times IR) + (0.4307 \times S) + (0.4164 \times P) + (0.0198 \times Xc)] + 0.7276$$

$$R^2 = 0.90; RCCME = 0.69 \text{ kg.}$$

Edad (1.8 a 6.8 años) ; Peso (10.4 a 21.2 kg); Talla (83-123 cm).

Donde: IR= (Talla²(cm) / Resistencia (ohms)) S: sexo (0 femenino y 1 masculino); peso (kilogramos); Xc: reactancia (ohms).

Abreviaturas: MLG: masa libre de grasa; IR: índice de resistencia; S: sexo; P: peso; Xc: reactancia; cm: centímetros; kg: kilogramos.

Evaluación de la validez de la ecuación

La media de la MLG medida (MLG_m) (12.17 kg) no fue diferente (p=0.83) de la MLG estimada por la ecuación (MLG_{est}) (12.15 kg) El grafico Bland- Altman (Figura 21) muestra la diferencia entre la MLG_m y la MLG_{est} en la ordenada, versus, la media de estas dos en la abscisa. Un análisis de regresión entre las dos variables, mostró que no hubo asociación significativa entre ellas. El valor del sesgo (intersección en la ordenada) fue de -0.527 kg (IC 95% -1.4, 0.39), siendo no significativo. Los limites de concordancia basados en la desviación estándar (DE) fueron de +2 DE y -2 DE, que correspondieron a +1.32 y -1.29 kg, respectivamente. Además, se aprecia una distribución uniforme del error a través del promedio de los valores de la MLG_m y la MLG_{est}.

La figura 22 muestra la relación de la MLG_m y la MLG_{est}. En este gráfico se aprecia la comparación con respecto a la línea de identidad. La intersección en la ordenada fue de 0.15 (IC95% -0.78,1.08) no diferente de cero, con una pendiente de 0.989 (IC95% 0.913,1.064), no diferente de la pendiente de 1.0 de la línea de identidad. Adicionalmente, el coeficiente de correlación de

concordancia (ρ_c) (Lin, 1989; 2000) fue de 0.95.

McBride (2005) ha sugerido la siguiente escala de evaluación de el ρ_c : concordancia pobre (<0.9); moderada (0.90- 0.95); substancial (0.95-0.99) y casi perfecta (>0.99). Por lo que se puede considerar que en este caso se tiene una concordancia substancial.

Todos los indicadores estadísticos utilizados permiten constatar que la ecuación obtenida en este estudio para estimar la MLG (kg) por bioimpedancia eléctrica cumplen con los requisitos de precisión, exactitud y libre de sesgo y colinealidad.

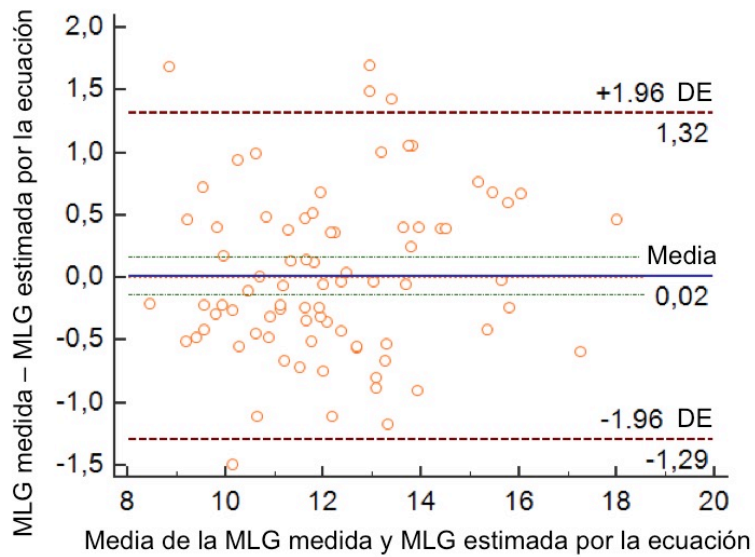


Figura 21. Bland-Altman de la ecuación preliminar.

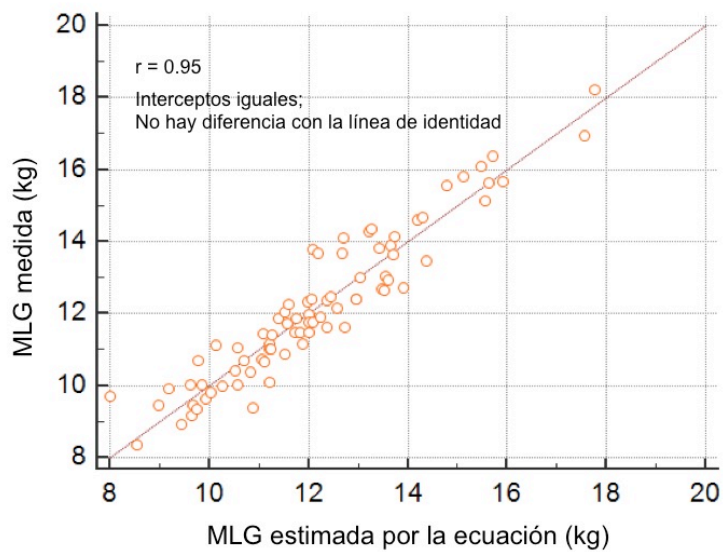


Figura 22. Análisis de precisión y exactitud de la ecuación preliminar por medio de regresión.

CONCLUSIONES

Partiendo de que en la fase de inicio no hubo diferencias en el estado nutricional de los sujetos evaluados, tanto en los indicadores antropométricos, como en los componentes de la masa grasa o masa libre de grasa, el presente estudio muestra que la intervención agrícola nutro-sensible AKOSAA, no produjo cambios significativos en los indicadores antropométricos y de composición corporal versus la intervención parcial, al menos para el primer año de estudio.

Así mismo, se encontró que los niveles de desnutrición según los indicadores antropométricos utilizados por la OMS, de los niños de las dos zonas estudiadas (Lalouère y Charrette), se encuentran por arriba de la media de la última encuesta nacional de Haití (SMART, 2012).

Independientemente del tipo de intervención y basados en el estudio de la MLG y MG por dilución con deuterio, se observó un aumento en el componente de la MLG, más no en el compartimento de la MG. No obstante, al ajustar por el sexo y por la edad, el efecto perdió significancia. La composición corporal expresada en MLG, MG o agua corporal no mostró cambios después de un año por efecto del tipo de intervención. Dicha falta de efecto puede estar asociada al corto tiempo de la evaluación, ya que la mayor parte de las intervenciones agrícolas lo ven a los 4 años. Otras intervenciones han visto efecto en menos de un año, pero con alimentos complementarios con casi 500 kcal/día/semana.

En el análisis de las dos comunidades por el método de Hattori, que considera los índices de masa grasa e índice de masa libre de grasa, sólo detectó un niño con adiposidad-sólida o robusta, y el total restante de los niños se ubicaron en los cuadrantes de composición magra y delgados, con muy pocos niños en el cuadrante estándar-saludable.

Adicionalmente, se obtuvo una ecuación de predicción de la MLG por bioimpedancia eléctrica, la cual se validó por el método de dilución con deuterio a partir de 80 niños de ambos sexos. En el proceso de validación interna no hubo diferencias significativas en la MLG estimada por la ecuación y la medida por deuterio. Así mismo, de acuerdo al análisis de Bland & Altman, la ecuación fue precisa, exacta y sin sesgo. Hasta donde sabemos, es el único algoritmo para población de origen africano, el cual podrá ser útil en diferentes poblaciones con este componente étnico.

Además, la generación de la ecuación de predicción de la masa libre de grasa por medio de variables antropométricas y de bioimpedancia eléctrica, será una herramienta útil para el seguimiento de programas de recuperación nutricional en clínicas y hospitales que requieran conocer el estado y los cambios de la composición corporal en niños de estas edades, sobre todo, aquellos que reciben alimentación complementaria después de un diagnóstico de desnutrición crónica moderada y aguda (MAM y SAM).

Finalmente, es importante destacar que el programa AKOSAA esta programado para continuar 4-5 años más, en donde podrá utilizarse esta herramienta validada.

BIBLIOGRAFÍA

- Aday L. *At Risk in America: The Health and Health Care Needs of Vulnerable Populations in the United States*. 2d edition. San Francisco: Jossey-Bass; 2001.
- Ayalew W, Gebriel ZW, Kassa H. *Improving Vitamin A Intake through a Woman-focused Dairy Goat Development Project in Ethiopia*. OMNI Research Report Series No. 4. Washington, DC: International Center for Research on Women, 1999.
- Baumgartner RN, Cameron Chumlea W, Roche AF. Estimation of body Composition from bioelectric impedance of body segments. *Am J Clin Nutr* 1989;50:221-6.
- Berti PR, Krasevec J and FitzGerald S. A review of the effectiveness of agriculture interventions in improving nutrition outcomes *Public Health Nutrition*: 7(5), 599–609.
- Bezner Kerr R, Berti P, Shumba L. Effects of a participatory agriculture and nutrition education project on child growth in northern Malawi. *Public Health Nutrition* 2010; 14:1466–1472.
- Bland JM, Altman DG. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;327:307.
- Blössner, Monika, de Onis, Mercedes. *Malnutrition: quantifying the health impact at national and local levels*. Geneva, World Health Organization, 2005. (WHO Environmental Burden of Disease Series, No. 12).
- Brun TA, Geissler C, Kennedy E. The impact of agricultural projects on food, nutrition and health. *World Review of Nutrition and Dietetics* 1991; 65: 99-123.
- CARE Nepal. *A study of the Evaluation of Home Gardening Program in Bajura and Mahottari Districts Project Report*. Nepal: CARE Nepal, 1995.

- Chan YL, Leung SS, Lam WW, Peng XH, Metreweli C. Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *J Paediatr Child Health*. 1998 Oct; 34: 22-8.
- De Onis M, Yip R, Mei Z. The development of MUAC-for-age reference data recommended by a WHO Expert Committee. *Bulletin of the World Health Organization*. 1989 75: 11-18
- De Onis M, Frongillo EA, Blössner M. ¿Está disminuyendo la malnutrición? Análisis de la evolución del nivel de malnutrición infantil desde 1980. *Bulletin of the World Health Organization* 2000; 78: 1222-1233.
- Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years. *Br J Nut*. 1974; 32: 77-97.
- English RM, Badcock JC, Giay T, Ngu T, Waters AM, Bennett SA. Effect of nutrition improvement project on morbidity from infectious diseases in preschool children in Vietnam: comparison with control commune. *British Medical Journal* 1997; 315: 1122–5.
- English R, Badcock J. A community nutrition project in Vietnam: effects on child morbidity. *Food, Nutrition and Agriculture* 1998; 22: 15–21.
- Faber M, Phungula MAS, Venter SL, Dhansay MA, Spinnler Benade AJ. Home gardens focusing on the production of yellow and dark-green leafy vegetables increase the serum retinol concentrations of 2–5-y-old children in South Africa. *American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 76:1048–1054.
- [FAO] Estado de seguridad alimentaria en el mundo. 2012.
- Galal OM, Harrison GG, Abdou AI, Zein el Abedin A. The impact of a small-scale agricultural intervention on socio- economic and health status. *Food and Nutrition* 1987; 13: 35–43.

- Girard AW, Self JL, McAuliffe C and Olude O. The Effects of Household Food Production Strategies on the Health and Nutrition Outcomes of Women and Young Children: A Systematic Review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 2012, 26 (Suppl. 1), 205–222 pp.
- Gibson R.S. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press, 1990.
- Grijalva-Haro MI y Valencia ME. Evaluación del impacto de un programa de desayunos escolares en el estado nutricional y el desarrollo cognitivo-motor en niños de primer grado de la zona urbana en Hermosillo, Sonora. Enero, 1999.
- Hattori K, Tatsumi N, Tanaka S. Assessment of body composition by using a new chart method. *J Hum Biol.* 1997; 9: 573-8.
- Hattori K, Tahara Y, Moji K and Furusawa T. Chart analysis of body composition change among pre- and postadolescent Japanese subjects assessed by underwater weighing method. *International Journal of Obesity* (2004) 28, 520–524.
- Helen Keller International (HKI)/Asian Vegetable Research and Development Centre (Taiwan). *Home Gardening in Bangladesh: Evaluation Report of the Home Gardening Pilot Project*. New York: HKI, 1993.
- Hotz C, Loechl C, Brauw A, Eozenou P, Gilligan D, Moursi M, Munhaua B, Jaarsveld P, Carriquiry A and Meenakshi JV. A large-scale intervention to introduce orange sweet potato in rural Mozambique increases vitamin A intakes among children and women. *British Journal of Nutrition* (2012), 108, 163–176.
- Hotz C, Loechl C, Lubowa A, Tumwine JK, Ndeezi G, Masawi AN, Baingana R, Carriquiry A, Brauw A, Meenakshi JK and Gilligan DO. Introduction of β -Carotene-Rich Orange Sweet Potato in Rural Uganda Resulted in

- Increased Vitamin A Intakes among Children and Women and Improved Vitamin A Status among Children. *J. Nutr.* 142: 1871–1880, 2012
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1998, 12, 175-182.
- Kassa H, Ayalew W, Habtegabriel Z, Gebremekel T. Enhancing the role of livestock production in improving nutritional status of farming families: lessons from a dairy goat development project in Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 2003; 15:6.
- Kurth A. Agricultural development and nutritional status in Malawi. *Journal of Tropical Pediatrics* 1989; 35: 250 – 4.
- Kutner, Nachtsheim y Neeter. *Applied Linear Regression Models*; Mc Graw-Hill Irwin 4th Edition, (2004).
- Lingwood BE, Coghlan JP, Ward LC, Charles BG, Colditz PB. Measurement of extracellular fluid volume in the neonate using multiple frequency bio-impedance analysis. *Physiol Meas.* 2000; 21:251-62.
- Lin L.I-K. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45: 255-268
- Lin L.I-K. A note on the concordance correlation coefficient. *Biometrics.* *Biometrics* 2000; 56: 324-325.
- Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci.* 1986: 14; 325–57.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual Human Kinetics Books.* Champaign Il. 1988.
- López-Jiménez CA, Monreal BI, Valenzuela-Robles EL. Composición corporal y estado nutricional en niños de 3 a 24 meses por modelos Multicompartamentales y generación de modelos predictivos para masa

- libre de grasa [Tesis]. Hermosillo: Universidad de Sonora; Licenciatura en Ciencias Nutricionales. 2013.
- López-Jiménez CA, Villegas-Valle RC, Antunez-Roman LE, Monreal-Barraza BI, Robles-Valenzuela EL, Sotelo-Cruz N, Hurtado-Valenzuela JG y ME Valencia. Composición corporal de lactantes menores de un año: una aplicación de los índices de masa grasa y masa libre de grasa. Bol Clin Hosp Infant Edo Son 2015; 32(1): 16-21.
- Low JW, Arimond M, Osman N, Cunguara B, Zano F and Tschirley D. A Food-Based Approach Introducing Orange-Fleshed Sweet Potatoes Increased Vitamin A Intake and Serum Retinol Concentrations in Young Children in Rural Mozambique. J. Nutr. 137: 1320–1327, 2007.
- Lukaski HC. Methods for the assessment of human body Composition: traditional and new. Am J Clin Nutr 1987; 46:537-56.
- Marsh R. Building on traditional gardening to improve household food security. Food, Nutrition and Agriculture 1998; 22: 4 – 14.
- McBride GB. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient. NIWA Client Report: HAM 2005-062.
- Mwangome. MK, Fegan G, Fulfor T, Prentice AM y Berkley JA. Mid-upper arm circumference at age of routine infant vaccination to identify infants at elevated risk of death: a retrospective cohort study in the Gambia. Bulletin of the World Health Organization 2012;90: 887-894
- [OIEA] International Atomic Energy Agency. Assessment of body composition and total energy expenditure in humans using stable isotope techniques. Vienna, Austria. 2009.
- [OIEA] International Atomic Energy Agency. Introduction to body composition assessment using the deuterium dilution technique with analysis of saliva

- samples by Fourier Transform Infrared Spectrometry. Vienna, Austria. 2010.
- Olney DK, Talukder A, Iannotti LL, Ruel MT, Quinn V. Assessing impact and impact pathways of a homestead food production program on household and child nutrition in Cambodia. *Food and Nutrition Bulletin* 2009; 30:355–369.
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. Multicentre Growth Reference Study Group: WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva, World Health Organization, 2006. Disponible
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. WHO child growth standards and the identification of severe acute malnutrition in infants and children. World Health Organization and Unicef 2009. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications/severemalnutrition/9789241598163_eng.pdf
- [OMS] Organización Mundial de la Salud. Biblioteca electrónica de documentación científica sobre medidas nutricionales (eLENA). 2016. Disponible en: <http://www.who.int/elena/intervention/es/>
- [OPS] Organización Panamericana de la Salud. La salud en las Américas. Volumen I. Edición de 2002. Washington, D.C. 2002.
- Parra-Gómez L, Téllez-Girón JR, Escobar C. La desnutrición y sus consecuencias sobre el metabolismo intermedio. *Rev Fac Med UNAM* 2003; 46: 32-36. en: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/index.html
- [PMA] Programa Mundial de Alimentos. Hambre. 2012

- Popkin BM, Solon FS, Fernandez T, Latham MC. Benefit– cost analysis in the nutrition area: a project in the Philippines. *Social Science & Medicine* 1980; 14C: 207 – 16.
- Ramirez-Lopez E, Grijalva-Haro MI, Valencia ME, Ponce JA, Artalejo E. Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. *Salud Pública de Mex* 2005; 47: 126-133.
- Sidhu JS, Triggs EJ, Charles BG, Tudehope DI. Electrode placement in neonatal bioelectrical impedance analysis. *Med Biol Eng Comput.* 1994 Jul;32(4):456
- [SMART] Reporte de la encuesta nutricional nacional. 2012.
- Sornmani S, Schelp FP, Seth V, Pongpaew P, Sritabutra P, Supawan V, et al. An investigation of the health and nutritional status of the population in the Nam Pong Water Resource Development Project, Northeast Thailand. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 1981; 75: 335 – 46.
- Suverza A, Haua K. El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. Editorial McGraw-Hill.México 2010.
- Talukder A, Haselow NJ, Osei AK, Villate E, Reario D, Kroeun H, et al. Homestead food production model contributes to improved household food security, nutrition and female empowerment – experience from scaling-up programs in Asia (Bangladesh, Cambodia, Nepal and Phillipines). *Helen Keller International Nutrition Bulletin* 2010; 8:1–8.
- UNICEF. Un balance sobre la nutrición. Progreso para la infancia. Número 4, Mayo 2006.
- UNICEF. The State of the World’s Children 1998. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- UNPD. Human development report. Work for human development, 2015.

- VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52: 953-9.
- Walker SP, Chang S, Powell C, Simonoff E, Grantham-McGregor SM. Early childhood stunting is associated with poor psychological functioning in late adolescence and effects are reduced by psychosocial stimulation. *J Nutr* 2007; 137: 2464-2469.
- Wells JCK. A Hattori Chart Analysis of body mass index in infants and children. *Int J Obes.* 2000; 24: 325-9.
- Wells JC, Fewtrell MS. Is body composition important for paediatricians? *Arch Dis Child.* 2008; 93: 168-172.
- Xiong KY, He H, Zhang YM and NI GX. Analyses of body composition charts among younger and older Chinese children and adolescents aged 5 to 18 years. *BMC Public Health* 2012, 12:835

APÉNDICES

Manual de Operaciones “Proyecto Haiti”

Tabla de contenido:

1.- Antropometría

- a) Peso
- b) Talla
- c) Perímetro braquial

2.- Composición corporal

- a) Bioimpedancia eléctrica
- b) Agua corporal total
 - Preparación de la dosis
 - Toma de muestras de saliva
 - Dosificación con óxido de deuterio
 - Etiquetado y conservación de muestras

3.- Extracción, proceso y análisis de muestras

- a) HemoCue Hb 201+ (Hemoglobina)
- b) i-Check-Fluoro (Vitamina A)

4.- Consentimiento informado

5.- Formatos de captura de datos

1.- Antropometría

a) Peso (niños-madre):

Se deben de remover todos los accesorios (aretes, cadenas, moños, pulseras etc.) y vestimenta que aumente el peso (calzado, cinto, etc.) procurando siempre la menor cantidad de ropa, cuando el voluntario se encuentre tranquilo y sin movimiento se toma el dato del peso (figura 1).



Figura 1. Medición de peso

b) Talla (niños-madre):

El participante debe colocarse de espalda al estadiómetro con talones juntos y puntas ligeramente separadas (aproximadamente 35° de separación). La parte posterior del sujeto debe estar en contacto con la superficie del estadiómetro (talones, glúteos, espalda y cabeza) y se coloca la cabeza en plano de Frankfurt, el participante debe inhalar profundamente y cuando exhala el voluntario se realiza la medición (Figura 2).



Figura 2. Toma de peso y talla (madre-hijo)

c) Perímetro braquial (niños):

Con el brazo izquierdo del participante en un ángulo de 90° se toma el punto medio entre el acromion (hombro) y el olecranon (codo) marcando en la parte externa del brazo. Posteriormente el voluntario con el brazo relajado se mide el perímetro del brazo en el punto previamente marcado. Esta medición se realiza por duplicado y se promedian los datos (Figura 3).



Figura 3. Medición de perímetro braquial

2.- Composición corporal (niños)

a) Bioimpedancia eléctrica

Para esta medición el participante necesita estar libre de objetos metálicos y permanecer en posición recumbente durante al menos 5 minutos. Localizar y limpiar la zona donde se colocarán los electrodos (2 en el dorso de la mano y otros dos en el pie, ambos en el lado derecho) procurando una separación de 5 cm, los brazos y piernas deben de encontrarse separados. Se toma la medición por duplicado y se anotan los datos de resistencia y reactancia para finalmente obtener un promedio final de ambos (Figura 4).



Figura 4. Colación de electrodos y bioimpedancia eléctrica

b) Agua corporal total

- Preparación de la dosis: La persona que realice esta operación debe utilizar unos guantes nuevos para iniciar con el manejo. El deuterio almacenado se retira del refrigerador, los recipientes y pipetas que se utilizarán deben estar totalmente secos y la balanza de precisión calibrada. El recipiente de la dosificación se debe de pesar, tarar y estar listo sobre la balanza para pesar la cantidad de deuterio. Es necesario mover suavemente el recipiente con deuterio para evitar el fraccionamiento, después se procede a romper el sello y abrir la botella, para inmediatamente traspasar el deuterio

a razón de 0.7 g/kg de deuterio al recipiente de dosificación, se anota el peso exacto de la dosis en una etiqueta blanca que se adhiere a la dosis (Figura 5).



Figura 5. Preparación de la dosis de óxido de deuterio

- Toma de muestras de saliva: El encargado de tomar la muestra de saliva se debe colocar unos guantes nuevos y brindarle al niño un hisopo o trozo pequeño de algodón, se mantendrá en la boca del voluntario durante 2 minutos (durante este tiempo el niño no debe de tomar el algodón con sus manos) hasta que se encuentre totalmente húmedo. Una jeringa de 20ml se le retira el embolo y se le pide al voluntario que deposite (sin tocar) el algodón dentro de la jeringa, se recoloca el émbolo y en un criovial se depositará la saliva extraída del algodón, si la saliva obtenida de ese algodón o hisopo no es suficiente, se brindará un nuevo algodón al participante y se repite el proceso hasta obtener 2 ml de saliva (Figura 6).



Figura 6. Recolección de muestras de saliva

- Dosificación con óxido de deuterio: Utilizando guantes nuevos se toma la dosis de deuterio y se mueve el recipiente para evitar el fraccionamiento del deuterio. Antes de administrar la dosis es recomendable templar el agua, ya que no debe de estar demasiado fría para comodidad del voluntario. Mediante un popote o pajilla rígido se procede a brindarle al voluntario el agua deuterada para que la consuma en su totalidad, debe lamer la tapadera y el popote por fuera para asegurarse el consumo de la mayor cantidad de dosis, posteriormente se agregan 50ml de agua normal o 2 lavados de 25ml que el voluntario debe ingerir. En cuanto la dosis haya sido tomada en su totalidad se anota la hora exacta en el expediente. NOTA. Se espera que no se desperdicie ninguna gota, ya que si por error se perdió, escupió o por aspersion el dato se anula, ya que no se podrá saber la cantidad exacta de deuterio consumida (Figura 7).



Figura 7. Dosificación con óxido de deuterio

- Etiquetado y conservación de muestras: Se espera restringir la ingesta de líquidos y alimentos durante este procedimiento, si no es posible es necesario que al menos 30 minutos antes de la dosificación, 30 minutos después de la dosificación y 30 minutos antes de la muestra de saliva de 3 horas post-dosis, no se ingieran alimentos o bebidas. Los alimentos y bebidas consumidas deben ser cuantificados, así como descripción del tipo de alimento y bebida.

El frasco con la dosis debe tener una etiqueta blanca con la cantidad de dosis, y si se conoce la clave del participante al cual se le va a administrar. El criovial de la muestra

basal es color azul, y el de muestra de 3 horas post-dosis con cinta naranja. Ambos viales deben de contar con la clave del sujeto. La muestra de saliva basal y 3 horas post-dosis deben de colocarse en bolsas herméticas de plástico diferentes, y ambas dentro de otra bolsa. Todas las bolsas deben de tener la clave del voluntario (Figura 8).



Figura 8. Etiquetado y conservación de muestras

Las dosis de deuterio y el deuterio deben de encontrarse siempre refrigerados. En otro refrigerador o hielera deben de estar las muestras de saliva basal y en otro diferente las muestras de saliva post-dosis.

3.- Extracción, proceso y análisis de muestras (madres)

Todos los procedimientos que involucran la manipulación de especímenes biológicos se realizarán con los cuidados necesarios: uso de guantes y de ser posible bata de laboratorio.

El sujeto debe presentarse en ayuno de por lo menos 4 horas, previo a la toma de muestra. La dinámica para el muestreo de las mujeres participantes consistirá en registrar su fecha de nacimiento o edad, fecha de medición, peso (kg), talla (cm) y posteriormente se tomará la muestra de sangre.

Se coleccionarán 5-7 mL de sangre por venipunción, a partir de la vena antecubital del antebrazo (procedimiento que deberá realizar un profesional de la salud o personal capacitado); dependiendo de la dificultad en la extracción esta podrá realizarse con jeringa o empleando el sistema Vacutainer®. Se dispondrá de las agujas en el contenedor de punzocortantes (Figura 9).



Figura 9. Extracción de muestra de sangre

Posterior a la colección de la muestra, el tubo Vacutainer (sin anticoagulante o con gel activador de coágulo, ej. tapa amarilla, roja o roja marmoleada con gris) se cubrirá con aluminio y se colocará en una gradilla dentro de una hielera, enfriada con gel congelado para su traslado al laboratorio.

Los tubos Vacutainer que se generan como residuo biológico posterior al almacenamiento del suero (tubos con el coágulo), se depositarán en una bolsa roja especial para la disposición de residuos biológico-infecciosos.

a) HemoCue Hb 201+ (Hemoglobina)

Una vez que se obtuvo la sangre venosa a través del Vacutainer, y envuelto en aluminio, se procede a abrirlo e inclinar ligeramente el Vacutainer hasta que la sangre se encuentre muy cerca del orificio. Se tomará una microcubeta y se tomará la muestra de sangre, esperando no obtener burbujas de aire en el círculo central de la microcubeta. Se limpia del exceso de sangre y se coloca en el soporte de microcubetas del equipo HemoCue, se cierra la ceja del soporte y se procede a analizar la muestra, esta debe encontrarse en las madres entre 12.1 a 15.1 g/dL. Si los niveles de hemoglobina están por debajo de los normales se hará una referencia al Ministerio de Salud Pública y Población de Haití. La microcubeta que se utilizó se colocará en la bolsa especial de residuos biológicos. El Vacutainer se refrigera y se envía al lugar en donde se analizará la vitamina A por medio del equipo iCheck-Fluoro (Figura 10).



Figura 10. Análisis de Hb por medio del equipo HemoCue

b) i-Check-Fluoro (Vitamina A)

Una vez que la muestra llegue a destino, se centrifugará para obtener suero a una velocidad de 3000-4000 RPM durante 15-20 minutos, la temperatura ideal es de 4°C. Se colocarán en lados contrarios las muestras que tengan similar volumen de sangre. Una vez centrifugadas las muestras de sangre, en un ambiente de baja luz o luz roja (de preferencia) se extraerán 0.5 mL de suero, este será mezclado con el reactivo y se agitará vigorosamente durante 10 segundos para finalmente dejarlo reposar 5 minutos. Posteriormente se procede a introducirlo en el receptáculo de muestras del iCheck-Fluoro y se marca la parte superior del recipiente de los reactivos a fin de tener un punto de referencia y no interferir con la medición del equipo. Se cubre el recipiente y da inicio la primera medición, cuando el equipo lo indique se descubre y se gira 45° para volver realizar la misma operación 2 veces más a fin de obtener 4 mediciones según el punto de referencia (cada una con un giro de 45°). Esto finalmente nos brindará el resultado deseado. Los resultados normales se encuentran entre 30-50 µg, menos de 30 µg se considerará deficiencia leve de vitamina A, <20 µg se tomará como deficiencia moderada y finalmente <10µg es deficiencia severa y esta se canalizará al Ministerio de Salud Pública y Población para su tratamiento (Figura 11).



Figura 11. Extracción de suero, reactivos y medición con iCheck-Fluoro

El suero remanente en el Vacutainer será extraído y puesto en viales criogénicos de 2mL previamente etiquetados según la clave del voluntario y congelados a -20° C para

su posterior análisis por HPLC en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad de Sonora, México.

Todos los materiales utilizados y que tengan contacto con sangre o plasma deberán de ser desechados en bolsas para residuos biológicos o en contenedores para punzocortantes.

4.- Consentimiento informado

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- 1. Título del Proyecto:** El uso de técnicas nucleares para evaluar la efectividad de iniciativas agrícolas nutrosensibles en Saint-Marc, Haití.
 - 2. Equipo de investigadores:** Investigadores responsables - Dr. Mauro E. Valencia Juillerat de la Universidad de Sonora (México), Dr. Patrice Dion de la Universidad de Laval (Canadá) y Dra. Joseline Marhone del Ministerio de Salud Pública y Población (Haití).
Co-investigadores - Dra. Verónica López Teros, Dr. Gerardo Álvarez Hernández, M.C. Rosa Consuelo Villegas Valle, M.C. Lesley Evelyn Antunez Roman, L.C.N. César Avner López Jiménez de la Universidad de Sonora (México); Dr. Humberto Astiazarán García, M.C. Orlando Tortoledo Ortiz del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, (CIAD) A.C. (México).
 - 3. Introducción/Propósitos:** El proyecto contempla analizar el efecto de programas agrícolas y educación nutricional en las regiones de Saint-Marc, Haití dirigidos a los residentes de estas comunidades, especialmente a población vulnerable como niños menores de 5 años y mujeres, madres de los niños.
 - 4. Procedimientos/intervenciones que se llevaran a cabo:**
En los niños de 3 a 5 años se evaluará el crecimiento, mediante la medición del peso, la talla de pie, el pliegue cutáneo tricípital y la circunferencia del brazo. Adicionalmente se medirá la composición del cuerpo para evaluar las reservas de grasa corporal y la masa muscular, sólo con muestras de saliva.
En las mujeres participantes se evaluará el estado nutricional de vitamina A y una prueba sencilla para la detección de anemia, para la cual se requiere una toma de muestra de sangre. Se medirán 140 niños y sus madres o tutoras en una primera etapa y se les invitará a participar al año y a los dos años para un total de 3 mediciones, que servirán para dar seguimiento al posible impacto de los programas agrícolas y de educación nutricional. Este proyecto tendrá como sede las Clínicas de Salud en las comunidades de Saint-Marc, Haití.
-

5. Declaración.

Entiendo que el estudio requiere de la participación activa de mi hijo(a), o tutorado (a), durante un período de 4 horas, dentro de las cuales se hará una prueba para evaluar su composición corporal, por lo cual, los niños beberán aproximadamente entre 5 y 15 gramos de agua de alta pureza (agua deuterada).

Mediciones que se realizarán:

Niño(a):

- Peso, estatura y circunferencia del brazo.
- Medición del pliegue cutáneo del brazo en la región tricípital para estimar la grasa corporal en la parte superior del cuerpo. Se realiza mediante una pinza diseñada para medir el espesor cutáneo y esta ejerce una leve presión constante durante unos tres segundos, esta medición da la sensación de un pequeño pellizco.
- Se le tomará una muestra de saliva de 2-3 mL en un algodón antes de la toma del agua de alta pureza. Se le tomará otra muestra de saliva 3 horas después de haber consumido el agua de alta pureza. Treinta minutos antes o después de su consumo no se pueden ingerir alimentos o bebidas).
- Se medirá la resistividad del cuerpo a una pequeña corriente eléctrica e imperceptible, inducida por un equipo con baterías (Bioimpedancia Eléctrica: Bioimpedimed) que sirve para estimar el agua corporal.

Madre o Tutor(a):

- Aplicación de una encuesta de datos sociodemográficos y de localización.
- En las mujeres participantes se tomarán el peso, la talla y una muestra de sangre de 7 mililitros para la evaluación del estado de vitamina A y hemoglobina.

6. Riesgos e incomodidades que puede experimentar los participantes

Toma del agua deuterada de alta pureza y muestras de saliva en los niños.

No existe ningún riesgo asociado al consumo del agua deuterada de alta pureza en los niños, cuya dosis fluctuará entre unos 5 y 15 gramos/niño, dependiendo del peso corporal del niño. La dosis se dará utilizando un popote o pajilla.

- Algunas personas pueden sentir un poco de incomodidad al dar una muestra de saliva.
- Todos los procedimientos utilizados, incluyendo la dosificación, han sido utilizadas y aprobadas por comités de ética a nivel internacional en población pediátrica, adultos y adultos mayores.
- Ninguna de las mediciones representa un riesgo de salud para los participantes más allá de lo previamente explicado.

Toma de muestra de sangre en las mujeres participantes

- Algunas personas pueden experimentar incomodidad al tomar la muestra de sangre, sin embargo, con las precauciones tomadas y siguiendo los protocolos de la Organización Mundial de la Salud, la incomodidad y el riesgo es mínimo.
- Todos los procedimientos han sido utilizados y aprobados por comités de ética a nivel internacional en población pediátrica, adultos, adultos mayores, mujeres embarazadas y en período de lactancia.

7. Beneficios previsible

Individuales: A través de las clínicas, se entregarán a las mujeres participantes (madres o tutoras) los resultados de crecimiento, composición corporal en los niños y del estado de vitamina A y anemia en ellas.

Los niños participantes que presenten desnutrición severa, serán canalizados a las clínicas de salud para recibir la adecuada atención. La desnutrición severa será

identificada al momento de las mediciones, y se corroborará o se detectarán nuevos casos al analizarlos bajo el esquema de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Colectivos: El potencial beneficio de estos programas agrícolas y educativos sobre la salud y estado de nutrición.

Compensación: Se brindará un refrigerio a madres y niños durante el proceso de participación. Los resultados serán entregados a nivel individual y confidencial, **sin ningún costo** para los participantes. Al fin del proyecto se invitará a las comunidades participantes a una plática informativa sobre los resultados a cargo de los responsables del programa agrícola.

8. Confidencialidad de la información:

Los datos proporcionados por usted, así como sus resultados serán guardados en la más estricta confidencialidad y manejados sólo con **clave numérica**. En ningún momento, se utilizarán ni serán proporcionados a terceras personas con fines diferentes a los especificados. Nunca perderán su carácter de confidencialidad. Las muestras de saliva y sangre no se utilizarán ahora o en el futuro para ninguna prueba genética o de otro tipo y serán descartadas con protocolos de seguridad para muestras biológicas al finalizar los análisis.

9. Problemas o preguntas

Usted tiene el derecho a preguntar sobre cualquier aspecto de la investigación, **así como a retirarse de esta investigación en cualquier momento, si así lo desea.**

Para cualquier duda o pregunta que usted tenga, puede comunicarse a los siguientes teléfonos:

Investigador	Teléfono oficina	Correo electrónico
Dra. Joseline Marhone	(509) 349 24309	joselinemarhone@yahoo.fr
Dr. Patrice Dion	(418) 656 2131 Ext 2841	patrice.dion@fsaa.ulaval.ca
Dr. Mauro E. Valencia	(52) 662 259 2121 Ext 19	mauro@ciad.mx

