

**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA  
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO**

**Maestría en Ciencias de la Salud con Área de Concentración en  
Economía de la Salud**

***Título tesis:***

**El efecto de los precios de alimentos 2002-2005 en el índice de masa corporal y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres en México.**

Presenta: Mishel Unar Munguía

Directora de Tesis:

Dra. Mónica Arantxa Colchero Aragonés (CIEE, INSP)

Asesores:

Dr. Juan Rivera Dommarco (CINyS, INSP)

Dra. Graciela Teruel Belismelis (Economía, Universidad Iberoamericana)

Correo electrónico: [munar@insp.mx](mailto:munar@insp.mx)

Cuernavaca, Morelos, a 10 de agosto de 2012.

## Índice de contenido

Introducción.....	4
1. El gasto en grupos de alimentos, el índice de precios y la prevalencia de sobrepeso y obesidad en México.....	6
Gráfica 1. Porcentaje de gasto del hogar mensual en grupos de alimentos respecto del gasto total en alimentos en México entre 1992 y 2006. ....	6
Gráfica 2. INPC relativo de bebidas endulzadas, proporción del gasto en bebidas endulzadas y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.....	7
Gráfica 3. INPC relativo de verduras, proporción del gasto en verduras y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.....	8
Gráfica 4. INPC relativo de lácteos, proporción del gasto en lácteos y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.....	9
2. Hipótesis.....	9
3. Objetivos.....	9
3.1. Objetivo general .....	9
3.2. Objetivos específicos .....	10
4. Marco conceptual .....	10
4.1 La función de producción de salud .....	10
4.2 El problema de endogeneidad .....	12
4.3 Sistema de demandas: Modelo LA/AIDS .....	13
5. Datos y variables .....	14
5.1 Encuesta de Niveles de Vida de los Hogares ENNVIH .....	14
5.2 Prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres.....	14
5.3 Proporción del gasto mensual del hogar en alimentos .....	14
5.4 Precios de alimentos y otros bienes y servicios. ....	15
5.5 Estimación de Adultos Equivalentes (AE) en el hogar.....	16
5.6 Estimación del ingreso mensual del hogar por AE.....	16
5.7 Datos socio-demográficos. ....	16
6. Estimación empírica .....	17
6.1 Corrección por sesgo de selección.....	18
6.2 Mínimos cuadrados en tres etapas.....	19
6.3 Estimación de elasticidad-precio y elasticidad-gasto de la demanda.....	22

7. Resultados.....	25
7.1 Estadística descriptiva de las variables incluidas en los modelos .....	25
7.2 Resultados de los modelos de regresión de mínimos cuadrados en tres etapas sin efectos fijos. ....	26
7.2.1 Los coeficientes estimados de proporción de gasto en alimentos.....	26
7.2.2 Los coeficientes estimados de variables socio-demográficas.....	27
Tabla 1. Estimación en tres etapas de función de producción de salud (IMC) en mujeres adultas. Sin efectos fijos.....	29
Tabla 2. Estimación en tres etapas de función de producción de salud (prevalencia de sobrepeso y obesidad) en mujeres adultas. Sin efectos fijos .....	30
7.2.3 Comparando resultados al controlar por sesgo de selección. ....	31
Tabla 3. Resultados de los modelos Heckman con los que se obtuvo la razón inversa de Mills (IMR) para cada alimento o grupo de alimentos. ....	32
7.2.4 Análisis de sensibilidad: precios ponderados por grupo de alimentos. ....	32
7.2.5 Análisis de sensibilidad: efectos fijos. ....	33
7.3 Resultados de estimaciones de elasticidad-precio y elasticidad-gasto.....	34
7.3.1 Resultados de elasticidad-gasto .....	34
Tabla 4. Elasticidades-gasto de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos. <sup>1</sup> .....	35
7.3.2 Resultados de elasticidad-precio propias.....	35
Tabla 5. Elasticidades-precio no compensadas de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos. <sup>1</sup> .....	36
Tabla 6. Elasticidades-precio compensadas de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos. <sup>1</sup> .....	37
7.3.3 Resultados de elasticidad-precio cruzadas.....	37
7.4 Resultados de la asociación entre aumento de precios de alimentos y el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad en mujeres adultas de 19 a 49 años. ....	39
Tabla 7. Asociación entre aumento de precios de alimentos y el IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas. <sup>1</sup> .....	40
8. Discusión.....	43
Bibliografía .....	46

## Introducción

La crisis mundial de precios de alimentos comenzó en el año 2002 con el alza sostenida en los precios alcanzando un dramático incremento mundial de 130 por ciento en junio de 2008. En especial, los granos como el maíz, trigo, arroz y soya tuvieron incrementos de hasta 318 por ciento.(1, 2) En enero de 2011, el índice de precios calculado por la FAO llegó a ser el más alto desde 1990.(3)

Esta crisis se originó por incrementos en la demanda de alimentos, la disminución en inversión privada y pública en la agricultura, la urbanización y los cambios en patrones de dieta, la degradación y erosión de la tierra, la escasez del agua, la expansión de la industria de biocombustibles, la contracción de la economía mundial, el impacto del cambio climático, el crecimiento población así como las políticas de los gobiernos, las cuales distorsionaron el mercado.(1, 2, 4, 5)

El rápido aumento de precios de alimentos redujo el poder de compra y el acceso de la población de menores ingresos a alimentos nutritivos provocando el deterioro de su estado nutricional(6) y agravando el problema de malnutrición infantil; se estima que millones de hogares pobres en el mundo cambiaron su dieta por alimentos de menor calidad nutricional,(1, 7) más de un billón de personas viven con hambre y se incrementó la incidencia de pobreza en el mundo.(4)

La crisis de precios ha reducido el acceso de la población de menores ingresos, sobre todo en países en desarrollo, a alimentos nutritivos provocando el deterioro de su estado nutricional.(6) Aunque no hubo escasez de alimentos a nivel global en el periodo 2007-2009, la cantidad de personas con desnutrición crónica y deficiencias de micronutrientes se ha incrementado(7) ya que la población más pobre puede responder al aumento de precios sustituyendo algunos alimentos de su canasta; pueden reducir la diversidad de su dieta consumiendo proteínas con menor frecuencia o sustituyendo los granos caros por granos locales más baratos pero de menor contenido nutricional.(1, 5)

En algunos países asiáticos se encontró que el IMC de mujeres adultas de bajos ingresos disminuyó durante el periodo de crisis económica en 1997-1998, debido a que su ingesta calórica se redujo como consecuencia del aumento en los precios de los alimentos.(8) Aunque no hay estudios sobre el efecto de aumento de precios en el IMC de mujeres adultas que viven en países de Latinoamérica, un estudio en California, Estados Unidos encontró que la inseguridad alimentaria está asociada con mayor riesgo de obesidad en mujeres adultas que son hispanas o de raza negra.(9)

En México, desde el año 2006 los precios de alimentos se incrementaron considerablemente. En 2009, el INPC del huevo aumentó 128% respecto del año 2002, mientras que los INPC del aceite, leguminosas y maíz se incrementaron ~75%. El INPC de alimentos creció 53% en el mismo periodo.<sup>1</sup> Hasta el momento no existen estudios en México que muestren el impacto del aumento de precios en el estado de nutrición de mujeres mexicanas. Esta alza en los precios podría modificar la dieta de las mujeres adultas impactando la prevalencia de sobrepeso y obesidad, la cual alcanzó 71.9% en 2006.(10)

Existen muy pocas estimaciones de la elasticidad-ingreso y elasticidad-precio de alimentos consumidos por la población mexicana, las cuales varían debido a los distintos métodos y datos utilizados. Usando datos de las Encuestas Nacionales de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH), un estudio encontró que entre 1989 y 2006 la elasticidad-precio de refrescos aumentó convirtiéndose en elástica (-0.6 a -1.085) mientras que la elasticidad-precio de leche entera no varió mucho siendo inelástica (~-0.30). Las elasticidades-ingreso resultaron ser positivas pero cercanas a cero lo que indica que estos bienes son normales pero no son bienes de lujo. Encontraron que un incremento en 10% en el precio de refrescos puede reducir el consumo, en promedio, 50ml per cápita al día.(11) Otro estudio realizado con datos de la ENIGH 1984-2000 encontró que las elasticidades-ingreso fueron positivas pero menores a uno y las elasticidades-precio de grupos de alimentos como maíz, leguminosas, aceites y vegetales fueron inelásticas y cárnicos, lácteos, frutas y azúcar resultaron elásticas. (12)

El efecto de los precios en el peso de las mujeres adultas puede ser ambiguo, el incremento en precios podría reducir el peso de las mujeres más pobres si éstas disminuyen la cantidad de alimentos que consumen(8) o agravar el problema de sobrepeso y obesidad si disminuye la calidad en la dieta al consumir alimentos de menor valor nutricional pero densos en energía.(1, 6) (2, 13)

En este trabajo, estimamos la asociación entre los precios de 12 grupos de alimentos y bebidas y el índice de masa corporal y prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas a través de la proporción del gasto destinado a alimentos y bebidas. Se usaron datos de la Encuesta Nacional de Niveles de Vida de los Hogares (2002-2005) para estimar, por el método de mínimos cuadrados en tres etapas, una función de producción de salud y un sistema de demandas LA/AIDS con el cual se obtuvieron las elasticidades-gasto y elasticidades-precio propias y cruzadas de los 12 grupos de alimentos.

---

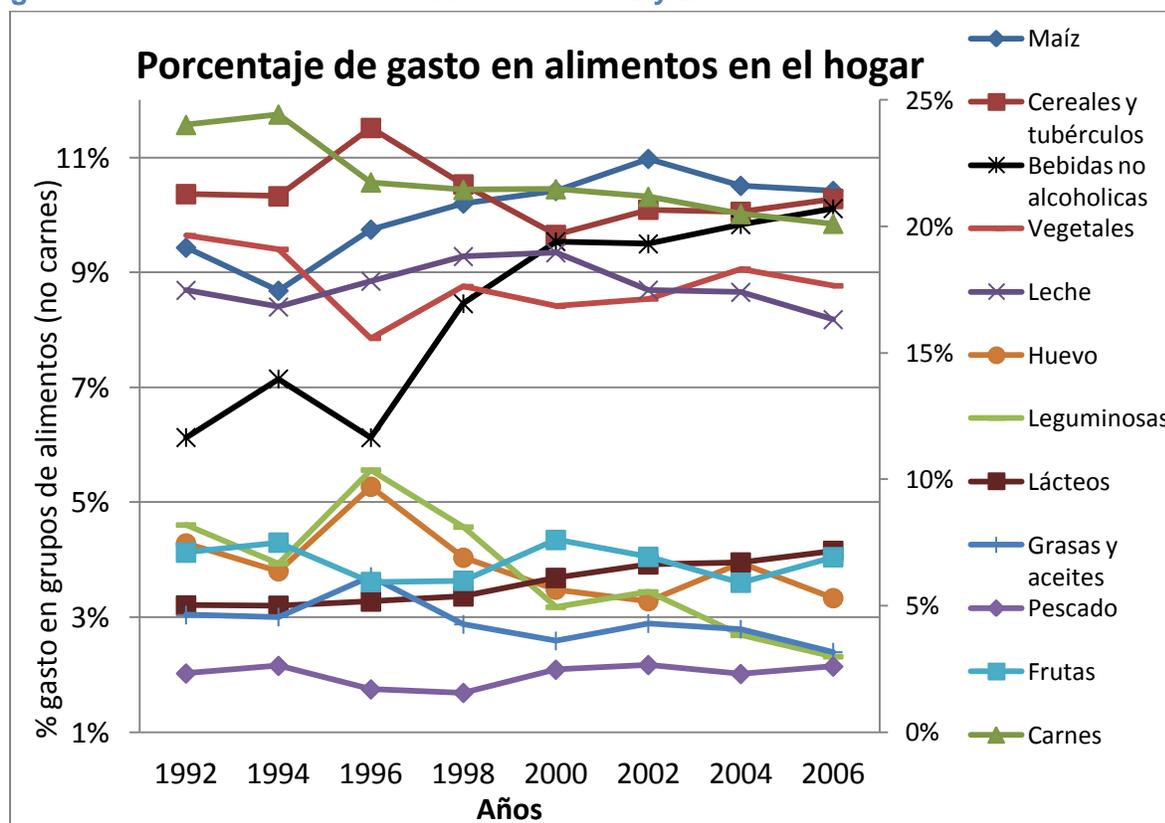
<sup>1</sup> Estimaciones propias con datos mensuales del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) calculado por el Banco de México de 2002 a 2009.

## 1. El gasto en grupos de alimentos, el índice de precios y la prevalencia de sobrepeso y obesidad en México.

En México, la composición de gasto por grupo de alimentos ha variado entre 1992 y 2006. Datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gasto de los Hogares (ENIGH) en la gráfica 1 muestran que aunque la proporción del gasto en el grupo de carnes se ha reducido, en 2006 continuaba siendo el grupo al cual se destinaba la mayor proporción del gasto en alimentos en los hogares mexicanos, siendo de 20%.

En dicho periodo, el mayor aumento en la proporción de gasto se registró en el grupo de bebidas no alcohólicas el cuál creció 4 puntos porcentuales llegando a niveles del gasto destinado al grupo de maíz y cereales; pasó de de 6.1% en 1992 a 10.1% en 2006. Otros grupos de alimentos como maíz y lácteos crecieron alrededor de 1 punto porcentual. La proporción del gasto que más se redujo en el periodo fue el destinado a las leguminosas, el cual pasó de 4.6% en 1992 a 2.1% en 2006, seguido del grupo de huevo y vegetales.

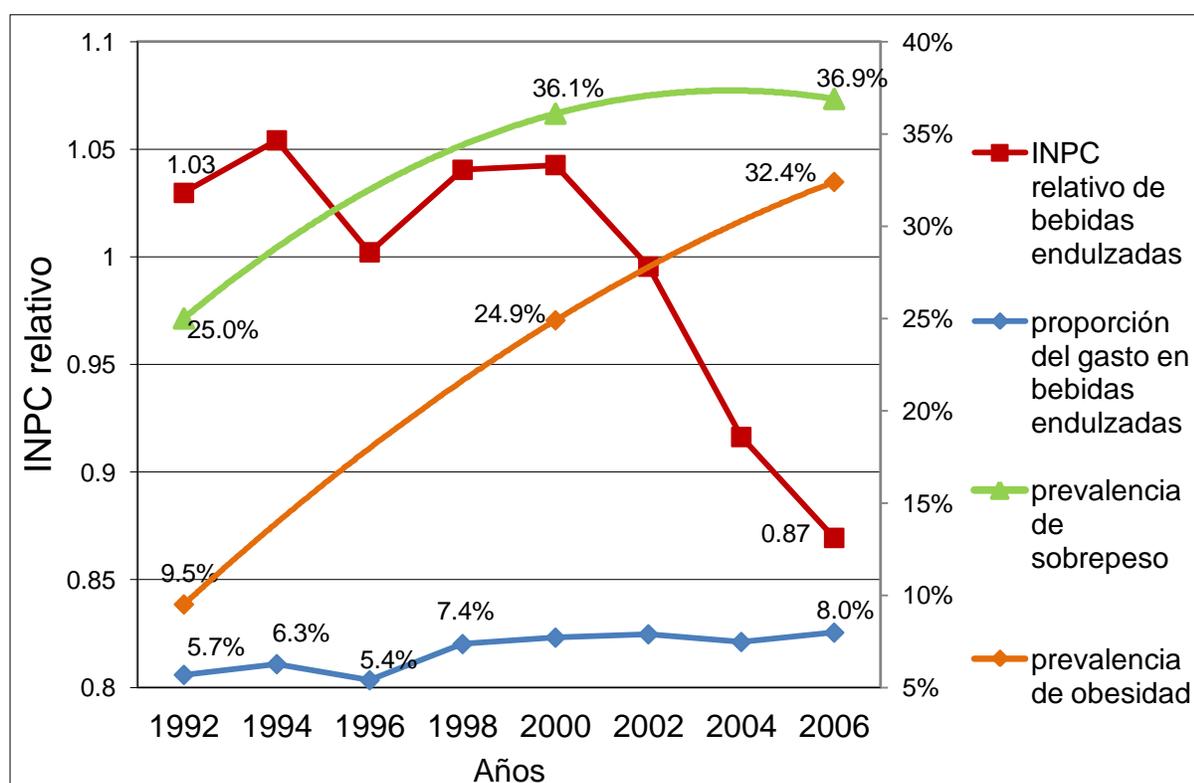
**Gráfica 1. Porcentaje de gasto del hogar mensual en grupos de alimentos respecto del gasto total en alimentos en México entre 1992 y 2006.**



Datos de la proporción de gastos obtenidos de ENIGH 1992-2006. El porcentaje de gasto en carnes se mide en el eje vertical secundario del lado derecho. El porcentaje de los demás grupos de alimentos se mide en el eje vertical del lado izquierdo.

En la gráfica 2 se muestra la evolución en la proporción de gasto destinado bebidas endulzadas que es el alimento que más pesa dentro del gasto en el grupo de bebidas no alcohólicas. Al mismo tiempo se presentan los cambios que ha tenido el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) en relación al INPC de alimentos en general, el cual se ha venido reduciendo sostenidamente desde el año 2000. También se presenta el aumento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad que se ha registrado en hombres y mujeres adultos mexicanos entre 1988 y 2006. La disminución en los precios de bebidas endulzadas ha estado acompañada del aumento del gasto destinado a este grupo y del aumento en las prevalencias de sobrepeso y de obesidad.

**Gráfica 2. INPC relativo de bebidas endulzadas, proporción del gasto en bebidas endulzadas y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.**

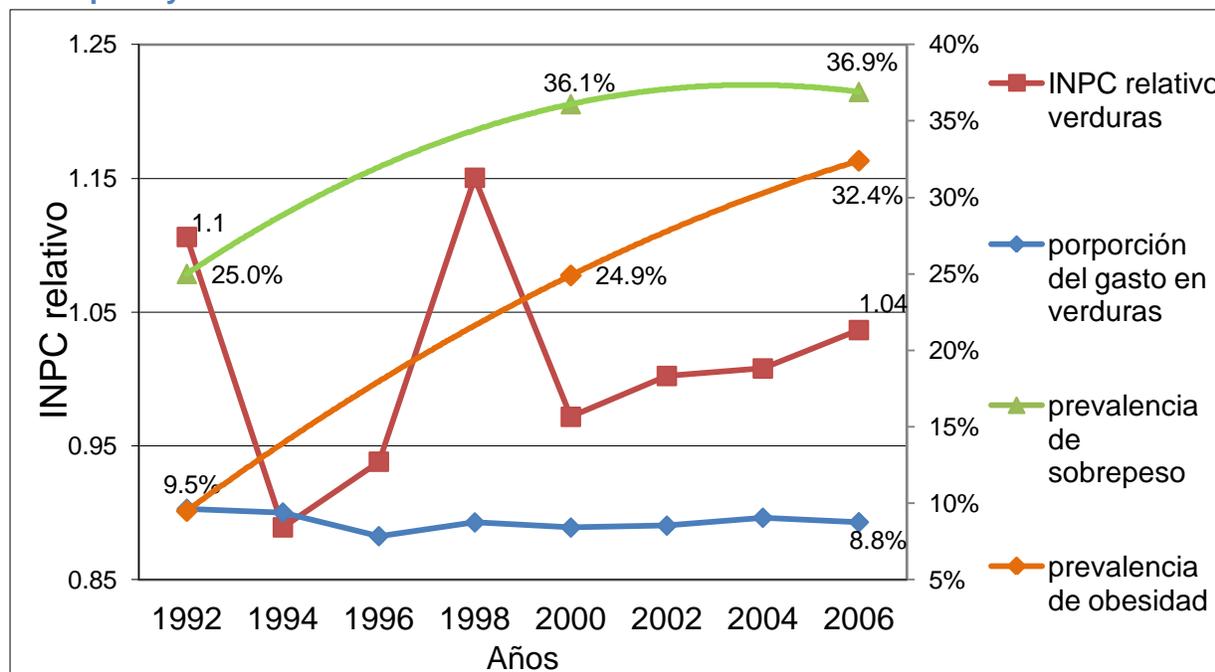


Datos del INPC: Banco de México. Precios de referencia junio 2002. El INPC relativo se calculó como proporción de INPC general de alimentos. Datos de la proporción de gastos obtenidos de ENIGH 1992-2006. Datos de sobrepeso y obesidad ENSA 1988, ENN 1999 y ENSANUT 2006. Los datos de sobrepeso y obesidad de 1992 corresponden a los encontrados en 1988.

En la gráfica 3 se presenta la evolución en la proporción destinada al grupo de verduras, el INPC relativo de las verduras respecto del INPC en alimentos, y las prevalencias de sobrepeso y obesidad. La proporción del gasto destinado a verduras se ha reducido entre 1992 y 2006 cerca de 1pp, mientras que su precio relativo a otros alimentos, después de haber caído considerablemente en 1994, ha tenido una

tendencia a la alza., siendo en 2006 mayor el precio en verduras que en los alimentos en general.

**Gráfica 3. INPC relativo de verduras, proporción del gasto en verduras y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.**

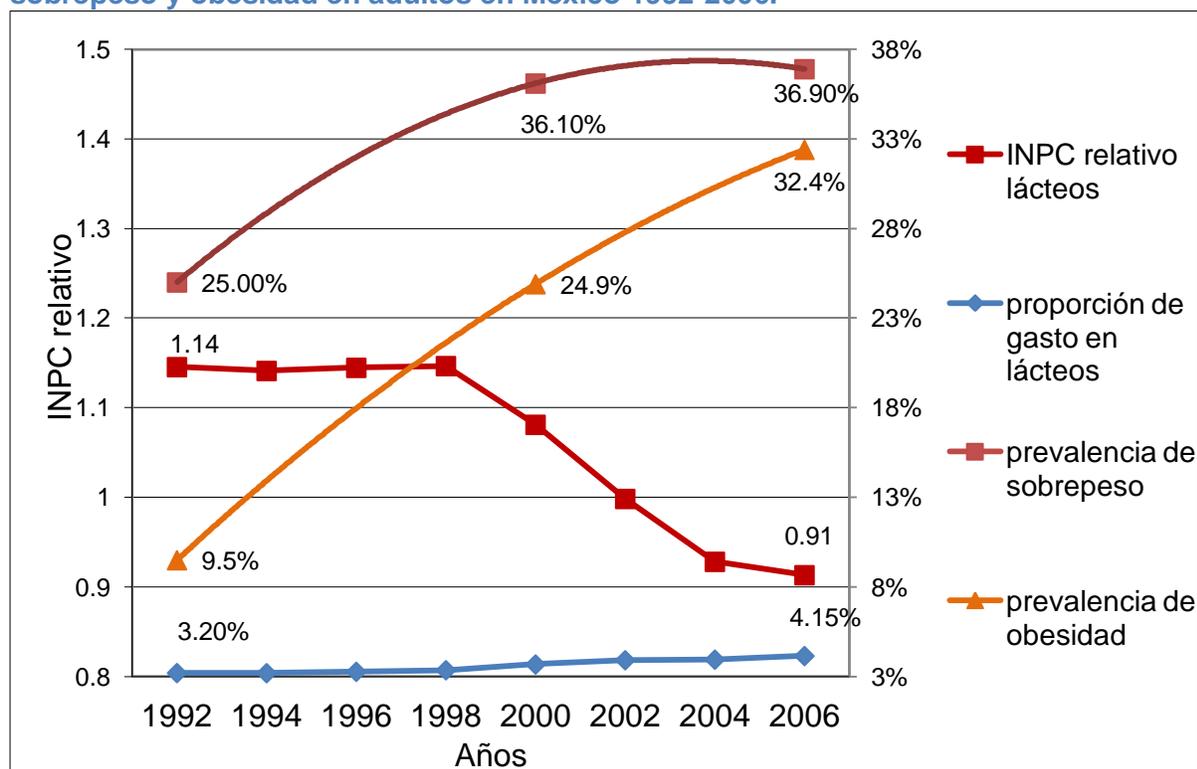


Datos del INPC: Banco de México. Precios de referencia junio 2002. El INPC relativo se calculó como proporción de INPC general de alimentos. Datos de la proporción de gastos obtenidos de ENIGH 1992-2006. Datos de sobrepeso y obesidad ENSA 1988, ENN 1999 y ENSANUT 2006. Los datos de sobrepeso y obesidad de 1992 corresponden a los encontrados en 1988.

En la gráfica 4 se presentan datos similares pero del grupo de lácteos (sin incluir leche). El precio relativo de los lácteos respecto al precio de alimentos en general se ha reducido entre 1992 y 2006 y la proporción de gasto destinado a este grupo ha aumentado cerca de 1pp.

El aumento en la proporción del gasto destinado a alimentos que tienen alto contenido en grasas, como los lácteos, y azúcar, como las bebidas endulzadas, junto con la reducción en sus precios, así como la disminución de gasto en alimentos saludables como las verduras podrían estar asociados al incremento en las prevalencias de sobrepeso y obesidad que se han registrado en el país en los últimos 20 años.

**Gráfica 4. INPC relativo de lácteos, proporción del gasto en lácteos y prevalencia sobrepeso y obesidad en adultos en México 1992-2006.**



Datos del INPC: Banco de México. Precios de referencia junio 2002. El INPC relativo se calculó como proporción de INPC general de alimentos. Datos de la proporción de gastos obtenidos de ENIGH 1992-2006. Datos de sobrepeso y obesidad ENSA 1988, ENN 1999 y ENSANUT 2006. Los datos de sobrepeso y obesidad de 1992 corresponden a los encontrados en 1988.

## 2. Hipótesis

La disminución en los precios relativos de los alimentos densos en energía o con alto contenido de grasas o azúcar, como lácteos, refrescos y calóricos, y el aumento en los precios relativos de alimentos sanos, como verduras, pueden estar asociados con un mayor índice de masa corporal en mujeres adultas mexicanas, a través de la proporción del gasto en éstos alimentos.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo general

1. Estimar la asociación entre precios de alimentos y bebidas más consumidos por la población mexicana y el índice de masa corporal y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas entre 19 y 49 años, analizando la Encuesta Nacional de Niveles de Vida de los Hogares (ENNVIH) en sus rondas de 2002 y 2005.

### 3.2 Objetivos específicos

1. Estimar la asociación entre las proporciones de gasto en cada grupo de alimentos y bebidas y el índice de masa corporal y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas entre 19 y 49 años.
2. Estimar las elasticidades-precio propias, elasticidades-precio cruzadas y elasticidades-gasto de los alimentos y bebidas más consumidos por la población mexicana.

## 4 Marco conceptual

### 4.1 La función de producción de salud

La teoría a la que se hace referencia en esta investigación es la de función de producción de salud en el hogar, la cual considera a la salud como una forma de capital que se deprecia y que puede incrementarse por medio de inversiones realizadas a través de distintos comportamientos que incidan positivamente en el stock de salud. La salud se produce a través de una función de producción que es el proceso biológico y tecnológico mediante el cual el hogar combina bienes y servicios junto con tiempo y conocimientos de los miembros del hogar para producir salud.(14-18)

Se usará una versión modificada del modelo de Rosenzweig y Shultz que fue propuesto en 1982.(19) De acuerdo a este modelo, el hogar obtiene utilidad de tres tipos de bienes que son el estado de salud de sus integrantes  $H_i$ , (ej. el estatus nutricional medido a través del índice de masa corporal), el consumo de  $X_j$  bienes que le dan satisfacción directa pero que no afectan el estado de salud de los miembros del hogar (ej. transporte, ropa), y el consumo de  $Y_k$  bienes que afectan el estado de salud pero además generan una utilidad (ej. consumo de alimentos). La función de utilidad del hogar se expresa de la siguiente manera.

Por otro lado, la función de producción de salud depende de  $Y_k$  bienes que influyen en el estado de salud y dan una utilidad directa al hogar,  $X_j$  bienes y  $G_m$  insumos de salud que influyen en el estado de salud pero que no dan una utilidad directa (ej., consultas médicas) y de una dotación individual compuesta de factores genéticos y ambientales  $\mu_i$  que determinan la salud de los individuos la cual no pueden modificarse pero que es conocida por los miembros del hogar. La relación entre el estado de salud y los niveles consumidos de  $Y_k$  y  $G_m$  se describe mediante la función de producción de salud en la ecuación 2.

La restricción presupuestaria a la que se enfrenta el hogar está compuesta por las cantidades de los bienes e insumos  $X_j$ ,  $Y_k$ ,  $G_m$  que consume el hogar y sus respectivos precios. El gasto debe ser igual al ingreso disponible del hogar  $M$ .

(3)

Una de las características importantes de este modelo es que la salud de los miembros del hogar no puede comprarse directamente sino a través del consumo de bienes e insumos que inciden en la producción de salud. Además, el hogar no busca maximizar la salud de sus miembros pero sí busca mejorar la salud de éstos, sacrificando otros bienes, pues más salud aumenta la utilidad del hogar.

Las funciones de demanda reducidas del hogar de los bienes e insumos se derivan de la maximización de la utilidad<sup>2</sup> (1) sujeta a la función de producción (2) y a la restricción presupuestaria (3) y se obtiene tres ecuaciones de demanda reducida para los bienes  $X_j$ ,  $Y_k$  y para los insumos  $G_m$  las cuales están en funciones de los precios y el ingreso:

$$X_j = D_{X_j}(P_{x_j}, P_{Y_k}, P_{G_m}, M, \mu_i) \quad (9)$$

$$Y_k = D_{Y_k}(P_{x_j}, P_{Y_k}, P_{G_m}, M, \mu_i) \quad (10)$$

$$G_m = D_{G_m}(P_{x_j}, P_{Y_k}, P_{G_m}, M, \mu_i) \quad (11)$$

El sistema de demandas se estima usando un modelo lineal conocido como LA/AIDS desarrollado por Deaton y Muellbauer en 1980 cuyas ecuaciones se detallan más adelante en esta sección. (20)

La función de producción de salud queda determinada indirectamente por los precios de los bienes e insumos. El efecto de cambios en los precios de los alimentos en la salud de los miembros del hogar se puede obtener derivando la función de producción de salud. El signo y magnitud del efecto de cambios en los precios de los alimentos en la salud depende de la magnitud de los cambios en el consumo de alimentos y de la magnitud que tenga el producto marginal del consumo de alimentos en la producción de salud.

\_\_\_\_\_

El supuesto es que la dotación individual  $\mu_i$  es una variable aleatoria y no está relacionada con los precios de los bienes;  $\mu_i$  no cambia ante cambios en los precios =0. Este modelo de producción de salud del hogar muestra que para predecir

<sup>2</sup> La derivación del Lagrangiano y las condiciones de primer orden se muestran en el anexo A.

cómo los cambios en los precios de los bienes, en este caso los alimentos, pueden afectar la salud de los individuos se debe conocer tanto los parámetros de la función de producción de salud así como de las ecuaciones de demanda.

## 4.2 El problema de endogeneidad

Existe un problema al estimar los parámetros de la función de producción de salud debido a que hay factores observados por el hogar, que llamamos  $\mu_i$ , y que no son conocidos por el investigador que pueden afectar el comportamiento de los miembros del hogar e influir en la decisión de consumo de bienes para producir salud.(19) En este caso, las estimaciones de los parámetros de la función de producción de salud estarían sesgadas debido a un problema de endogeneidad que surge porque los factores genéticos y ambientales  $\mu_i$ , que entran en el término de error de la ecuación a estimar, estarían relacionados con las variables independientes del modelo, que son los insumos  $Y_k$  y  $G_m$ , lo que daría como resultado estimadores inconsistentes de dichas variables.(21)

Aunque los factores genéticos y ambientales que determinan la salud de los individuos  $\mu_i$  afectan el comportamiento de los adultos hacia su propia producción de salud, es muy probable que  $\mu_i$  no esté correlacionado con los precios de los insumos para producir salud. Entonces, es posible estimar sin sesgos el efecto de los insumos en la salud de los individuos si se utilizan los precios de los insumos como instrumentos en la estimación de las ecuaciones de demanda. Por lo tanto, estimar los parámetros de la función de producción de salud requiere un procedimiento de dos etapas en la cual la estimación de primera etapa corresponde a las ecuaciones de demanda de los insumos de salud  $Y_k$  y  $G_m$ .(17-19)

El consumo de alimentos podría estar relacionado con algún factor genético o ambiental  $\mu_i$  que las mujeres conocen, por ejemplo si las mujeres con sobrepeso y obesidad tienen alguna enfermedad cardíaca o colesterol elevado (y el investigador no lo sabe), pueden consumir menos alimentos del grupo de carnes y se podría encontrar que un mayor consumo de éstos alimentos está asociado con un peor estado nutricional (mayor sobrepeso y obesidad) en las mujeres lo que estaría enmascarando la verdadera relación entre gasto en alimentos y estado nutricional de la mujer. Por ello, el sistema de ecuaciones se estimó usando un procedimiento en tres etapas, donde los precios de los alimentos y de otros rubros, como combustible o ropa, serán usados como instrumentos en las ecuaciones de demanda reducidas.

Por otro lado, en las mujeres adultas el ingreso puede ser una variable endógena por causalidad reversa pues diversos estudios han encontrado una relación negativa entre IMC y estado socioeconómico, salarios o ingreso de las mujeres. Existen tres posibles explicaciones al respecto descritas por Cawley (2004); (a) la obesidad puede reducir los salarios al reducir la productividad de las mujeres o porque exista

discriminación en el lugar de trabajo, (b) Bajos salarios pueden provocar obesidad si la gente más pobre consume alimentos más baratos que son densos en energía y por ende engordan más y (c) existen factores no observados que provocan al mismo tiempo obesidad y bajos salarios de las mujeres.(22-24) En este caso, la ecuación de ingreso también se estimó en dos etapas con el método de variables instrumentales, en conjunto con las ecuaciones de demanda y la función de producción de salud, para obtener una estimación consistente de la relación entre ingreso y sobrepeso y obesidad en las mujeres.

### 4.3 Sistema de demandas: Modelo LA/AIDS

Para estimar las demandas de alimentos de la ecuación (10) se usó el modelo de sistema de demandas con aproximación lineal LA/AIDS (Linear Aproximation of the Almost Ideal Demand System)<sup>3</sup> desarrollado por Deaton y Muellbauer (20) pero considerando un índice de precios de Laspeyres para tener parámetros lineales sugerido por Moschini.(25)

El sistema de demandas LA/AIDS se especifica de la siguiente manera:<sup>4</sup>

—

Donde  $w_i$  es la proporción del gasto en el *iésimo* alimento,  $p_j$  es el precio del bien  $j$ ,  $E$  es el gasto total en el grupo de bienes considerados en el modelo y  $\log P^*$  es el índice de precios de Laspeyres para el grupo de bienes y es definido como (26):

En el cual  $t$  es el periodo de tiempo en que se levantaron los datos de gasto y precios y  $\bar{w}_i$  es la proporción de gasto promedio en cada grupo de alimentos. Se utiliza  $\bar{w}_i$  en lugar de  $w_i$  para evitar el problema de simultaneidad que surgiría al introducir el índice de precios en la ecuación (13.1). Este índice es un promedio ponderado geométrico de los precios de los bienes y permite que la ecuación de demanda sea lineal en los parámetros.(25, 26) El sistema de funciones de demanda debe satisfacer ciertas restricciones de agregación, homogeneidad y simetría en los parámetros que son

---

<sup>3</sup> El modelo conocido como LA/AIDS da una aproximación de primer orden a casi cualquier sistema de demanda y parte de una clase específica de preferencias conocidas como PIGLOG que se representan a través de la función de gasto la cual define un gasto mínimo necesario para alcanzar un cierto nivel de utilidad dados los precios de los bienes. Satisface los axiomas de elección de la teoría clásica del consumidor, se puede agregar entre consumidores, es fácil de estimar y permite probar las condiciones de homogeneidad y simetría a través de restricciones lineales a parámetros fijos.

<sup>4</sup> La estimación de modelos con efectos fijos se realizó en primeras diferencias. La ecuación estimada se puede consultar en el anexo B para mayor detalle metodológico.

impuestas para tener consistencia con la teoría del consumidor, dichas restricciones se presentan en el anexo B.(20)

## **5 Datos y variables**

### **5.1 Encuesta de Niveles de Vida de los Hogares ENNVIH**

Para estimar el efecto del aumento de precios en la prevalencia de sobrepeso y obesidad de niños y mujeres se usaron datos de 2002 y 2005 de la Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares (ENNVIH) la cual es una encuesta longitudinal, probabilística, estratificada, multi-etápica e independiente en cada dominio de estudio con una muestra basal de 8,440 hogares con ~ 35,000 entrevistas individuales en 150 localidades de la República Mexicana. Contiene información a nivel individual, hogar y comunidad de variables socioeconómicas, demográficas y de salud de la población mexicana. Tiene representatividad nacional, urbano-rural y regional (de acuerdo al Plan Nacional de desarrollo 2000-2006) y al ser longitudinal le permite seguir a los mexicanos a lo largo del tiempo. (27)

El total de la muestra de mujeres adultas entre 19 y 49 años de edad con datos de IMC en ambas rondas (datos panel) fue de 4,332 mujeres (8,664 observaciones). El 16.2% de la muestra panel de mujeres no tuvo datos en al menos una de las variables independientes que se consideraron en los modelos estimados, por lo que en 2002 solo 3,697 tuvieron datos en todas las variables de interés y en 2005 solo 3,731 mujeres contaron con información completa (Tabla C.1 del Anexo C). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la muestra original y la muestra final en ninguna de las variables de análisis.

### **5.2 Prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres**

Para estimar el sobrepeso y obesidad en mujeres adultas de 18 a 49 años, se calculó su índice de masa corporal usando las medidas actuales peso y estatura obtenidas al momento de la entrevista y se usaron los puntos de corte propuestos por la OMS. Para sobrepeso IMC entre 25 y 29.9 y para obesidad  $IMC \geq 30$ .(28) Los valores de IMC mayores de 60 puntos se eliminaron del análisis por estar fuera de un rango aceptable.(10) No se consideraron en este análisis a las mujeres embarazadas o lactando al momento de la entrevista.

### **5.3 Proporción del gasto mensual del hogar en alimentos**

Se usaron datos sobre gasto en 31 alimentos en el hogar y valor de mercado de alimentos consumidos en el hogar (autoconsumo, obsequiados o transferidos al hogar) en la semana previa a la encuesta. En los casos en los que el hogar no gastó en algún alimento en la última semana se le preguntó sobre su gasto en el último mes.

Se estimó el gasto total mensual del hogar en alimentos y bebidas sumando el gasto reportado por el hogar y el valor semanal de alimentos consumidos en el hogar (autoconsumo, obsequiados o transferidos al hogar) y multiplicando por la constante 4.33 para obtener el gasto mensual bajo el supuesto de que el hogar gastó aproximadamente lo mismo cada semana. El gasto por alimento o grupo de alimentos se dividió entre el gasto total en alimentos y bebidas para obtener la proporción del gasto para cada uno de los 12 grupos de alimentos creados que se describen a continuación:

1. **Grupo de verduras:** Jitomate, cebolla, papa, chile y otras verduras (lechuga, zanahoria, calabaza, aguacate, nopales, etc.)
2. **Grupo de frutas:** Plátano, naranja, manzana y otras frutas (mandarinas, limones, toronjas, duraznos, etc.)
3. **Grupo de cárnicos:** Carne de res, carne de puerco, carne de pollo y productos de origen animal (manteca, jamón, chorizo, etc.)
4. **Grupo de pescados:** Pescados y mariscos frescos, atún y sardina en lata.
5. **Grupo de cereales:** Arroz, sopa de pasta, galletas (saladas o dulces), bolillo y otros cereales (pan de caja (Bimbo), harina, hojuelas, maíz en grano, masa, etc.)
6. **Grupo de lácteos:** Queso, leche pasteurizada y otros productos lácteos (leche en polvo, mantequilla, crema, etc.)
7. **Grupo de leguminosas:** Frijoles, garbanzo, lenteja y haba.
8. **Grupo de calóricos:** azúcar blanca y productos industrializados (pastelillos en bolsa, papas fritas, dulces, etc.)
9. **Tortilla:** Tortilla de maíz
10. **Huevo:** Huevos de gallina
11. **Aceite:** Aceite vegetal
12. **Refresco:** Refrescos

#### 5.4 Precios de alimentos y otros bienes y servicios.

Los precios de alimentos, bienes y servicios se deflactaron al año base 2010 usando el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) reportado por el Banco de México(29) para el mes y año en el que fueron levantados los precios a nivel comunitario en la ENNVIIH-2002 y ENNVIIH-2005.

Para la estimación de los modelos principales se incluyó el logaritmo del precio, por kilogramo o litro, de los siguientes alimentos: jitomate, naranja, bistec de res, carne de cerdo (costilla), pollo en piezas, filete de pescado, arroz, leche pasteurizada, tortilla de maíz, frijol, aceite vegetal, refresco de botella (600 ml), huevo de gallina y azúcar blanca. En el caso de los grupos de alimentos, se eligió incluir el precio de aquél alimento que mayor proporción de gasto representó dentro del grupo de alimentos.

Dentro del análisis de sensibilidad, para revisar la robustez de los resultados, también se estimaron modelos con el logaritmo de los precios promedio ponderados por grupo de alimentos en lugar de incluir un solo precio por grupo de alimentos. Para los precios promedio ponderados por grupo, los pesos se construyeron con la proporción del gasto de cada alimento dentro del grupo de alimentos respectivo.

En todos los modelos se incluyeron los logaritmos de los promedios simples de precios de artículos de limpieza (detergente, blanqueador, jabón de pasta, jabón de tocador, papel higiénico y pasta dental), ropa (camisa de hombre, blusa de mujer, pantalón de mezclilla, Pantalón de gabardina para niño), zapatos (de adultos y niños), artículos de cocina (platos, cuchara, sartén, olla, comal, cubeta y licuadora) así como el precio de la gasolina.

### **5.5 Estimación de Adultos Equivalentes (AE) en el hogar**

Las ponderaciones utilizadas para calcular el número de adultos equivalentes por hogar se basan en estimaciones de las curvas de Engel hechas por Teruel, Ruvalcaba y Santana con datos de Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2000 donde consideran la proporción de gasto en alimentos respecto al gasto total en el hogar en México. Las equivalencias usadas sin considerar economías de escala son las siguientes: 0.77 para niños de 0 a 5 años, 0.80 para niños de 6 a 12 años, 0.74 para adolescentes de 13 a 18 años y 1.00 para adultos de 19 a 98 años.(30)

### **5.6 Estimación del ingreso mensual del hogar por AE**

Se consideraron ingresos anuales provenientes de empleo, transferencias monetarias provenientes de programas sociales y transferencias monetarias realizadas por familiares u otras personas para todos los miembros del hogar. Se dividió entre 12 meses para tener una estimación mensual y entre el número de AE en el hogar para tener una aproximación del ingreso para cada miembro del hogar.

### **5.7 Datos socio-demográficos.**

En todos los modelos se incluyeron variables individuales, del hogar y de la comunidad donde viven las mujeres; éstas se describen a continuación.

**Edad:** años cumplidos de la mujer al momento de la entrevista. Estimados con la fecha de nacimiento y la fecha de entrevista. En los casos en que no se tuvo la fecha de nacimiento se usó la edad reportada en la encuesta.

**Escolaridad:** Se crearon categorías usando los años de escolaridad reportados por cada mujer. Sin escolaridad corresponde a no tener ningún año de escolaridad básica, Primaria corresponde a educación básica incompleta o completa (6 años), Secundaria corresponde a educación media incompleta o completa (3 años), Preparatoria corresponde educación media superior o carrera técnica

incompleta o completa (3 a 4 años), Profesional corresponde a licenciatura, o posgrado.

Hogar indígena: Hogar con al menos un individuo mayor a 18 años que hable una lengua indígena.

Área: Se usó la clasificación de INEGI para catalogar a la comunidad como rural o urbana. Rural se consideró a las localidades  $\leq 2500$  habitantes.

Región: Las entidades federativas del país se clasificaron como Región Norte ( Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Coahuila, Durango y Nuevo León), Centro (Distrito Federa, México, Morelos, Puebla, Michoacán, Jalisco y Guanajuato) o Sur (Oaxaca, Veracruz y Yucatán).

## 6. Estimación empírica

El modelo de función de producción de salud propuesto en el marco conceptual se estimó usando el método de ecuaciones simultáneas con mínimos cuadrados en tres etapas (3SLS). Se estimaron modelos considerando los datos como si fuesen cortes transversales para analizar las variaciones de IMC entre individuos lo que permite tener una mayor variabilidad en la variable de desenlace y en las variables explicativas ya que se analiza la variabilidad entre mujeres y no la variabilidad en una misma mujer, la cual en tres años pudo no haber enfrentado cambios importantes en precios y en su propio IMC.

También se realizó un análisis de sensibilidad para determinar la robustez de los resultados con un análisis de efectos fijos (FE) a nivel individual considerando primeras diferencias<sup>5</sup> en todas las variables del modelo entre el periodo 2005 y 2002 para capturar preferencias y características no observadas de las mujeres que no cambian con el tiempo.(20, 26) Dentro del análisis de sensibilidad también se estimaron modelos de demanda con promedios ponderados de precios por grupos de alimentos en lugar de incluir un solo precio de alimentos con la finalidad de comparar los resultados y ver qué tanto se modifican las estimaciones. Las diferencias en la metodología de precios se explicaron en la sección anterior.

Es importante señalar que no se incluyeron como variables independientes el número de embarazos que han tenido las mujeres y su condición de actividad física en los modelos sin efectos fijos ya que, al parecer, son variables endógenas que tienen causalidad reversa con el desenlace de IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad y

---

<sup>5</sup>El método de estimación three stage least squares (3SLS) en el paquete estadístico Stata 10.0 no permite la estimación de efectos fijos ni aleatorios, por esta razón se optó por realizar primeras diferencias en las variables para eliminar variables no observadas que no cambian con el tiempo y obtener una estimación de efectos fijos.

también están correlacionadas con la proporción gastada en los grupos de alimentos. Al incluirlas en los modelos los coeficientes estimados se vieron inflados, en algunos casos, hasta el doble de magnitud. Para incluirse en el modelo de producción de salud, estas variables deben predecirse mediante la estimación un modelo de demanda que incluya alguna variable instrumental que esté asociada con el número de embarazos o actividad física pero que no determine directamente el IMC. Sin embargo, no se encontraron dichas variables instrumentales y por tanto se decidió dejarlas fuera de los modelos.

## 6.1 Corrección por sesgo de selección

En todas las estimaciones de demanda se incluyó una corrección por sesgo de selección el cual surge porque la variable  $w_i$  (proporción de gasto en cada alimento) es una variable limitada o censurada que no puede tomar valores negativos y que tiene como límite inferior el cero pues hay un porcentaje de hogares que no reportaron haber realizado gasto en algún alimento o grupo de alimentos en el periodo de referencia. Las razones por las cuales estos hogares no gastaron en ciertos alimentos no se conocen, puede ser por preferencias o porque a los precios que enfrentan deciden no gastar, por lo que estas variables latentes no conocidas entran en el término de error pudiendo estar correlacionadas con los precios. Si no se considera este problema de sesgo de selección las estimaciones de los parámetros de las ecuaciones de demanda LA/AIDS pueden resultar sesgadas.(31)

El sesgo de selección se corrige estimando la razón inversa de Mills (IMR) en una primera etapa e incorporándolo como variable instrumental en el sistema de demandas en una segunda etapa. La IMR es una medida del “riesgo” que tiene un hogar de no reportar gasto en algún alimento. La decisión del hogar de gastar en un alimento o grupo de alimento se convierte en una opción dicotómica que se estima como un modelo de probit para cada alimento.(26, 32)

$i$  = alimento o grupo de alimentos  
 $j$  = precios de alimentos, bienes y servicios.  
 $t$  = 2002 o 2005  
 $m$ =mujer

Donde  $w_{i,j}$  es una variable acotada que toma el valor de uno si el hogar consumió el  $i$ ésimo alimento o grupo de alimentos y cero si no lo consumió en dicho periodo,  $E_{m,t}$  es el gasto total en el grupo de bienes considerado en el modelo,  $p_j$  es el precio de los alimentos y otros bienes y servicios,  $H_k$  son variables demográficas que incluyen edad y edad al cuadrado de la mujer adulta que se está analizando, escolaridad de la mujer, si

el hogar es indígena, área urbano o rural, zona norte, centro o sur del país, número de adultos equivalentes AE en el hogar y año de levantamiento de la información así como el mes en el que se reporta el gasto en alimentos que se usa como variable instrumental pues se consideró que dicha variable está relacionada con el hecho de que un hogar haya o no gastado en un alimento  $I_i$ , pero no está relacionada con la proporción  $w_i$  gastada en dicho bien.

La razón inversa de Mills (IMR) se usa como instrumento en la estimación del sistema de demandas y se calcula para cada hogar como la razón de la función de densidad de probabilidad normal estándar y la función de probabilidad normal estándar acumulada que se obtiene de la ecuación (18).

---

---

## 6.2 Mínimos cuadrados en tres etapas

Una vez estimadas la Razón Inversa de Mills para cada alimento, se procede a estimar el modelo de función de producción de salud en tres etapas que se describen a continuación:

Etapa 1. Estimar el valor predicho de las variables endógenas que en este caso son  $w_i$  (proporción gastada en cada alimento) y el  $I_i$  (ingreso del hogar por AE) a través de un modelo de regresión simultáneo para cada variable endógena con las variables instrumentales y exógenas del sistema.

Etapa 2. Obtener una estimación consistente de la matriz de covarianza de los errores de cada ecuación estimada en la primera etapa.

Etapa 3. Realizar una estimación del efecto de los precios en el índice de masa corporal (IMC) y en la prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas a través de la proporción del gasto en cada alimento, predicha del modelo estimado en la etapa 1, mediante el método de mínimos cuadrados generalizados usando la matriz de covarianza calculada en la segunda etapa.

En consecuencia, en la primera etapa se estimó el sistema de demandas de alimentos mediante el modelo LA/AIDS (ecuación 10 del marco conceptual). Se estimaron simultáneamente 12 ecuaciones de demanda (ecuación 21) de los siguientes grupos de alimentos: verduras, frutas, cárnicos, pescados, cereales, lácteos, tortilla, huevo, leguminosas, aceite, alimentos calóricos y refrescos, junto con las restricciones

descritas de simetría, agregación y homogeneidad descritas en el anexo B. Los alimentos incluidos en cada grupo se describen en la sección de metodología.

La variable dependiente  $w_i$  es la proporción del gasto mensual del hogar en cada grupo de alimentos. La proporción del gasto está en función de los precios de alimentos, bienes y servicios, del gasto total real y de la razón inversa de Mills (IMR) la cual considera el sesgo de selección explicado con anterioridad.

### **Ecuaciones del sistema de demandas LA/AIDS:**

(21)

Dónde:

$i$  = alimento o grupo de alimentos

$j$  = precios de alimentos, bienes y servicios.

$t$  = 2002 o 2005

$m$ =mujer

= proporción del gasto mensual del hogar en el grupo de alimentos  $i$  para cada año  $t$ .

= proporción promedio del gasto del hogar en el grupo de alimentos  $j$ .

$\log E_{m,t}$  = logaritmo natural del gasto mensual del hogar en alimentos y bebidas

= precio de alimentos, bienes y servicios. Se incluyeron promedios lineales de precios de artículos de limpieza, ropa, zapatos, artículos de cocina y gasolina.<sup>6</sup>

= Razón inversa de Mills para cada grupo de alimentos  $i$ .

=  $p$  variables a nivel individual y por ronda: edad, edad cuadrática y escolaridad (categórica).

=  $q$  variables a nivel del hogar y por ronda: indigenismo del hogar y número de AE

=  $r$  variables a nivel de la comunidad y por ronda: área urbano/rural, región norte/centro/sur

---

<sup>6</sup> La construcción de precios ponderados se detalla en la sección de metodología.

$\eta_{i,m,t}$  = término de error

La ecuación (21) representa un sistema de funciones de demanda en el cual, en la ausencia de cambios en los precios relativos y gasto real, las proporciones de gasto permanecen constantes. El efecto de los cambios en los precios relativos se observa en el parámetro estimado manteniendo constante el gasto real, éste muestra el efecto de cambios en el logaritmo del gasto real ( $E/P^*$ ) y es mayor a uno para bienes de lujo y menor a uno para bienes necesarios. El parámetro estimado representa  $10^2$  veces el efecto en ante aumentos de 1 por ciento en el precio del bien j.(20)

### **Ecuación de ingreso:**

Dónde:

m = mujer

t = ronda 2002 o 2005

= logaritmo del ingreso mensual del hogar de la mujer por AE.

= Número de habitaciones en el hogar para cada año estudiado. Variable instrumental.

= Proporción del gasto mensual del hogar en ropa por AE para cada año estudiado. Variable instrumental.

= p variables a nivel individual y por ronda: edad, edad cuadrática y escolaridad (categórica).

= q variables a nivel del hogar y por ronda: indigenismo del hogar y número de AE

= r variables a nivel de la comunidad y por ronda: área urbano/rural, región norte/centro/sur

= término de error

### **Ecuación de función de producción de salud (sobrepeso u obesidad)**

Donde:

i = alimento o grupo de alimentos

t = 2002 o 2005

m=mujer

h=hogar  
k=comunidad

= IMC o prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas.

= variable predicha de la proporción del gasto mensual del hogar en el grupo de alimentos  $i$  para cada año  $t$ .

= variable predicha del logaritmo del ingreso del hogar por AE.

=  $p$  variables a nivel individual y por ronda: edad, edad cuadrática y escolaridad (categórica).

=  $q$  variables a nivel del hogar y por ronda: indigenismo del hogar y número de AE

=  $r$  variables a nivel de la comunidad y por ronda: área urbano/rural, región norte/centro/sur

= ronda de la encuesta, 2002 o 2005

= término de error

### 6.3 Estimación de elasticidad-precio y elasticidad-gasto de la demanda

El concepto económico de elasticidad de la demanda es utilizado para medir la sensibilidad o la capacidad de respuesta de la demanda de un bien o servicio ante cambios en el precio de dicho bien, cambios en el ingreso o cambios en los precios de otros bienes. Las elasticidades de la demanda muestran en qué porcentaje cambia la cantidad demandada ante el aumento en uno por ciento en el precio o el ingreso dependiendo de la elasticidad que se pretenda medir.

La elasticidad-precio de la demanda se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada dividido por el cambio porcentual en el precio. La elasticidad-precio de la demanda normalmente es negativa pues refleja la relación inversa que existe entre precio y cantidad demandada (aumentos en el precio de un bien disminuyen su cantidad demandada). Se dice que la elasticidad-precio es inelástica, o menos sensible, cuando es menor a uno y entre más cercana esté de cero más inelástica es ya que ante aumentos de uno por ciento en el precio de un bien, la cantidad demandada disminuye menos de uno por ciento. Si la elasticidad-precio es mayor o igual a uno se dice que es elástica ya que ante aumentos de uno por ciento en el precio, la cantidad demandada disminuye mucho más de uno por ciento. Entre más grande en términos absolutos es la elasticidad-precio, mayor es la sensibilidad o capacidad de respuesta de la demanda ante cambios en el precio.(33)

La elasticidad-ingreso de la demanda se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada ante aumentos en uno por ciento en el ingreso. Si ésta es positiva pero menor a uno, se dice que el bien es *necesario* pues la cantidad demandada aumenta pero en menor proporción que el aumento en el ingreso. Normalmente los alimentos, en general, se consideran bienes necesarios cuya demanda aumenta con el ingreso pero en menor proporción. Si la elasticidad-ingreso es mayor a uno, el bien se considera superior o de lujo pues la cantidad demandada aumenta mucho más que un aumento en el ingreso. En este documento se reporta la elasticidad-gasto como aproximación de la elasticidad ingreso ya que la estimación de demanda se realiza con el gasto total en alimentos y bebidas.

La elasticidad-precio cruzada se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada de un bien  $i$  ante aumentos en uno por ciento en el precio de un bien  $j$  que es distinto al bien  $i$ . Esta elasticidad cruzada permite definir la relación de sustitución o complementariedad entre los bienes analizados. Si la elasticidad cruzada es positiva, los bienes son sustitutos ya que al aumentar el precio del bien  $j$  aumenta la cantidad demandada del bien  $i$  para sustituir el bien que se hizo más caro. Si la elasticidad cruzada es negativa, entonces los bienes son complementos ya que ante aumentos en el precio de un bien  $j$  disminuye la cantidad demandada del bien  $i$  el cual puede ser que se consuma en conjunto con el bien  $j$ .

Las elasticidades-precio, ya sean propias o cruzadas, contienen dos efectos conocidos como efecto sustitución y efecto ingreso. El efecto ingreso se origina cuando el precio de un bien  $i$  aumenta, entonces la demanda por dicho bien se reduce porque el ingreso real del individuo es menor con el nuevo precio (le alcanza para comprar menos del mismo bien  $i$ ). Al mismo tiempo, al hacerse más caro el bien  $i$  respecto de otros bienes el individuo puede reducir el consumo de ese bien para comprar otros bienes. Por lo tanto, se pueden estimar empíricamente las elasticidades-precio no compensadas o Marshallianas las cuales incluyen ambos efectos sustitución e ingreso, y las elasticidades precio compensadas o Hicksianas que solo incluyen el efecto sustitución (33).<sup>7</sup>

De la estimación del sistema de demandas LA/AIDS se obtuvieron las elasticidades-precio, propias y cruzadas, compensadas y no compensadas y elasticidades-gasto (equivalentes a elasticidad ingreso) de los 12 grupos de alimentos analizados.

---

<sup>7</sup> La demanda Marshalliana o demanda no compensada incluye el efecto sustitución y el efecto ingreso ante variaciones en los precios. La demanda Hicksiana o demanda compensada muestra cómo varía la cantidad demandada de un bien cuando varía su precio, manteniendo otros precios y la utilidad del individuo constante; compensa el ingreso perdido del individuo ante aumentos en el precio para mantener la utilidad constante. Por lo tanto, la elasticidad precio compensada solo refleja el efecto sustitución. Generalmente, la elasticidad precio compensada es menos sensible a variaciones en los precios que la elasticidad precio no compensada pues ésta incluye el efecto ingreso.

Tomando la derivada de la ecuación (21) respecto al logaritmo del gasto total en alimentos y bebidas ( $\log E$ ), tenemos que la elasticidad-gasto y su varianza se calculan de la siguiente manera (26):

$$\frac{\partial \log E}{\partial \log p_j} = \frac{\sum_i p_i x_i \beta_{ij}}{\sum_i p_i x_i} \quad (26)$$

La elasticidad-gasto muestra en que porcentaje varía la proporción gastada en cada grupo de alimentos cuando el gasto aumenta en uno por ciento. Es equivalente a la elasticidad ingreso.

Derivando la ecuación (21) respecto al logaritmo del precio ( $\log p_j$ ) para cada grupo de alimentos se obtienen las elasticidades precio propias ( $i=j$ ) no compensadas y elasticidades precio cruzadas ( $i \neq j$ ) no compensadas, así como su varianza.

$$\frac{\partial \log E}{\partial \log p_j} = \frac{\sum_i p_i x_i \beta_{ij}}{\sum_i p_i x_i} \quad (27)$$

Las elasticidades-precio compensadas o Hicksianas y su varianza se calculan de la siguiente manera:

$$\frac{\partial \log E}{\partial \log p_j} = \frac{\sum_i p_i x_i \beta_{ij}}{\sum_i p_i x_i} \quad (28)$$

Donde  $\beta_{ij}$  es uno si  $i=j$  y cero de otra manera.  $\beta_i$  es la proporción promedio del gasto en el alimento  $i$ .  $\beta_i$  es el parámetro estimado de logaritmo de gasto real en la ecuación de demanda y  $\beta_j$  son parámetros estimados del logaritmo de los precios en la ecuación de demanda. Las varianzas de la elasticidad-gasto y la elasticidad-precio se usaron para determinar su significancia estadística.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> El error estándar de las elasticidades se calcula a partir de dividir la varianza entre el tamaño de muestra y obtener su raíz cuadrada

## 7. Resultados

### 7.1 Estadística descriptiva de las variables incluidas en los modelos

En la tabla C.1 del anexo se muestra la estadística descriptiva de las variables dependientes e independientes usadas en los modelos estimados para la ronda 2002 y 2005. El total de la muestra de mujeres adultas entre 19 y 49 años de edad con datos de IMC en ambas rondas (datos panel) fue de 4,332 mujeres (8,664 observaciones). El 16.2% de la muestra panel de mujeres no tuvo datos en al menos una de las variables independientes que se consideraron en los modelos estimados.

Por lo tanto, la muestra final analizada tiene 3,697 mujeres en 2002 y 3,731 mujeres en 2005 lo que da un total de 7,428 observaciones de las cuales el 99% corresponde a una muestra panel de mujeres. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables de interés tanto dependientes como independientes entre la muestra panel completa (8,664 observaciones) y la muestra final analizada (7,428 observaciones).

En cuanto a las variables de desenlace, el promedio de índice de masa corporal (IMC) fue ~28 puntos siendo ligeramente mayor en 2005 que en 2002 y la prevalencia de sobrepeso y obesidad en 2002 fue de 68% mientras que en 2005 aumentó a 71%.

Respecto a las características de las mujeres, tenemos que en 2002 la edad promedio fue de 34 años y en 2005 fue de 37 años, la escolaridad se modificó entre rondas siendo la educación primaria la escolaridad máxima de la mayoría de las mujeres analizadas (~45%) seguida de la educación secundaria (~29%).

Los hogares a los que pertenecen las mujeres de la muestra tienen en promedio 4.6 Adultos Equivalentes y ~2.2 habitaciones, ~17% son indígenas, alrededor de 43% pertenecen a localidades rurales ( $\leq 2500$  hab), 22% son hogares de la región Sur, 39% de la región Centro y 39% de la región Norte del país.

El gasto mensual del hogar en alimentos y bebidas por AE, en pesos de 2010, fue en promedio de ~\$830.00 pesos en 2002 y ~\$779.00 pesos en 2005. El ingreso mensual del hogar por AE aumentó 14% siendo de \$1,835.00 pesos en 2002 y \$2,093.00 en 2005. Del total del gasto en alimentos y bebidas, la mayor proporción de éste se destinó al grupo de cárnicos tanto en 2002 como en 2005 (23% y 25% respectivamente), seguido del grupo de verduras (14%), el grupo de lácteos (12% y 13%) y el grupo de cereales (11% y 10%). Los grupos de alimentos cuya proporción dentro del gasto en alimentos aumentó entre 1pp y 2pp (puntos porcentuales) fueron los cárnicos, los lácteos y la tortilla, mientras que los grupos cuya proporción disminuyó (~1pp) fueron las frutas, los cereales, las leguminosas, los calóricos y el refresco.

Respecto a los precios de los alimentos expresados en pesos de 2010 e incluidos en los modelos principales (resaltados con *negrita* en tabla C.1 del anexo), los que tuvieron incrementos de al menos 50 centavos por kilo o litro fueron jitomate, naranja, carne de res, filete de pescado, arroz, aceite vegetal y azúcar. Los precios que disminuyeron por lo menos 50 centavos fueron pollo, frijol y refresco de botella. En cuanto al precio promedio de otros bienes distintos a alimentos, todos aumentaron entre 2002 y 2005.

## 7.2 Resultados de los modelos de regresión de mínimos cuadrados en tres etapas sin efectos fijos.

### 7.2.1 Los coeficientes estimados de proporción de gasto en alimentos

En la tabla 1 se presentan los resultados de la estimación de tercera etapa de la función de producción de salud sin efectos fijos donde la variable de desenlace es el IMC de las mujeres y en la tabla 2 se presentan los resultados con la prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas como variable de desenlace. Las estimaciones de las proporciones (predichas) de gasto en cada grupo de alimentos están expresadas en forma de semi-elasticidades; es decir, el cambio en IMC o en prevalencia de sobrepeso y obesidad ante el aumento en 1% en la proporción de gasto por grupo de alimentos.<sup>9</sup> Sin embargo, es importante aclarar que para interpretar el coeficiente estimado de las proporciones de gasto en e IMC, éste debe dividirse entre 100 para obtener el cambio absoluto en IMC ante el cambio relativo en la variable independiente.<sup>10</sup> (34) En el caso de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, el coeficiente se interpreta sin hacer cambios de escala ya que se divide entre 100 y luego se multiplica por 100 para obtener el cambio en puntos porcentuales.

Estas estimaciones consideran la variabilidad que existe entre mujeres tanto en las variables dependientes como en las independientes; sin embargo, no consideran la naturaleza longitudinal de los datos; esto es, no consideran la variabilidad en una misma mujer. Más adelante se muestran resultados de los modelos con efectos fijos, los cuales consideran la intra-variabilidad (anexo E).

El modelo 1 de las tablas 1 y 2 muestran estimaciones que no incluyen la Razón Inversa de Mills (IMR) y el modelo 2 presenta resultados incluyendo IMR; estas últimas consideran en las ecuaciones de demanda el sesgo de selección explicado en la sección de estimación empírica. Los resultados completos del sistema de demandas se pueden consultar en la tabla H.1 del anexo H.

---

<sup>9</sup> Las semi-elasticidades se estimaron con el comando `mfx, dyex` del paquete estadístico STATA 10.0.

<sup>10</sup> “Cuando se utilizan mínimos cuadrados para estimar regresiones lin-log, donde la variable independiente es logarítmica y al dependiente es lineal, se debe multiplicar el valor del coeficiente de la pendiente estimado por 0.01, o lo que es lo mismo dividirlo por 100.”

En general, en los modelos que consideran el sesgo de selección (modelo 2, tabla 1 y 2) se encontró que aumentos en la proporción de gasto destinado al grupo de verduras, pescados y cereales están asociados con un menor IMC y menor prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres, siendo el grupo de cereales el que mayores reducciones muestra en ambos desenlaces. En el grupo de verduras la significancia estadística es marginal. Por otro lado, aumentos en la proporción gastada en el grupo de lácteos, tortilla y refresco están asociados con mayor IMC y mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres. Es el grupo de lácteos el que muestra los incrementos más grandes en IMC y en la prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Aumentos de 10% en la proporción del gasto destinado a pescados y cereales están asociados con menor IMC, en promedio, de -0.054 puntos y -0.135 puntos respectivamente (tabla 1) y menor prevalencia de sobrepeso y obesidad en -1.31pp (puntos porcentuales), -0.35pp y -1.33pp (tabla 2).

Por su parte, aumentos en 10% en la proporción gastada en lácteos, tortilla y refrescos tiene una asociación positiva con IMC que corresponde a 0.193 puntos en promedio, 0.12 puntos y 0.115 puntos de IMC (tabla 1). Mientras que el mismo aumento de 10% en las proporciones está asociado con mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en 0.96pp, 0.67pp y 0.68pp, respectivamente (tabla 2).

La proporción gastada en cárnicos y leguminosas parece tener una asociación negativa con IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad, el gasto en calóricos parece tener una asociación positiva con los desenlaces, mientras que la relación con la proporción de gasto en frutas y huevo no es concluyente pues parece haber una asociación negativa con IMC pero positiva con la prevalencia de sobrepeso-obesidad. Las estimaciones en estos grupos de alimentos no son significativas.

### **7.2.2 Los coeficientes estimados de variables socio-demográficas.**

En los modelos estimados de las tablas 1 y 2 (modelo 2) no se encontró una asociación significativa entre el logaritmo del ingreso mensual del hogar por adulto equivalente y el IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad. Cuando no se controla por sesgo de selección de las proporciones de gasto en alimentos (modelo 1), parece haber una asociación negativa entre ingreso e IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad, pero cuando el sesgo es considerado (modelo 2) dicha asociación deja de ser significativa e inclusive se vuelve positiva en el caso de IMC.

Por otra parte, las variables que se utilizaron como instrumentos (proporción de gasto en ropa y número de habitaciones en el hogar) para eliminar el problema de endogeneidad entre ingreso e IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad, resultaron positivas y significativas al 99% de confianza, lo que sugiere que resultaron ser buenos instrumentos (tabla H.1 del anexo H).

Una mayor edad está asociada con mayor IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad pero de manera decreciente pues el coeficiente cuadrático resultó significativo; el aumento en un año en la edad de las mujeres está asociado con 0.74 puntos más de IMC (tabla 1) y casi 7pp más de prevalencia de sobrepeso y obesidad (tabla 2). Por su parte, el año de levantamiento de información estima la diferencia en la variable de desenlace entre mujeres con igual edad promedio entre 2002 y 2005; es decir, aunque en las dos rondas el IMC aumentó (tabla C.1 del anexo), al comparar mujeres con edad similar el IMC disminuyó en esta muestra aprox. -0.59 puntos (tabla 1) y la prevalencia de sobrepeso y obesidad disminuyó -3.5pp (tabla 2).

Por su parte, no se encontró diferencia significativa con IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad en aquellas mujeres que tienen algún año de escolaridad primaria vs las que no tienen escolaridad. Sin embargo, tener algún año de educación secundaria está asociado con menor IMC en casi 1 punto y menor prevalencia en -5pp, algún año de educación preparatoria está asociado con -1.63 puntos de IMC y -8.7pp de prevalencia de sobrepeso y algún año de educación profesional o posgrado vs no tener educación está asociado con -2.6 puntos de IMC y casi 17pp de prevalencia de sobrepeso-obesidad (tablas 1 y 2).

Respecto a variables a nivel del hogar, no se encontraron diferencias significativas en IMC ni en la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre hogares indígenas y no indígenas, tampoco se encontraron asociaciones con el número promedio de adultos equivalentes que hay en un hogar así como en la región a la que pertenecen los hogares de las mujeres analizadas. En cuanto al área de residencia, se encontró que mujeres que viven en zona rural tienen un IMC mayor que las que viven en zona urbana en 0.36 puntos con nivel de confianza de 90% y no se encontraron diferencias por área en la prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Es importante recordar, como se comentó en la sección de estimación empírica, que no se incluyeron en éstos modelos el número de embarazos y la condición de actividad física de las mujeres ya pueden ser variables endógenas por causalidad reversa con el desenlace de IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad y también están correlacionadas con la proporción gastada en los grupos de alimentos. Al incluirlas en los modelos los coeficientes estimados se vieron inflados, en algunos casos, hasta el doble de magnitud.

**Tabla 1. Estimación en tres etapas de función de producción de salud (IMC) en mujeres adultas. Sin efectos fijos.**

Ecuación de tercera etapa <sup>1</sup>	(1) Modelo sin ajuste IMR <sup>2</sup>		(2) Modelo con ajuste IMR <sup>2</sup>	
	Coefficiente	Error Estándar	Coefficiente	Error Estándar
<b>Variable de desenlace: Índice de masa corporal</b>				
<b>Proporción gasto en alimentos (predicción)<sup>3,4</sup></b>				
<b>Verduras</b>	1.772	1.353	-0.753	0.836
<b>Frutas</b>	-0.918	1.043	-0.289	0.556
<b>Cárnicos</b>	2.838	1.763	-0.014	1.430
<b>Pescados</b>	0.123	0.455	<b>-0.542**</b>	0.249
<b>Lácteos</b>	1.527	1.414	<b>1.930***</b>	0.709
<b>Tortilla</b>	0.101	0.595	<b>1.211***</b>	0.282
<b>Huevo</b>	<b>-1.369**</b>	0.674	-0.508	0.410
<b>Leguminosas</b>	0.662	0.649	-0.128	0.514
<b>Refresco</b>	<b>2.716***</b>	0.950	<b>1.157**</b>	0.457
<b>Cereales</b>	<b>-2.002*</b>	1.177	<b>-1.351**</b>	0.649
<b>Calóricos</b>	-1.270	0.907	0.288	0.294
Log ingreso hogar por AE (predicción)	<b>-1.034*</b>	0.548	0.601	0.385
Edad en años	<b>0.752***</b>	0.081	<b>0.741***</b>	0.070
Edad en años cuadrática	<b>-0.009***</b>	0.001	<b>-0.008***</b>	0.001
Año (0 = 2002, 1= 2005)	-0.370	0.380	<b>-0.596***</b>	0.224
Escolaridad Primaria vs. sin escolaridad	0.264	0.371	0.066	0.276
Escolaridad Secundaria sin escolaridad	-0.559	0.430	<b>-0.962***</b>	0.326
Escolaridad Preparatoria sin escolaridad	<b>-1.034**</b>	0.528	<b>-1.638***</b>	0.402
Escolaridad Profesional sin escolaridad	<b>-1.869***</b>	0.702	<b>-2.690***</b>	0.520
Hogar indígena (0=no, 1=si)	-0.387	0.371	-0.009	0.227
Área (0= urbano, 1=rural)	0.011	0.317	<b>0.361*</b>	0.210
Región Norte vs Centro	0.138	0.667	0.398	0.379
Región Sur vs Centro	-0.339	0.465	-0.291	0.277
Número de AE en el hogar	0.035	0.050	-0.013	0.042
Constante	<b>16.66***</b>	4.483	<b>9.387***</b>	3.501
Observaciones	7428		7428	
Parámetros	23		23	
chi <sup>2</sup>	972.23		1020.37	

<sup>1</sup> Modelo estimado con mínimos cuadrados en tres etapas. Resultados de primera etapa en anexo. <sup>2</sup> El ajuste IMR se refiere a la inclusión de la razón inversa de Mills para considerar el sesgo en los hogares que no reportaron gasto en algún alimento. <sup>3</sup> La predicción de cada proporción se obtuvo de las ecuaciones de demanda estimadas en la primera etapa. <sup>4</sup> Aumento de 1% en las proporciones de gasto se obtuvo con el comando mfx, dyex del paquete Stata 10.0. Para interpretar los coeficientes de proporción de gasto hay que dividirlo entre 100. Se omitió ecuación aceite para cumplir restricción de agregación. Significancia estadística \*\*\* 99%, \*\* 95%, \* 90%.

**Tabla 2. Estimación en tres etapas de función de producción de salud (prevalencia de sobrepeso y obesidad) en mujeres adultas. Sin efectos fijos**

Ecuación estimada tercera etapa <sup>1</sup>	(1) Modelo sin ajuste IMR <sup>2</sup>		(2) Modelo con ajuste IMR <sup>2</sup>	
	Coefficiente	Error Estándar	Coefficiente	Error Estándar
<b>Variable de desenlace: Prevalencia sobrepeso y obesidad</b>				
<b>Proporción estimada de gasto en alimentos<sup>3,4</sup></b>				
<b>Verduras</b>	-0.175	0.111	<b>-0.131*</b>	0.069
<b>Frutas</b>	0.013	0.084	0.034	0.046
<b>Cárnicos</b>	-0.149	0.147	-0.006	0.075
<b>Pescados</b>	0.001	0.042	<b>-0.035*</b>	0.020
<b>Lácteos</b>	0.094	0.118	<b>0.096*</b>	0.058
<b>Tortilla</b>	0.057	0.048	<b>0.067***</b>	0.023
<b>Huevo</b>	0.043	0.055	0.036	0.033
<b>Leguminosas</b>	0.010	0.054	-0.041	0.042
<b>Refresco</b>	<b>0.257***</b>	0.079	<b>0.068*</b>	0.037
<b>Cereales</b>	<b>-0.302***</b>	0.099	<b>-0.133**</b>	0.053
<b>Calóricos</b>	-0.098	0.076	0.033	0.024
Log ingreso hogar por AE	<b>-0.090**</b>	0.045	-0.007	0.031
Edad en años	<b>0.069***</b>	0.007	<b>0.067***</b>	0.006
Edad en años cuadrática	<b>-0.001***</b>	0.000	<b>-0.001***</b>	0.000
Año (0 = 2002, 1= 2005)	-0.030	0.031	<b>-0.035*</b>	0.018
Escolaridad Primaria vs. sin escolaridad	0.017	0.031	0.003	0.023
Escolaridad Secundaria vs. sin escolaridad	-0.019	0.036	<b>-0.050*</b>	0.027
Escolaridad Preparatoria vs. sin escolaridad	-0.039	0.044	<b>-0.087***</b>	0.033
Escolaridad Profesional vs. sin escolaridad	<b>-0.097*</b>	0.058	<b>-0.169***</b>	0.042
Hogar indígena (0=no, 1=si)	-0.028	0.031	-0.018	0.019
Área (0= urbano, 1=rural)	-0.002	0.026	0.005	0.017
Región Norte vs Centro	-0.082	0.056	-0.011	0.031
Región Sur vs Centro	-0.059	0.039	-0.033	0.023
Número de AE en el hogar	0.004	0.004	0.002	0.003
Constante	<b>-0.090**</b>	0.045	<b>-0.524*</b>	0.286
Observaciones	7428		7428	
Parámetros	23		23	
chi <sup>2</sup>	1015.81		923.29	

<sup>1</sup> Modelo estimado con mínimos cuadrados en tres etapas. Resultados de primera etapa en anexo. <sup>2</sup> El ajuste IMR se refiere a la inclusión de la razón inversa de Mills para considerar el sesgo en los hogares que no reportaron gasto en algún alimento. <sup>3</sup> La estimación de cada proporción se obtuvo de las ecuaciones de demanda estimadas en la primera etapa. <sup>4</sup> Aumento de 1% en las proporciones de gasto se obtuvo con el comando mfx, dyex del paquete Stata 10.0. Los coeficientes se leen tal cual aparecen en la tabla, sin necesidad de multiplicar por 100 pues son semi-elasticidades. Se omitió ecuación aceite para cumplir restricción de agregación. Significancia estadística \*\*\* 99%, \*\* 95%, \* 90%.

### 7.2.3 Comparando resultados al controlar por sesgo de selección.

Comparando los resultados de los modelos (1) que no incluyen IMR (Razón Inversa de Mills) y los modelos (2) que sí lo incluyen (tablas 1 y 2), se puede ver que los signos de proporción de gasto en verduras, cárnicos, leguminosas y calóricos se invirtieron al controlar por el sesgo de selección. La proporción de gasto en huevo dejó de ser significativa en el modelo de IMC y los coeficientes del gasto en refresco y cereales continuaron siendo significativos después de controlar por el sesgo pero su magnitud se redujo casi a la mitad en los modelos de IMC (tabla 1) y en una tercera parte en los modelos de prevalencia de sobrepeso y obesidad (tabla 2). Las proporciones de gasto en pescado, tortilla y lácteos resultaron ser significativos cuando se controló por el sesgo de selección.

Las mujeres que no reportaron gasto en tortilla o lácteos en el último mes tuvieron un IMC y una prevalencia de sobrepeso y obesidad menor que las que sí reportaron gasto; diferencia de aprox. 4pp y 6pp en la prevalencia con 99% de confianza (prueba t y  $\chi^2$ ). Las mujeres que no reportaron gasto en cereales y gasto en calóricos tuvieron un IMC y una prevalencia de sobrepeso-obesidad mayor a las que sí reportaron gasto; aprox. de 6pp y 3pp respectivamente con 95% confianza (anexo).

En el caso del ingreso mensual del hogar por AE, el encontrar que el resultado fue distinto al controlar o no por el sesgo de selección indica que este sesgo está relacionado con el ingreso; en la mayoría de las proporciones de gasto por grupos de alimentos se encontró que aquellos hogares que no reportaron gasto tienen un ingreso menor que quienes sí reportaron gasto.

La tabla 3 muestra los resultados de las estimaciones de los modelos Heckman con los que se obtuvo la Razón Inversa de Mills (IMR) para cada grupo de alimento. La variable llamada Lambda es la Razón Inversa de Mills estimada con la cuál se probó la existencia de sesgo de selección entre las mujeres que reportaron haber gastado en la última semana en un grupo de alimento y las mujeres que reportaron no haber gastado. Solamente para el grupo de verduras y lácteos no se encontró evidencia de sesgo de selección (valor  $p > 0.1$ ).

Por lo tanto, los resultados de los modelos Heckman y las diferencias encontradas en las estimaciones al controlar por sesgo de selección en el reporte de gasto por grupo de alimentos indica que hay variables no conocidas que intervienen en la decisión de gastar o no en algunos alimentos o en la decisión de reportar o no el gasto y que están relacionadas con el IMC de las mujeres y su prevalencia de sobrepeso-obesidad. Si no se controla por dicho sesgo, las estimaciones se pueden subestimar o sobrestimar.

**Tabla 3. Resultados de los modelos Heckman con los que se obtuvo la razón inversa de Mills (IMR) para cada alimento o grupo de alimentos.**

Alimento o grupo de alimentos	Observaciones	Censuradas (= 0)	No censuradas	Wald Chi <sup>2</sup> (51 gl)	Lambda (Mills)	valor p
Verduras	7438	86	7352	1136.13	0.005	0.77
Frutas	7438	803	6635	479.64	<b>0.051***</b>	<b>0.000</b>
Cárnicos	7438	263	7175	368.78	<b>0.047***</b>	<b>0.004</b>
Pescados	7438	3675	3763	204.02	<b>0.068***</b>	<b>0.000</b>
Lácteos	7438	627	6811	382.76	0.013	0.219
Calóricos	7438	924	6514	34.03	<b>0.143***</b>	<b>0.000</b>
Leguminosas	7438	1087	6351	179.22	<b>0.118***</b>	<b>0.000</b>
Huevo	7438	1250	6188	94.58	<b>0.083***</b>	<b>0.000</b>
Tortilla	7438	1115	6323	1176.02	<b>-0.014*</b>	<b>0.071</b>
Cereales	7438	198	7240	763.6	<b>0.078***</b>	<b>0.000</b>
Refresco	7438	1987	5451	289.61	<b>0.074***</b>	<b>0.000</b>
Aceite	7438	1533	5905	513.63	<b>0.048***</b>	<b>0.000</b>

Significancia estadística \*\*\* 99%, \*\* 95%, \* 90%. Modelos estimados con una ecuación tipo Heckman en dos etapas para estimar la razón inversa de Mills.

#### **7.2.4 Análisis de sensibilidad: precios ponderados por grupo de alimentos.**

Para determinar la robustez de los resultados se estimaron los modelos de las tablas 1 y 2 con precios ponderados por grupo de alimento. En lugar de incluir un solo precio por grupo de alimento se construyeron precios promedio ponderados por grupo de alimentos donde el peso que se le dio a cada precio es la proporción del gasto de dicho alimento dentro del grupo de alimentos respectivo.

Las tablas D1 y D2 del anexo D muestran los resultados de las estimaciones con y sin corrección por sesgo de selección. Comparando los resultados del modelo (2) en la variable de desenlace IMC (tabla D1 vs tabla 1) se observan que las asociaciones entre proporción de gasto en tortilla y cereales siguen siendo significativas y con el mismo signo, pero los lácteos y refresco dejaron de ser significativos y las verduras y calóricos se volvieron significativos en los modelos que incluyen precios ponderados. Un aumento en 10% en la proporción gastada en verduras está asociado con un IMC menor en -0.48 puntos, siendo el coeficiente más alto. Un aumento de 10% en la proporción de gasto en el grupo de calóricos está asociado con un mayor IMC en casi 0.1 puntos (tabla D1, modelo 2).

En los resultados con la variable de desenlace de prevalencia de sobrepeso y obesidad, también el grupo de pescados, lácteos y refresco dejaron de ser significativos y se volvieron significativos los grupos de calóricos y huevo (tabla D2, modelo 2). El coeficiente de verduras es mucho más alto al incluir los precios ponderados de varias verduras en lugar de un solo precio; un aumento en 10% en la

proporción gastada en verduras está asociado con menor prevalencia de sobrepeso-obesidad en -3.27pp. Aumentos de 10% en la proporción gastada en huevo y calóricos están asociados con una mayor prevalencia en 0.83pp y 0.60pp, respectivamente.

Aunque se conservan los mismos signos en las estimaciones, al incluir precios ponderados algunos coeficientes se inflan resultando muy altos como el del grupo de verduras. Debido a que en los modelos ya se incluye una ponderación de precios para estimar el gasto real ( $\beta_i$ ) en las ecuaciones de demanda, (explicado en la sección de estimación empírica), consideramos que el incluir otro ponderador para los precios puede introducir multicolinealidad entre variables independiente y sesgar las estimaciones. Por esta razón, se prefieren los resultados de las estimaciones con un solo precio por grupo de alimentos (tablas 1 y 2).

### **7.2.5 Análisis de sensibilidad: efectos fijos.**

Alternativamente a los modelos estimados como cortes transversales de mujeres, se estimaron modelos con efectos fijos para aprovechar la naturaleza longitudinal de la muestra pues se cuenta con un panel de mujeres con datos en dos rondas.

Debido a las restricciones metodológicas para estimar el método de mínimos cuadrados en tres etapas con efectos fijos en el paquete estadístico Stata 10.0, se realizaron primeras diferencias a nivel individual de todas las variables dependientes e independientes del modelo. Al diferenciar las variables también se diferencia el término de error, por lo cual aquellas características no observadas de las mujeres que no cambian con el tiempo, las cuales podrían estar relacionadas con el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad así como con el gasto en alimentos, se eliminan del término de error. Un ejemplo de este tipo de variables puede ser la condición genética de las mujeres o una enfermedad crónica como diabetes; si esta condición es conocida por la mujer, dicha condición puede determinar qué tipo de alimentos compra y a su vez también estar relacionada con el IMC:

En las tablas E.1 y E.2 del anexo E se presentan las estimaciones con efectos fijos de los modelos con las variables de desenlace IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad. Esta última variable indica si la mujer cambió de no tener la condición de sobrepeso-obesidad en 2002 a tenerla en 2005. Analizando los modelos sin efectos fijos que corrigen por sesgo de selección (IMR) (tabla 1, modelo 2) y con efectos fijos (tabla E.1, modelo 2), únicamente coinciden las estimaciones de los coeficientes de verduras y pescado, aunque las magnitudes son menores en ~90%. Un aumento en 10% en la proporción gastada en verduras reduce el IMC en -0.0001 puntos con significancia marginal (90%), y un aumento de 10% en la proporción de gasto en pescado reduce el IMC en -0.0058 puntos. Los coeficientes de lácteos y tortilla tienen los signos esperados siendo positivos aunque no resultan significativos. Sin embargo,

los signos de los coeficientes del gasto en calóricos y refresco resultan ser negativos, lo que es contrario a lo esperado pues son alimentos densos en energía cuya asociación con mayor peso de quienes los consumen está documentada. El coeficiente de cereales, aunque no es significativo, resulta ser positivo y es contrario a lo encontrado en las estimaciones sin efectos fijos de la tabla 1. El coeficiente de leguminosas, que no había resultado significativo en los modelos sin efectos fijos, muestra que un incremento de 10% en la proporción gastada en este grupo de alimentos aumenta el IMC en 0.02 puntos.

En los modelos de prevalencia de sobrepeso y obesidad (tabla E.2, modelo 2), solamente el coeficiente de tortilla es consistente con los resultados de la tabla 2 aunque la magnitud es mucho menor pues aumentos de 10% en la proporción gastada en tortilla aumenta la prevalencia de sobrepeso-obesidad en promedio 0.12pp. Los signos de frutas, leguminosas, cereales, refrescos y calóricos son contrarios a los resultados encontrados en los modelos sin efectos fijos (tabla 2 vs tabla E.1 y E.2 del anexo).

Respecto las variables sociodemográficas, únicamente la edad y edad cuadrática son significativas indicando que aumentos en la edad en un año incrementan el IMC en 0.545 puntos y en 5.9pp la prevalencia de sobrepeso pero dichos incrementos no son lineales sino decrecientes con la edad. También se encontró que el efecto de un aumento de 1% en el ingreso mensual del hogar, aunque es positivo, no resultó significativo ni el modelo de IMC ni en el de prevalencia de sobrepeso-obesidad. Estos resultados son consistentes con las estimaciones de los modelos que no consideran efectos fijos.

### **7.3 Resultados de estimaciones de elasticidad-precio y elasticidad-gasto**

Las estimaciones de elasticidades-gasto y elasticidad-precio no compensadas y compensadas de los 12 grupos de alimentos se obtuvieron del sistema de demandas LA/AIDS y se presentan de tablas 4, 5 y 6 de este apartado. La extensa tabla de elasticidades precio-cruzadas compensadas y no compensadas se presenta en la tabla G.1 del anexo.

#### **7.3.1 Resultados de elasticidad-gasto**

Las elasticidades fueron calculadas en el punto medio de las curvas de demanda estimadas; es decir, representan cambios porcentuales respecto a la media de gasto total mensual por AE en alimentos y bebidas que fue de \$804.5 pesos, y en la media de cada una de las proporciones de gasto en alimentos reportada en las tablas 5 y 6. Las elasticidades casi no varían entre los modelos estimados con IMR y los modelos sin IMR. Se discutirán solo las estimaciones que consideran el sesgo de selección por ser el modelo con mejor estimación de la función de producción de salud.

Las elasticidades-gasto de todos los grupos de alimentos resultaron positivas y significativas al 99% de confianza, esto indica que los alimentos son bienes normales; ante incrementos en el ingreso (gasto) se incrementa la proporción gastada en los grupos de alimentos analizados (tabla 4). Se encontró que las verduras, cereales, tortilla, huevo, leguminosas y aceite son grupos de alimentos necesarios ya que son inelásticos al ingreso (elasticidad-gasto < 1); aumentos en 1% en el gasto en alimentos incrementa la proporción gastada en dichos grupos menos de 1%. El aceite y la tortilla resultaron ser los alimentos más inelásticos al ingreso (0.59). Las frutas, cárnicos, pescados, calóricos, lácteos y refresco resultaron ser elásticos al ingreso (elasticidad-gasto > 1); el grupo de pescados fue el más elástico pues la proporción gastada en este grupo aumenta 1.46% ante aumentos de 1% en el gasto en alimentos.

**Tabla 4. Elasticidades-gasto de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos.<sup>1</sup>**

Elasticidad gasto <sup>2</sup>	(1) Sin ajuste IMR <sup>3</sup>		(2) Con ajuste IMR <sup>3</sup>	
	Alimentos o grupo de alimentos	Elasticidad-gasto	Error Estándar	Elasticidad-gasto
Frutas	1.15***	0.014	1.10***	0.018
Verduras	0.79***	0.009	0.78***	0.010
Cárnicos	1.14***	0.009	1.15***	0.009
Pescados	1.68***	0.027	1.46***	0.042
Cereales	0.91***	0.012	0.91***	0.014
Calóricos	1.07***	0.020	1.08***	0.023
Lácteos	1.21***	0.012	1.22***	0.015
Tortilla	0.73***	0.018	0.62***	0.020
Huevo	0.74***	0.019	0.77***	0.025
Leguminosas	0.72***	0.020	0.72***	0.023
Aceite	0.62***	0.017	0.59***	0.020
Refresco	1.10***	0.021	1.09***	0.027
Observaciones	7428		7428	

<sup>1</sup> La elasticidad-gasto es la misma para los modelos de IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad.

<sup>2</sup> Estimada en la media de gasto mensual por AE en alimentos y bebidas (\$804.5 pesos) con resultados del sistema de demandas primera etapa. Resultados completos de primera etapa están en anexo.<sup>3</sup> IMR se refiere a la inclusión de la razón inversa de Mills para considerar el sesgo en los hogares que no reportaron gasto en algún alimento. Significancia estadística \*\*\*99%, \*\*95%, \*90%.

### 7.3.2 Resultados de elasticidad-precio propias

Las elasticidades-precio propias no compensadas, que incluyen el efecto de sustituir un alimento por otro cuando aumenta el precio del bien y el efecto ingreso por ese aumento de precios, se presentan en la tabla 5. Éstas son mayores a las elasticidades compensadas de la tabla 6, las cuales solo incluyen el efecto sustitución por aumentos en el precio. Todas las elasticidades-precio propias resultaron significativas al 99% de confianza y negativas como se esperaba dada la ley de la demanda; ante aumentos en el precio, la cantidad demandada disminuye.

Los alimentos inelásticos o con menor sensibilidad ante aumentos en el precio resultaron ser las verduras, la tortilla, el huevo, las leguminosas y el aceite. Aumentos en 1% en el precio del alimento correspondiente reduce la cantidad demanda de dicho grupo de alimento en menos de 1%. La tortilla tiene la menor elasticidad-precio; aumentos en 1% en su precio, reduce la cantidad demanda (proporción del gasto en tortilla) en 0.7%. Los grupos de alimentos elásticos al precio son las frutas, cárnicos, pescado, cereales, lácteos y refresco, siendo éste último el alimento con mayor elasticidad-precio; aumentos en 1% en el precio del refresco disminuye la cantidad demandada promedio (proporción media del gasto) en 1.20%.

Por ejemplo, el precio promedio de una botella de refresco de 600ml en esta muestra es de \$8.70 pesos, un aumento en 10% en el precio del refresco lo elevaría a \$9.57 pesos y la proporción gastada en refresco se reduciría de 5.7% a 5.0% (equivalente a una reducción de 12%). Este aumento de precio reduciría el gasto en refresco de \$45.57 pesos mensuales por AE a \$40.10 pesos mensuales por AE y, si dividimos estos montos entre los precios de refresco nos da una reducción por AE en el consumo de refresco de 35 ml diarios (1.05 litros al mes).

**Tabla 5. Elasticidades-precio no compensadas de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos.<sup>1</sup>**

Elasticidad precio no compensada <sup>2</sup>	Proporción media de gasto	Precio del alimento	(1) Sin ajuste IMR <sup>3</sup>		(2) Con ajuste IMR <sup>3</sup>	
			Elasticidad precio no compensada	Error Estándar	Elasticidad precio no compensada	Error Estándar
Frutas	0.078	Naranja	-1.08***	0.019	-1.07***	0.019
Verduras	0.142	Jitomate	-0.94***	0.020	-0.95***	0.020
Cárnicos	0.239	Carne de res	-1.07***	0.013	-1.04***	0.019
Pescados	0.031	Filete pescado	-1.08***	0.056	-1.05***	0.055
Cereales	0.105	Arroz	-1.06***	0.042	-1.08***	0.043
Calóricos	0.045	Azúcar	-1.03***	0.059	-1.04***	0.061
Lácteos	0.123	Leche	-1.12***	0.063	-1.12***	0.064
Tortilla	0.072	Tortilla	-0.67***	0.079	-0.70***	0.077
Huevo	0.031	Huevo	-0.97***	0.015	-0.97***	0.016
Leguminosas	0.046	Frijol	-0.80***	0.062	-0.81***	0.062
Aceite	0.029	Aceite	-0.94***	0.069	-0.94***	0.073
Refresco	0.057	Refresco	-1.19***	0.102	-1.20***	0.109
Observaciones			7428		7428	

<sup>1</sup>La elasticidad-precio no compensada incluye efecto sustitución y efecto ingreso y es la misma para los modelos de IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad. <sup>2</sup>Estimada en la media de la proporción de gasto con resultados del sistema de demandas primera etapa. Resultados completos de primera etapa están en anexo. <sup>3</sup>IMR se refiere a la inclusión de la razón inversa de Mills para considerar el sesgo en los hogares que no reportaron gasto en algún alimento. Significancia estadística \*\*\* 99%, \*\* 95%, \* 90%.

Las elasticidades-precio compensadas por la pérdida de ingreso real ante aumentos en los precios se muestran en la tabla 6. Estas elasticidades solo incluyen el efecto de sustituir un alimento o grupo de alimento por otros menos caros dados los cambios en los precios relativos. Todas las elasticidades son significativas y negativas como se esperaba y la mayoría son menores a uno (inelásticas) con excepción de pescados y refresco que son mayores a uno. Los refrescos continúan siendo muy elásticos al precio aun compensando la pérdida de ingreso por aumentos en el precio de esta bebida.

**Tabla 6. Elasticidades-precio compensadas de alimentos y grupos de alimentos. Sin efectos fijos.<sup>1</sup>**

Elasticidad precio compensada <sup>2</sup>	Alimentos o grupos de alimentos	Proporción media de gasto	Precio del alimento	(1) Sin ajuste IMR <sup>3</sup>		(2) Con ajuste IMR <sup>3</sup>	
				Elasticidad precio	Error Estándar	Elasticidad precio	Error Estándar
	Frutas	0.078	Naranja	-0.99***	0.019	-0.99***	0.019
	Verduras	0.142	Jitomate	-0.83***	0.020	-0.83***	0.020
	Cárnicos	0.239	Carne de res	-0.80***	0.013	-0.76***	0.019
	Pescados	0.031	Filete pescado	-1.04***	0.056	-1.01***	0.055
	Cereales	0.105	Arroz	-0.97***	0.042	-0.98***	0.043
	Calóricos	0.045	Azúcar	-0.98***	0.059	-0.99***	0.061
	Lácteos	0.123	Leche	-0.97***	0.063	-0.97***	0.064
	Tortilla	0.072	Tortilla	-0.62***	0.079	-0.65***	0.077
	Huevo	0.031	Huevo	-0.95***	0.015	-0.94***	0.016
	Leguminosas	0.046	Frijol	-0.77***	0.062	-0.78***	0.062
	Aceite	0.029	Aceite	-0.92***	0.069	-0.92***	0.073
	Refresco	0.057	Refresco	-1.13***	0.102	-1.14***	0.109
	Observaciones			7428		7428	

<sup>1</sup>La elasticidad-precio compensada solo incluye efecto sustitución y es la misma para los modelos de IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad. <sup>2</sup>Estimada en la media de proporción de gasto con resultados del sistema de demandas primera etapa. Resultados completos de primera etapa están en anexo. <sup>3</sup>IMR se refiere a la inclusión de la razón inversa de Mills para considerar el sesgo en los hogares que no reportaron gasto en algún alimento. Significancia estadística \*\*\* 99%, \*\* 95%, \* 90%.

### 7.3.3 Resultados de elasticidad-precio cruzadas

Las elasticidades-precio cruzadas no compensadas y compensadas se muestran en la tabla F1 del anexo. Se discutirán a detalle las elasticidades no compensadas estimadas con IMR. En todos los grupos de alimentos, las elasticidades-propias son más altas que cualquier elasticidad cruzada, lo que indica que la cantidad demandada de grupos de alimentos es más sensible a cambios en sus precios que a cambios en los precios de otros grupos de alimentos.

Si la elasticidad-precio cruzada es positiva ( $>0$ ), se dice que los grupos de alimentos en cuestión son sustitutos pues al aumentar el precio de un grupo de alimentos se consume más de otro grupo para sustituir al que se encareció. Cuando la elasticidad-precio cruzada es negativa ( $<0$ ), los grupos de alimentos son complementarios pues aumentos en el precio de un grupo llevan a la disminución en la cantidad demandada de otro grupo ya que se complementan.

El grupo de frutas, cárnicos y refresco son sustitutos ya que un aumento de 1% en el precio de la carne de res o del refresco aumentan la cantidad demandada de frutas en 0.13% y 0.05%, respectivamente. Mientras que el grupo de frutas es complemento del grupo de verduras y aceite pues la cantidad demandada de frutas disminuye en 0.07% y 0.03% ante aumentos en 1% en el precio del jitomate y del aceite.

El grupo de verduras y cárnicos son sustitutos; aumento de 1% en el precio de la carne de res aumenta la cantidad demandada de verduras en 0.12%. Mientras que las verduras y el pescado parecen ser complementos pero la magnitud de la elasticidad es pequeña (-0.03).

El grupo de cárnicos, frutas, verduras y leguminosas son sustitutos, aunque las magnitudes de las elasticidades son muy pequeñas (entre 0.01 y 0.04). Los cárnicos son complemento de la leche, huevo, aceite y refresco pero también con magnitudes pequeñas (entre -0.01 y -0.05).

El grupo de pescados tiene fuerte sustitución con el grupo de cereales, calóricos y refresco. Aumentos en 1% en el precio del arroz, azúcar o refresco lleva a incrementos en la cantidad demandada de pescado en 0.53%, 0.18% y 0.48% respectivamente. A su vez, el grupo de pescados es complemento de frutas, verduras, tortilla, huevo y leguminosas siendo las mayores elasticidades las de verduras y huevo (-0.32).

El grupo de cereales tiene sustitución con el grupo de cárnicos, pescados, lácteos, huevo y aceite. La mayor elasticidad se encuentra cuando el precio de la leche se incrementa en 1%, entonces la cantidad demandada de cereales se incrementa en 0.19%. El mismo grupo de cereales es complemento de calóricos y refrescos; incrementos en 1% en el precio del refresco reducen la cantidad demandada de cereales en 0.23%.

El grupo de calóricos es fuerte sustituto de lácteos y en menor magnitud del grupo de pescados. Aumentos en 1% en el precio de la leche pasteurizada incrementa el consumo de calóricos en 0.23%. A su vez, los calóricos son complementos de verduras, leguminosas y fuertemente de cereales ya que un incremento en 1% en el precio del arroz lleva a disminuir la cantidad demandada de calóricos en 0.22%.

Los lácteos son sustitutos de cereales, calóricos y refrescos, y complementos de verduras, cárnicos, tortilla y aceite. Aumentos en 1% en el precio de arroz y refresco llevan a incrementos en la cantidad demandada de lácteos en 0.13% y 0.12%, respectivamente. Aumentos en el precio de la tortilla lleva a reducciones en 0.13%.

La tortilla es sustituto de cárnicos y aceite (0.11 y 0.12) y complemento de lácteos, leguminosas y refresco (-0.14, -0.08 y -0.13).

El huevo es sustituto de frutas, cereales, calóricos, leguminosas y refrescos, siendo arroz y refresco los de elasticidad-precio de mayor magnitud (0.10 y 0.11). Y es complemento de aceite y, en mayor magnitud, de pescados cuya elasticidad-precio cruzada es de -0.17.

Las leguminosas son sustitutos de cárnicos (0.19), huevo (0,05) y fuertemente de refrescos (0.21). Son complemento de calóricos, lácteos, tortilla y aceite, siendo éste último grupo el de mayor elasticidad cruzada (-0.24)

El aceite es sustituto de cárnicos, cereales, tortilla y refresco (elasticidades-precio cruzadas de 0.08, 0,16, 0.29 y 0.22). A su vez, el aceite es complemento de huevo y leguminosas, siendo éste el de mayor elasticidad cruzada. Un incremento en 1% en el precio del frijol reduce la cantidad demandada de aceite en 0.36%.

El grupo de refrescos es sustituto de frutas, pescados, lácteos, huevo, leguminosas y aceite, siendo el grupo de lácteos el de mayor elasticidad-precio cruzada (0,28). Es complemento de cárnicos y tortilla (-0.19) y fuertemente de cereales pues aumentos en 1% en el precio del arroz, disminuye la cantidad demandada de refresco en 0.44%.

#### **7.4 Resultados de la asociación entre aumento de precios de alimentos y el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad en mujeres adultas de 19 a 49 años.**

Para determinar la asociación entre precios de alimentos y el desenlace en salud de las mujeres, IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad, se usó la ecuación (12) derivada de la función de producción descrita en la sección del marco teórico.

---

En esta ecuación, el cambio total en el desenlace de salud (IMC o prevalencia de sobrepeso-obesidad) ante cambios en los precios de los alimentos depende del signo y magnitud que tenga el efecto de cambios en los precios en la proporción gastada en alimentos, los cuales son las estimación de elasticidades-precio propias y cruzadas (tabla 5 y tabla F.1 del anexo). También depende del signo y magnitud que

tengan los productos marginales de la proporción gastada en alimentos en la producción de salud; éstos son los coeficientes estimados en forma de semi-elasticidades en la función de producción de salud (tabla 1 y 2, modelo 2). Al estimar el efecto total de los precios de alimentos en el desenlace en salud con la ecuación (12), se está suponiendo que los precios de alimentos no tienen efecto en otros insumos de salud llamados  $G_m$  (i.e. consultas médicas) y que no se incluyeron en el modelo estimado.

En la tabla 7 se presentan los resultados de la asociación entre incrementos en 10% en el precio de cada alimento y su asociación con IMC y con prevalencia de sobrepeso y obesidad. Se muestran dos tipos de estimaciones, las de mínimos cuadrados en tres etapas (3SLS) usando las estimaciones de la función de producción de salud y de las elasticidades-precio, y las estimaciones con un modelo lineal de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) donde se incluyeron los precios de alimentos, ingreso pero sin considerar el problema de endogeneidad, y covariables a nivel de individuo y hogar como variables independientes pero sin incluir las proporciones de gasto en alimentos, esto con la finalidad de comparar resultados con ambos métodos. No se pudieron estimar los errores estándar de la asociación entre precios y estado de nutrición con 3SLS por la complejidad de las estimaciones, por lo que solo se presentan la significancia estadística de las estimaciones con MCO. En las tablas G.1 y G.2 del anexo se muestra la forma en que se calculó la asociación final de los precios en la salud con las estimaciones de mínimos cuadrados en tres etapas.

**Tabla 7. Asociación entre aumento de precios de alimentos y el IMC y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas.<sup>1</sup>**

Método de estimación <sup>2</sup>	3SLS (1)	MCO (2)	3SLS (3)	MCO (4)
Precios (aumento en 10%) <sup>3</sup>	IMC	IMC	Prevalencia Sobrepeso/ Obesidad	Prevalencia Sobrepeso/ Obesidad
Arroz	0.075	-0.040	0.949	-0.317
Azúcar	-0.005	0.018	-0.100	0.428
Huevo	0.069	-0.006	-0.246	0.022
Jitomate	0.082	0.023	1.293	0.068
Leche	-0.217	0.115*	-1.093	0.561
Naranja	0.042	0.047***	-0.248	0.288**
Filete de pescado	0.071	0.019	0.335	-0.084
Refresco	-0.136	-0.005	-0.704	0.321
Carne de res	-0.050	-0.003	-0.379	-0.480
Tortilla de maíz	-0.116	-0.023	-0.578	0.270
Frijol	0.012	0.052	0.356	0.188

<sup>1</sup> Los resultados se construyeron con las estimaciones de los modelos (2) de las tablas 1, 2, 5 y F.1 siguiendo la ecuación 12 del marco teórico.<sup>2</sup> 3SLS se refiere a estimación en tres etapas. MCO se refiere a un modelo de mínimos cuadrados ordinarios donde los precios son las variables independientes y el IMC o prevalencia de sobrepeso y obesidad son dependientes y no se incluye la proporción del gasto en cada grupo de alimentos.<sup>3</sup> Indica el efecto en puntos de IMC y puntos porcentuales de prevalencia de sobrepeso y obesidad ante aumentos de 10% en el precio de cada alimento, manteniendo constantes las demás variables. Significancia estadística solo de modelos MCO \*\*\* 95% y \*90%.

En general, las estimaciones de 3SLS tanto en IMC (1) como en prevalencia de sobrepeso-obesidad (3) son más altas que en los modelos de MCO (columnas 2 y 4). Para los precios de arroz, azúcar, huevo, leche, refresco y tortilla los signos de las estimaciones 3SLS son contrarios a los signos de MCO. Esto es debido a que MCO no considera el sesgo de selección que se presenta entre las mujeres que reportaron haber gastado cero en algún grupo e alimentos y las que reportaron algún gasto.

Los resultados de 3SLS muestran que incrementos en 10% en el precio del arroz están asociados con mayor IMC en 0.075 puntos (aprox. 0.200kg de peso) y 0.95pp de prevalencia de sobrepeso y obesidad, en comparación con estimaciones de MCO cuyo signo es negativo. Este efecto positivo del precio del arroz se da principalmente a través de la disminución del gasto en cereales, provocando un aumento en el IMC ya que se mostró en la tabla 1 que mayor gasto en cereales está asociado a menor IMC.

Aumentos de 10% en el precio del azúcar están asociados con menor IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad en -0.005 puntos y -0.1pp, respectivamente. La magnitud tan pequeña de los coeficientes se presenta porque, aunque las mujeres disminuyen el gasto en calóricos al aumentar el precio del azúcar, hay un efecto de sustitución importante al gastar más en lácteos, grupo que está asociado a un mayor IMC. El coeficiente de gasto en calóricos no fue significativo en las estimaciones de la tabla 1 y 2.

La asociación entre incrementos de 10% en el precio del huevo y el estado de nutrición de las mujeres no es concluyente; es positiva con IMC pero negativa con prevalencia de sobrepeso y obesidad. En las estimaciones con MCO la asociación tiene signos contrarios. Por otro lado, el coeficiente del gasto en huevo no resultó significativo en los modelos de función de producción e salud (tabla 1 y 2).

Incrementos en el precio del jitomate están asociados con mayor IMC en 0.082 puntos (equivalente a ~0.225kg de peso) y mayor prevalencia de sobrepeso-obesidad en 1.29pp siendo la estimación más alta. Las estimaciones con MCO son aproximadamente de la mitad de magnitud. Esta asociación positiva con los desenlaces en salud se da a través del menor gasto en verduras y, por ser complementarios, menor gasto en pescados.

Incremento en el precio de la leche pasteurizada en 10% está asociado con menor IMC en -0.217 puntos (~0.600kg de peso) y menor prevalencia de sobrepeso-obesidad en -1.09pp. Las estimaciones con MCO tienen signo contrario. La asociación negativa con IMC y prevalencia se da, principalmente, a través de un menor gasto en lácteos seguido de un menor gasto en cereales. Una pequeña parte de esta disminución en peso se compensa por el efecto sustitución de incrementos en el gasto en refrescos (~0.03 puntos más de IMC) (tabla G.1 y G.2 de anexo).

La magnitud y signo de los coeficientes que muestran la asociación entre incrementos en 10% en el precio de la naranja e IMC es muy similar entre las estimaciones 3SLS y MCO. Sin embargo, la asociación con prevalencia de sobrepeso-obesidad tiene signo contrario entre los dos métodos de estimación. El resultado final no es concluyente. Además, en los modelos de función de producción e salud (tabla 1 y 2) el coeficiente del gasto en frutas no resultó significativo.

Respecto al precio del filete de pescado, el incremento en 10% está asociado con mayor IMC en 0.071 puntos ( $\sim 0.200$  kg de peso) y mayor prevalencia de sobrepeso-obesidad en 0.335pp. El aumento en el precio se ve asociado con menor gasto en pescados y, por complementariedad, con menor gasto en verduras lo que a su vez está asociado con mayor IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad.

Hay una asociación negativa con IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad de -0.136 puntos ( $\sim 0.375$  kg de peso) y -0.7pp ante incrementos en 10% en el precio del refresco de botella de 600ml. Las estimaciones con MCO son mucho más conservadoras y no son significativas. Esta asociación negativa se da principalmente por la reducción en el gasto en refresco, y aunque hay una sustitución por lácteos ésta no es muy grande (0.02 puntos de IMC) (tabla H.1 del anexo).

El aumento en 10% en el precio de la carne de res está asociado con menor IMC en -0.05 puntos ( $\sim 0.140$  kg de peso) y menor prevalencia de sobrepeso-obesidad en -0.38pp. Esta relación se da principalmente por la disminución en el gasto en lácteos y refresco (complementos de los cárnicos) lo que está asociado con menor IMC. La asociación con IMC por cambios en el gasto en cárnicos es casi nulo y no fue significativo en el modelo 2 de la tabla 1.

El aumento en 10% en el precio de la tortilla de maíz está asociado a menor IMC y prevalencia de sobrepeso en -0.116 puntos ( $\sim 0.320$  kg de peso) y -0.59pp, respectivamente. Al aumentar el precio principalmente disminuye el gasto en tortilla, pero también disminuyen el gasto en refrescos y en lácteos que son complementos (tabla H.1 y H.2 del anexo).

Por último, aumentos en 10% en el precio del frijol están asociados a mayor IMC en 0.012 puntos ( $\sim 0.033$  kg de peso) y mayor prevalencia en 0.35pp, principalmente por la disminución en el gasto en leguminosas y un aumento en el gasto en refresco, aunque hay que señalar que la asociación entre gasto en leguminosas y estado de nutrición, aunque fue negativa, no resultó significativa en las estimaciones de función de producción de salud (tablas 1 y 2).

En resumen, se puede decir con confiabilidad estadística, ya que tanto las elasticidades-precio como los coeficientes estimados en la función de producción fueron estadísticamente significativos, que incrementos en los precios de arroz,

jitomate y pescado están asociados con mayor IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad, siendo el precio del jitomate el que mayor magnitud presenta. Mientras que incrementos en el precio de leche, refresco y tortilla están asociados con menor IMC y prevalencia, siendo el precio de la leche el que tiene un coeficiente de mayor magnitud.

## 8. Discusión

Aplicando el modelo de función de producción de salud se estimó, con el método de mínimos cuadrados en tres etapas, la asociación entre los precios de algunos alimentos más consumidos por la población mexicana entre 2002 y 2005 y el índice de masa corporal (IMC) y prevalencia de sobrepeso y obesidad de mujeres adultas mexicanas entre 19 y 49 años de edad que participaron en la ENNVIH, empleando la proporción de gasto en alimentos por AE como aproximación del consumo individual y usando a los precios de los alimentos como instrumentos del gasto.

Con el mismo modelo, se estimaron las elasticidades precio y gasto de 12 grupos de alimentos a través del sistema de demandas lineales LA/AIDS considerando el posible sesgo de selección entre mujeres que reportaron cero gasto en algún grupo de alimentos y aquellas que reportaron gasto. Se consideró el potencial problema de endogeneidad entre ingreso e IMC usando como variables instrumentales la proporción gastada en ropa y el número de habitaciones en el hogar para predecir el ingreso.

Aunque en los modelos estimados no se usaron datos de consumo individual sino de proporción del gasto en grupos de alimentos como proxy de consumo, ésta resulta ser la mejor variable para estimar los sistemas de demanda y las elasticidades-precio de alimentos. Una limitación del estudio es que se estimaron asociaciones y no efectos de los precios en los desenlaces de salud, pues los datos se consideraron como cortes transversales. Las estimaciones con efectos fijos tuvieron signos contrarios a los esperados y los coeficientes fueron muy pequeños, probablemente debido a la falta de variabilidad en precios, gasto e IMC entre 2002-2005. Otra limitación es que en las estimaciones no se incluyeron las variables de embarazo y actividad física, las cuales son determinantes del IMC de las mujeres, pues los coeficientes de gasto de algunos alimentos se incrementaban considerablemente debido a que pueden estar correlacionadas con el término de error. Para incluirlas, se debe tener una variable instrumental con la cual estimar su función de demanda.

En general, en los modelos estimados con datos transversales y considerando el sesgo de selección se encontró que aumentos en la proporción de gasto destinado a los grupos de verduras, pescados y cereales están asociados con menor IMC y menor prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres, aunque en el grupo de verduras la significancia estadística es marginal. Estos resultados van en concordancia con

estudios realizados en mujeres en E.E.U.U y Europa donde se ha encontrado que mayor ingesta de cereales en forma de fibra y granos enteros están asociados a un menor IMC, mayor ingesta de frutas y verduras está asociado con menor ganancia de peso, aunque la relación es débil, y mayor ingesta de pescado no está relacionada con la ganancia de peso (35-39).

El incremento en la proporción gastada en el grupo de lácteos, tortilla y refresco están asociados con mayor IMC y mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en mujeres. Se ha documentado que los tres principales tipos de bebidas que contribuyen con el mayor aporte energético en mujeres mexicanas son refrescos, jugos de fruta, y leche entera (40). Los ácidos grasos contenidos en productos lácteos están asociados con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares(41) y el consumo de bebidas azucaradas como refrescos están asociados con mayor ganancia de peso en mujeres (42). Debido a la alta cantidad de fibra que contiene la tortilla se esperaba que la asociación con IMC fuese negativa. Hay que recordar que las estimaciones aquí presentadas se realizaron en el promedio de gasto en tortilla en mujeres cuyo IMC promedio es de 28.4 puntos. Posiblemente existe un umbral en el que mayor gasto en tortilla aporta un excedente de calorías; sin embargo, no se realizaron estimaciones estratificadas por nivel de IMC ni por nivel de gasto en tortilla.

La asociación entre proporción gastada en cárnicos y leguminosas e IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad parece ser negativa mientras que el gasto en calóricos es positivo, aunque las estimaciones no fueron estadísticamente significativas. Los resultados del gasto en huevo y frutas no son concluyentes ya que son negativas para IMC y positivas para prevalencia pero no significativas.

Aunque la asociación entre ingreso e IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad no fue estadísticamente significativa, se encontró una tendencia positiva con IMC. Sin embargo, sí se encontró una relación indirecta entre gasto en alimentos (como proxy de ingreso) y el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad ya que todos los grupos de alimentos analizados resultaron ser bienes normales con elasticidades-gasto positivas ( $E_g > 0$ ). Las verduras, cereales, tortilla, huevo, leguminosas y aceite son alimentos necesarios ( $E_g < 1$ ) siendo aceite y la tortilla los más inelásticos al ingreso. Las frutas, cárnicos, pescados, calóricos, lácteos y refresco resultaron ser elásticos al ingreso ( $E_g > 1$ ); el grupo de pescados fue el más elástico. Por lo tanto, incrementos en el ingreso llevarían a gastar más en grupos como pescados, asociado a menor IMC, pero también en lácteos y refrescos los cuales están asociados con mayor IMC y cuya proporción respecto del gasto total es mayor que en pescados; esto podría llevar a un aumento en la ingesta calórica de las mujeres y aumentar el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad.

Todas las elasticidades-precio no compensadas por cambios en el ingreso fueron negativas ( $E_p > 0$ ). Los alimentos inelásticos o con menor sensibilidad ante aumentos en el precio resultaron ser las verduras, la tortilla, el huevo, las leguminosas y el aceite y los más elásticos al precio fueron los grupos de frutas, cárnicos, pescado, cereales, lácteos, siendo el más elástico el refresco ( $E_p = 1.20$ ). Comparado estimaciones de otros estudios con datos de México,

El potencial de los resultados de este estudio es poder asociar la elasticidad-precio de distintos alimentos con el IMC y prevalencia de sobrepeso-obesidad en mujeres y determinar cual sería el desenlace en salud ante cambios en los precios de los alimentos, siempre y cuando los patrones de gasto y preferencias de las mujeres no cambien respecto al periodo 2002-2005. Incrementos en 10% en el precio del arroz se asociaron con mayor IMC en 0.075 puntos y mayor prevalencia de sobrepeso-obesidad en 0.95pp. Dado que el precio promedio real del arroz se incrementó ~80% entre 2005 y 2010 de \$10.30 a \$18.50 pesos (43), podría estar asociado con incrementos en el IMC de mujeres adultas, en promedio, 0.6 puntos (1.68kg) y 7.6pp en la prevalencia de sobrepeso y obesidad. En el mismo periodo, el precio real de la tortilla aumentó 10%; de \$9.00 en 2005 a \$9.92 pesos en 2010 lo que está asociado con -0.116 puntos de IMC (~0.320 kg) y -0.59pp de prevalencia de sobrepeso-obesidad. El precio real de la leche pasteurizada no presentó grandes variaciones entre 2005 y 2012; se incrementó de \$12.40 a \$12.95 pesos (~4.5%) lo que está asociado con menor IMC en -0.10 puntos (~0.275 kg) y menor prevalencia de sobrepeso-obesidad en alrededor de -0.5pp. El precio promedio del jitomate se mantuvo constante aunque con altibajos estacionales y el precio promedio del refresco de 600ml no sufrió grandes cambios entre 2005 y 2010.

Considerando el creciente consumo de refrescos en mujeres mexicanas, un impuesto de 10% al precio promedio de una botella de refresco de 600ml en esta muestra lo elevaría de \$8.70 a \$9.57 pesos, la proporción promedio gastada en refresco se reduciría de 5.7% a 5.0% (12% elasticidad-precio) lo que estaría asociado a -0.136 puntos de IMC (~0.375 kg de peso) y -0.7pp de prevalencia de sobrepeso-obesidad. Este aumento de precio reduciría el gasto en refresco de \$45.57 pesos mensuales por AE a \$40.10 pesos mensuales por AE y, si dividimos estos montos entre los precios de refresco nos da una reducción en el consumo de refresco de 35 ml diarios por AE. Con otro método de estimación, empleando datos de ENIGH 2006, encontraron que la  $E_p$  del refresco es de -1.08 y un incremento en 10% en el precio de refrescos puede reducir el consumo, en promedio, 50ml per cápita al día.(11)

Sin embargo, un impuesto de 10% al refresco puede no ser suficiente para lograr una reducción importante en la prevalencia de sobrepeso-obesidad, si va acompañado de subsidios en 10% al precio de verduras y cereales, como jitomate y arroz, pueden lograrse reducciones cercanas a 3 pp en la prevalencia de sobrepeso-obesidad.

## Bibliografía

1. Increasing Food Prices And Food Security: Diagnostic Issues And Policy Options. High Level Task Force. UNDP, November 2008.
2. Haytmanek E, McClure K. Mitigating the Nutritional Impacts of the Global Food Price Crisis: Workshop Summary. Intitute of Medicine. Washington, DC: The National Academies Press; 2010.
3. FAO. Reporte mensual de precios de commodities. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2010 [08/02/2011]; Available from: <http://www.fao.org>.
4. Progress Report. High Level Task Force on the Global Food Security Crisis, UN., April 2008-October 2009.
5. Klotz C, Pee Sd, Thorne-Lyman A, Kraemer K, Bloem M. Nutrition in the Perfect Storm: Why Micronutrient Malnutrition will be a Widespread Health Consequence of High Food Prices. SIGHT AND LIFE [Internet]. 2008; 2(2):[6-13 pp.]. Available from: [http://www.sightandlife.org/images/stories/pageimages/content/magazine/s%26l\\_magazine\\_0208.pdf](http://www.sightandlife.org/images/stories/pageimages/content/magazine/s%26l_magazine_0208.pdf).
6. Bloem MW, Semba RD, Kraemer K. Castel Gandolfo workshop: an introduction to the impact of climate change, the economic crisis, and the increase in the food prices on malnutrition. The Journal of nutrition. 2010;140(1):132S-5S. Epub 2009/11/20.
7. Webb P. Medium- to long-run implications of high food prices for global nutrition. The Journal of nutrition. 2010;140(1):143S-7S. Epub 2009/11/20.
8. Zulfiqar AB, Fauzia A, Bawany AF, Rizvi A. The impact of the food and economic crisis on child health and nutrition. Draft working paper prepared for UNICEF Conference. East Asia and the Pacific Islands. 6–7 January; Singapore: UNICEF; 6–7 January, 2009.
9. Adams EJ, Grummer-Strawn L, Chavez G. Food insecurity is associated with increased risk of obesity in California women. The Journal of nutrition. 2003;133(4):1070-4. Epub 2003/04/04.
10. Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco JA. Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.
11. Barquera S, Hernandez-Barrera L, Tolentino ML, Espinosa J, Ng SW, Rivera JA, et al. Energy intake from beverages is increasing among Mexican adolescents and adults. The Journal of nutrition. 2008;138(12):2454-61. Epub 2008/11/22.
12. Nicita A. Efficiency and Equity of a Marginal Tax Reform: Income, Quality and Price Elasticities for Mexico. World Bank Policy Research Working Paper 2004.
13. Lo YT, Chang YH, Lee MS, Wahlqvist ML. Health and nutrition economics: diet costs are associated with diet quality. Asia Pac J Clin Nutr. 2009;18(4):598-604. Epub 2009/12/08.
14. Grossman M. On the concept of health capital and the demand for health. Journal of Political Economy. 1972.
15. DaVanzo J, Gertler P. Household Production of Health: A Microeconomic Perspective on Health Transitions. Santa Mónica, California: RAND Corporation; 1990.
16. Pollack, Watcher. The relevance of the household production function and its implications for the allocation of time. Journal of political economy. April 1975;18(2):255-77.
17. Rosenzweig MR, Schultz TP. Consumer Demand and Household Production: The Relationship between Fertility and Child Mortality. American Economic Review. May 1983;73(2):38-42.
18. Alderman H, Garcia M. Poverty, household, food security, and nutrition in rural Pakistan. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, 1993 Research Report 96 Contract No.: Research Report 96.
19. Rosenzweig MR, and T. Paul Schultz. The Behavior of Mothers as Inputs to Child Health: The Determinants of Birth Weight, Gestation, and the Rate of Fetal Growth. In: Fuchs VR, editor. Economic Aspects of Health. Chicago: The University of Chicago Press; 1982. p. 53-92.
20. Deaton A, Muellbauer J. An Almost Ideal Demand System. The American Economic Review. 1980;70(3):15.
21. Wooldridge JM. Econometric analysis of cross section and panel data. Cambridge, Mass.: MIT Press; 2002. xxi, 752 p. p.
22. Cawley J. The Impact of Obesity on Wages. Journal of Human Resources. 2004;39(2):451–74.
23. Schmeiser MD. Expanding Wallets and Waistlines: The Impact of Family Income on the BMI of Women and Men Eligible for the Earned Income Tax Credit. Institute for Research on Poverty, 2008.
24. Conley D, Glauber R. Gender, Body Mass and Economic Status. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2005.

25. Moschini G. Units of measurement and the Stone Index in demand system. *American Journal of Agricultural Economics*. 1995;77:6.
26. Jung J, Koo W. An Econometric analysis of demand for meat and fish products in Korea. North Dakota State University: 2000.
27. ENNVIH. Encuesta Nacional de Nivele de Vida de los Hogares. [cited 18 de julio de 2010]; Available from: <http://www.ennvih-mxfls.org/es/ennvih.php?seccion=1&subseccion=1&session=40811792969>.
28. WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on Obesity. . Geneva: 1997.
29. Mexico Bd. <http://www.banxico.org.mx>. 2012 [cited 2011 15 november].
30. Teruel G, Ruvalcaba L, Santana A. Escalas de equivalencias para México. Documentos de investigación 23. Mexico2005.
31. Hein D, Wessells C. Demand Systems Estimation with Microdata: A Censored Regression Approach. *Journal of Business & Economic Statistics*. 1990;8(3):7.
32. Chern W, Ishibashi K, Taniguchi K, Tokoyama Y. Analysis of the Food Consumption of Japanese Households. FAO Economic and Social Development Paper Food And Agriculture Organization Of The United Nations2003.
33. Nicholson W. Teoría Microeconómica. Principios básicos y aplicaciones. McGraw-Hill, editor. Madrid, España.1997.
34. Gujarati D. Modelos de regresión uniecuacional. In: Herrera EA, editor. *Econometría Básica*. Tercera ed. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill; 1997.
35. Liu S WW, Manson JE, Hu FB, Rosner B, Colditz G. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am J Clin Nutr*. 2003;78(5):8. Epub 2003 Nov.
36. Gaesser GA. Carbohydrate quantity and quality in relation to body mass index. *Journal of the American Dietetic Association*. 2007;107(10):1768-80. Epub 2007/10/02.
37. Du H, van der AD, Boshuizen HC, Forouhi NG, Wareham NJ, Halkjaer J, et al. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;91(2):329-36. Epub 2009/12/18.
38. Buijsse B FE, Schulze MB, Forouhi NG, Wareham NJ, Sharp S, Palli D, Tognon G, Halkjaer J, Tjønneland A, Jakobsen MU, Overvad K, van der A DL, Du H, Sørensen TI, Boeing H. Fruit and vegetable intakes and subsequent changes in body weight in European populations: results from the project on Diet, Obesity, and Genes (DiOGenes). *Am J Clin Nutr*. 2009;90(1):8. Epub 2009 May 20.
39. Jakobsen MU DC, Due KM, May AM, Romaguera D, Vergnaud AC, Norat T, Sørensen TI, Halkjær J, Tjønneland A, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G, Teucher B, Kühn T, Bergmann MM, Boeing H, Naska A, Orfanos P, Trichopoulou A, Palli D, Santucci De Magistris M, Sieri S, Bueno-de-Mesquita HB, van der A DL, Engeset D, Hjartåker A, Rodríguez L, Agudo A, Molina-Montes E, Huerta JM, Barricarte A, Amiano P, Manjer J, Wirfält E, Hallmans G, Johansson I, Khaw KT, Wareham NJ, Key TJ, Chajès V, Slimani N, Riboli E, Peeters PH, Overvad K. Fish consumption and subsequent change in body weight in European women and men. *Br J Nutr*. 2012:10.
40. Rivera JA, Munoz-Hernandez O, Rosas-Peralta M, Aguilar-Salinas CA, Popkin BM, Willett WC, et al. [Beverage consumption for a healthy life: recommendations for the Mexican population]. *Salud publica de Mexico*. 2008;50(2):173-95. Epub 2008/04/01. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la poblacion mexicana.
41. Temme E MR. Health effects of saturated fatty acids. In: Sadler M SJ, Caballer B., editor. *Encyclopedia of human nutrition*. London: Academic Press; 1998.
42. Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 2004;292(8):927-34. Epub 2004/08/26.
43. Diputados Hcd. ANÁLISIS MENSUAL DE PRODUCTOS BÁSICOS. México: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, CEFP, 2011 Enero 2011. Report No.