



**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN ECONOMÍA**

**LOS FAT TAX COMO MEDIDA PARA COMBATIR LA  
OBESIDAD: SIMULACIÓN EN LA ECONOMÍA  
ESPAÑOLA**

**Silvia Moler Zapata**

**DIRECTOR**

**Juan Manuel Cabasés Hita**

**Pamplona-Iruña**

**7 de junio de 2016**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este trabajo busca profundizar en el estudio de los fat tax como herramienta a disposición de los gobiernos para reducir la obesidad fomentando una alimentación saludable. Simularemos dos impuestos de este tipo para conocer si sería factible su introducción en la economía española.

En primer lugar, se trata de comprender la magnitud del problema que supone la obesidad y por qué cada vez los países tienen mayor necesidad de instrumentos para controlarla, aquí es donde surgen los “fat taxes” o impuestos a la comida no saludable. Nuestro análisis continúa con ellos, los fat taxes, una herramienta que está cobrando atención en los últimos años, rodeados de un gran debate acerca de su regresividad y efectividad.

Realizaremos una simulación de dos tipos de fat taxes. El primero de ellos, un impuesto a tres nutrientes (sodio, colesterol y ácidos grasos saturados) y el segundo, un impuesto a tres productos lácteos (leche entera, mantequilla y queso). Por último, se presentan las conclusiones derivadas del análisis para, con ellas, considerar la factibilidad de la introducción de este tipo de impuestos en la economía española.

Palabras clave: Obesidad, Fat tax, Nutrientes.

## **ABSTRACT**

This paper seeks to deepen the study of the fat tax as a tool available to governments to reduce obesity by encouraging healthy eating. We simulate two taxes of this type to know whether its introduction in the Spanish economy would be feasible.

First, we try to understand the magnitude of the problem of obesity, and why countries have an increasing need of instruments to control it, such as fat taxes. Our analysis continues with them, fat taxes, a tool that is gaining attention in recent years, surrounded by a large debate about its regressivity and effectiveness.

That is why we will carry out a simulation of two types of fat taxes. The first one is a tax on three nutrients (sodium, cholesterol and saturated fatty acids) and the second is a tax on three dairy products (whole milk, butter and cheese). Finally, the conclusions drawn from the analysis are presented to consider the feasibility of introducing such a tax in the Spanish economy.

Key words: Obesity, Fat tax, Nutrients.

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	2
<b>ÍNDICE</b> .....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN DE LOS FAT TAX EN SU CONTEXTO</b> .....	4
<b>1.1. Obesidad, ¿por qué es una preocupación económica?</b> .....	4
1.1.1. <i>Contextualización de la obesidad</i> .....	4
1.1.2. <i>Causas de la obesidad</i> .....	5
1.1.3. <i>La obesidad en España</i> .....	6
<b>1.2. Posibles intervenciones públicas para afrontar la obesidad:</b> .....	9
<b>1.3. ¿Qué es un fat tax?</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO E HIPÓTESIS</b> .....	11
<b>3. REVISIÓN DE LOS FAT TAX UTILIZADOS Y SUS EFECTOS</b> .....	11
<b>3.1. Impuestos utilizados en Europa</b> .....	11
<b>3.2. Impuestos en el mundo</b> .....	12
<b>4. PROPUESTAS DE FAT TAX PARA SU APLICACIÓN EN ESPAÑA Y SIMULACIÓN</b> .....	14
<b>4.1. Material y métodos</b> .....	14
<b>4.2. Impuesto a los nutrientes</b> .....	15
4.2.1. <i>Planteamiento</i> .....	15
4.2.2. <i>Distribución de nutrientes según la renta</i> .....	17
<b>4.3. Simulación de impuesto a productos lácteos</b> .....	19
4.3.1. <i>Planteamiento</i> .....	19
4.3.2. <i>Introducción del modelo</i> .....	20
4.3.3. <i>Modelo teórico</i> .....	21
4.3.4. <i>Restricciones del modelo</i> .....	22
4.3.5. <i>Elasticidades en el modelo</i> .....	23
4.3.6. <i>El modelo SUR</i> .....	23
4.3.7. <i>Estimación</i> .....	24
4.3.8. <i>Resultados</i> .....	25
<b>4.4. Discusión de resultados</b> .....	25
<b>5. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	30
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	32
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	34
<b>ANEXO</b> .....	35

## 1. INTRODUCCIÓN DE LOS FAT TAX EN SU CONTEXTO

### 1.1. Obesidad, ¿por qué es una preocupación económica?

#### 1.1.1. Contextualización de la obesidad

La Organización Mundial de la Salud define la obesidad como la acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

La obesidad está determinada, principalmente, por dos factores o por la combinación de ambos: la alimentación y la actividad física.

La obesidad se determina a través del Índice de Masa Corporal (IMC) o Índice Quetelet (en referencia al estadístico que ideó este índice) que se calcula dividiendo el peso entre la altura al cuadrado. En base a este índice se determina que un individuo es obeso cuando su IMC es mayor que 30 kg/m<sup>2</sup>.

La obesidad provocó en 2014 2.8 millones de muertes en todo el mundo según la OMS y, aunque tradicionalmente se ha considerado a esta enfermedad exclusiva de los países desarrollados, en los últimos años se está viendo que también afecta a países subdesarrollados y en desarrollo.

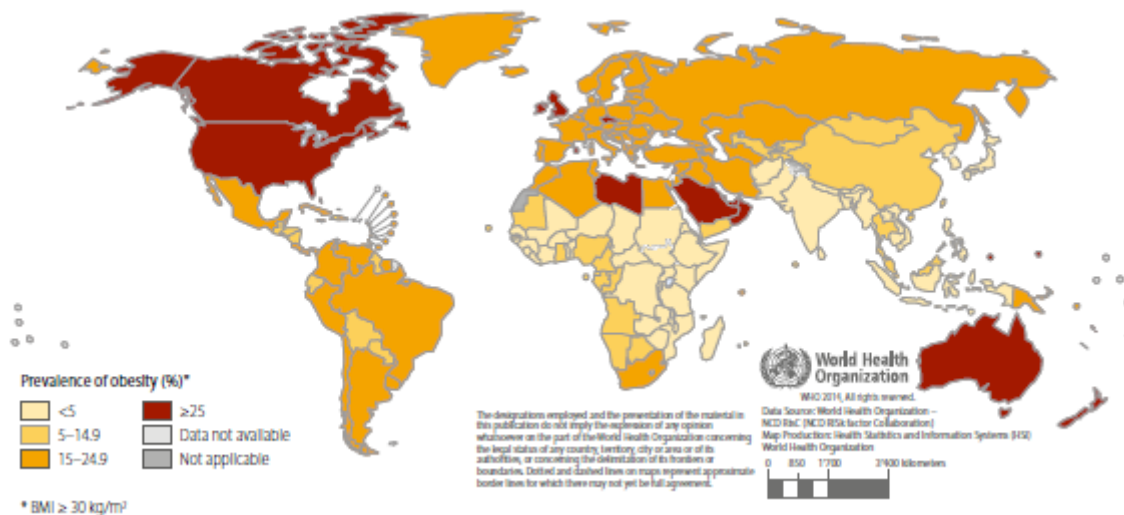
El aumento de la prevalencia de la obesidad se relaciona con la aparición de una serie de afecciones crónicas como diabetes tipo 2, enfermedad coronaria, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres como el de colon o mama.

Cabe destacar que de las 56 millones de muertes que hubo en el año 2012 en el mundo, el 82% fueron causadas por diabetes (1,5 millones), por enfermedades respiratorias como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (4 millones), por cáncer (8,2 millones) y por enfermedades cardiovasculares (17,5 millones).

La prevalencia de la obesidad se ha duplicado en el mundo desde 1980. En el año 2014, en torno a un 15% de la población masculina y un 11% de la femenina (mayores de 18 años) padecía obesidad. En el mismo año, el 38% de los hombres y el 40% de las mujeres padecían sobrepeso.

Se estima que la prevalencia de la obesidad va a seguir aumentando, así Kelly et al. (2008) estiman que, si se mantiene esta trayectoria, en torno al 50% de la población adulta será obesa en 2030.

En el gráfico se muestra la prevalencia de la obesidad en el mundo en 2014:



**Figura 1: prevalencia de la obesidad en el mundo**

**Fuente: Organización Mundial de la Salud**

Como se puede apreciar, los países desarrollados presentan una alta prevalencia de la obesidad, especialmente en mujeres y niños. En cambio, la prevalencia es muy inferior en países subdesarrollados (por ejemplo, en países de África) y en desarrollo (sudeste asiático). España es un país donde la prevalencia de la obesidad está entre 15 y 24.9%.

### 1.1.2. Causas de la obesidad

Como se ha mencionado, la principal causa de la obesidad es la ingesta excesiva de alimentos hipercalóricos y la insuficiente actividad física. Sin embargo, en el desarrollo de la obesidad intervienen muchos factores: sociológicos, biológicos, psicológicos...

Aunque la obesidad se asocia tradicionalmente con la alimentación, el ejercicio físico y los hábitos de vida son determinantes. Los adultos que no se ejercitan suficientemente aumentan el riesgo de mortalidad por cualquier causa entre un 20 y un 30% frente a aquellos que se ejercitan durante 150 minutos a la semana. Realizar ejercicio físico regularmente es, sin duda, una de las principales vías para controlar el peso y prevenir la obesidad, además de reducir el riesgo de cáncer de colón y mama, problemas cardíacos, infarto y diabetes.

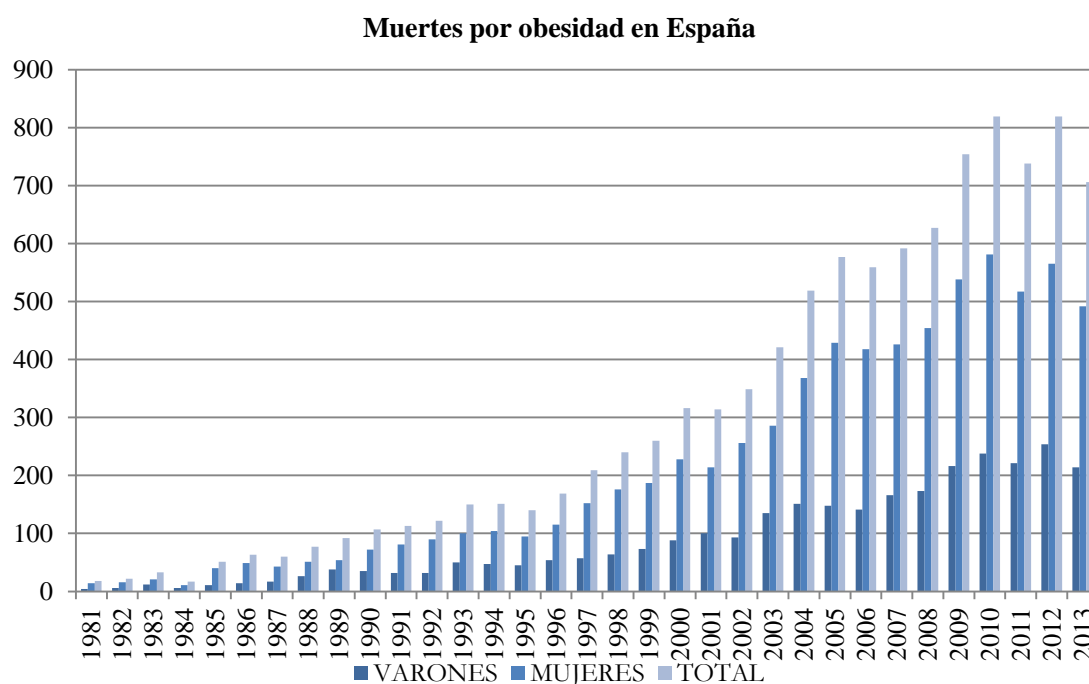
En algunos casos, la genética constituye un factor clave en el desarrollo de la obesidad. En menor medida, también suelen ser causa de obesidad algunos trastornos endocrinos y algunos trastornos psicológicos.

### 1.1.3. La obesidad en España

La dieta de los españoles a lo largo de los últimos años ha sufrido cambios importantes. España, en sus últimos años (especialmente a partir de 1975) ha sufrido la llamada “transición nutricional”, que hace referencia a una serie de cambios en los hábitos de alimentación y estilo de vida.

Desde 1950 la ingesta diaria de alimentos ha ido aumentando ininterrumpidamente en el país. Sin embargo, es destacable que la ingesta de calorías también ha variado en los últimos años, siendo ahora la ingesta de proteínas y lípidos muy superior a la de hace 50 años. Esto ocurre en detrimento de la ingesta de frutas y verduras.

A lo largo del siglo XX se han producido mejoras en la alimentación que han conducido a la reducción de la malnutrición y al crecimiento en la infancia. No obstante, los nuevos hábitos alimenticios y el sedentarismo son los principales causantes del aumento de la obesidad en España en los últimos años.



Fuente: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Instituto de Información Sanitaria.

**Figura 2: muertes por obesidad en España entre 1980 y 2006**

En el gráfico se puede apreciar cómo el número de muertes por obesidad ha aumentado ininterrumpidamente en los últimos años, especialmente desde 1995.

También se observa que el número de muertes por obesidad es superior en mujeres que en hombres.

A continuación, se ha realizado una regresión para conocer los principales determinantes de la obesidad en España. Para ello, se han utilizado datos de la Encuesta Nacional de Salud en España de 2014, que reúne información sobre 22.842 individuos de los que se tiene información sobre las dolencias y enfermedades que padecen, además de sobre sus hábitos de vida e información sobre características personales.

$$obs = \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Edad} + \beta_3 \text{Edad}^2 + \beta_4 \text{T112} + \beta_5 \text{U120}_6 + \beta_6 \text{U120}_9 + \beta_7 \text{U120}_{11} + \beta_8 \text{U120}_{14} + \beta_9 \text{W127} + \varepsilon_i$$

Siendo, obs: 1 si el individuo es obeso y 0 si no lo es; Sexo: 1 si el individuo es hombre y 2 si es mujer; Edad: edad medida en años; Edad2: edad del individuo elevada al cuadrado; T112: frecuencia con la que realiza alguna actividad física en su tiempo libre; U120\_6: frecuencia de consumo de pan y cereales; U120\_9: frecuencia de consumo de embutidos y fiambres; U120\_11: frecuencia de consumo de dulces (galletas, bollería, mermeladas, etc.); U120\_14: frecuencia de consumo de aperitivos o comidas saladas de picar (patatas fritas, ganchitos, galletitas saladas); W127: frecuencia de consumo de alcohol en los últimos 12 meses.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con el programa Gretl:

```

Modelo 1: Logit, usando las observaciones 1-22842
Variable dependiente: obs1
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

-----
                Coeficiente      Desv. Típica      z      pendiente
-----
const          -3.95294          0.207217          -19.08
SEXOa          -0.223364          0.0379610         -5.884   -0.0275703
EDADa           0.106248          0.00672398        15.80    0.0131145
EDAD2          -0.000813883       5.80116e-05       -14.03   -0.000100460
T112           -0.391853          0.0224227        -17.48   -0.0483673
U120_6         0.0382025          0.0170637         2.239    0.00471542
U120_9        -0.0456959          0.0134712        -3.392   -0.00564035
U120_11        0.0444911          0.0102445         4.343    0.00549165
U120_14        0.0279783          0.0182955         1.529    0.00345343
W127           0.0128414          0.00347556        3.695    0.00158505

Media de la vble. dep.  0.162070      D.T. de la vble. dep.  0.368523
R-cuadrado de McFadden  0.048074      R-cuadrado corregido   0.047085
Log-verosimilitud     -9634.427     Criterio de Akaike     19288.85
Criterio de Schwarz    19369.22     Crit. de Hannan-Quinn  19314.98

Número de casos 'correctamente predichos' = 19133 (83.8%)
f(beta*x) en la media de las variables independientes = 0.123
Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado(9) = 973.102 [0.0000]

                Predicho
                0      1
Observado 0   19130   10
            1    3699    3

```

Figura 3: determinantes de la obesidad en España

Los resultados muestran que ser mujer y realizar ejercicio con mayor frecuencia disminuye la probabilidad de padecer obesidad. Por el contrario, la edad; el consumo de alcohol; el consumo de galletas, bollería, mermelada, etc.; el consumo de aperitivos y comidas saladas de picar y el consumo de alcohol, favorecen el desarrollo de la obesidad.

El coeficiente asociado al parámetro no debe ser interpretado causalmente, sino que tenemos que considerar la pendiente como el efecto marginal medio de aumentar independientemente en una unidad las variables independientes en la probabilidad de ser obeso. A la vista de la figura 3 podemos deducir que el efecto de un aumento en una unidad de la frecuencia de ejercicio físico sobre la probabilidad de ser obeso es -0.0484, o lo que es lo mismo disminuye la probabilidad de ser obeso en 4.84 puntos porcentuales.

Podemos ver que deporte y alimentación tienen efecto significativo sobre la obesidad en España. El consumo de dulces y aperitivos salados (snacks) contribuye al desarrollo de obesidad tal y como muestran los signos de los coeficientes de ambos, teniendo ambos un efecto significativo (p-valores inferiores a 0.02).

El deporte tiene el signo contrario, disminuye la probabilidad de que el individuo sea obeso. El efecto de la actividad física también es significativo al 5%.

Con base en este breve análisis, podemos considerar justificadas políticas orientadas a la mejora de la alimentación de la población española y de incentivo de la actividad física en España.

## **1.2. Posibles intervenciones públicas para afrontar la obesidad**

Hoy en día la obesidad está librando una batalla con el tabaquismo por tener mayor impacto económico sobre el gasto de los sistemas sanitarios. La prevención de la obesidad supone para los sistemas sanitarios del mundo en torno del 2 al 7% de los gastos de los sistemas sanitarios. El gasto total destinado al tratamiento de la obesidad oscila en torno al 20% del gasto asignado a sanidad (este porcentaje incluye, por ejemplo, los gastos del tratamiento de los enfermos de diabetes tipo II).

Según el informe de McKinsey & Company (2014) la obesidad tiene un coste de 2 trillones de dólares, lo que supone en torno a un 2,8% del PIB mundial. Así, la obesidad supone a las sociedades casi el mismo coste que los conflictos armados o el tabaco.

Para los países desarrollados la obesidad suele ser la segunda o tercera mayor carga social (Francia, Estados Unidos o Inglaterra).



Cabe destacar que sólo una pequeña proporción del gasto destinado por los países a combatir la obesidad se utiliza en investigación y prevención: los gastos en prevención de la obesidad suponen 5 billones de dólares, esto es, un 0,25% del gasto destinado a obesidad (a la prevención de accidentes de tráfico se destina un 1,2% del gasto total que estos suponen).

Existe bastante acuerdo en la literatura en que no hay política que por sí misma logre tener un efecto significativo en la reducción de la obesidad. Es necesario un conjunto de políticas, que coordinadamente, logren reducirla. Estas políticas involucrarán a organismos públicos, restaurantes, hospitales, escuelas...

Entre las posibles políticas a desarrollar están: fomentar métodos de transporte como la bicicleta, caminar o el transporte público, que requieren una mayor actividad física y, por tanto, podrían ayudar a combatir la obesidad; campañas públicas para concienciar y motivar a los individuos a tener hábitos de vida más saludables; medidas en los colegios como aumentar las horas de actividad física o charlas instructivas sobre los riesgos de una mala alimentación; dificultar el acceso de los individuos a la comida basura para así favorecer el control de las comidas por impulso, un ejemplo sería la reducción de las máquinas expendedoras de comida; controlar el fomento a través de los medios de comunicación de la comida basura; fomentar hábitos saludables en la ciudad, hacer más transitable la ciudad o aumentar el número de espacios verdes en las ciudades; fomentar la alimentación saludable en el trabajo (a través de incentivos a las empresas); impuestos a la comida no saludable (impuestos a la comida basura, tales como los impuestos al tabaco o la gasolina) y subsidios a la comida saludable.

Todas ellas, y en conjunto, son las herramientas de las que disponen los Estados para atajar este mal. En los años recientes, cada vez hay más países que han optado por introducir los llamados “fat taxes”. A priori, el objetivo de estos impuestos es el de desincentivar el consumo de alimentos poco saludables en favor de otros saludables, a través de la alteración de los precios.

En 2005, en España se lanzó la Estrategia NAOS, un programa que busca combatir la obesidad fomentando la actividad física y la alimentación saludable, para así reducir las tasas de morbilidad y mortalidad asociadas a esta enfermedad.

El programa desarrolla acciones desde la evidencia científica y en todos los ámbitos de la sociedad (familiar, educativo, empresarial, sanitario, laboral, comunitario) y prioriza las campañas orientadas a niños, jóvenes y grupos más desfavorecidos.

### **1.3. ¿Qué es un fat tax?**

Se trata de un impuesto a comidas y bebidas que son consideradas insanas y cuyo consumo se cree está vinculado con el desarrollo de obesidad y otras enfermedades. Tradicionalmente, se asocian a la comida basura o los refrescos, pero no necesariamente se han de dirigir hacia ellos.

Actualmente existe mucha polémica en torno a estos impuestos. Sus detractores argumentan que tienen un alto coste de implementación y que no tienen grandes efectos en la reducción de la obesidad. Por otra parte, al tratarse de impuestos a los alimentos, pueden ser regresivos.

En este contexto, cabría pensar que, si está funcionando con el tabaco, ¿por qué no iba a funcionar con los alimentos malos para la salud?

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO E HIPÓTESIS**

Las hipótesis que se quieren verificar están relacionadas con la intervención gubernamental encaminada a reducir la obesidad, centrando la atención en los fat taxes. El análisis se llevará a cabo con datos de la economía española. Así, las hipótesis principales del estudio serán las siguientes:

*Hipótesis 1:* La mala alimentación y la falta de ejercicio físico contribuyen al desarrollo de la obesidad en España.

*Hipótesis 2:* La intervención gubernamental a través de un impuesto a los nutrientes puede contribuir a reducir la prevalencia de esta enfermedad. Este tipo de impuestos podría ser regresivo.

*Hipótesis 3:* En España la introducción de un impuesto a grupos de alimentos tendría efectos significativos logrando afectar a los hábitos alimenticios de los hogares. Este tipo de impuestos podría ser regresivo.

### **3. REVISIÓN DE LOS FAT TAX UTILIZADOS Y SUS EFECTOS**

#### **3.1. Impuestos utilizados en Europa**

Son varios los países que ya se han aventurado en la tasación de la comida no saludable. El primer país en hacerlo fue Dinamarca, un país donde apenas el 11% de la población padece obesidad. El impuesto se introdujo en el año 2011 y tenía por objetivo reducir los niveles de obesidad y problemas cardiovasculares tasando aquellos alimentos con más de un 2,3% de grasas saturadas en su composición.

Sin embargo, el impuesto fue suprimido un año después ya que trajo consigo una serie de efectos indeseados. Buscando actuar sobre los alimentos considerados “comida basura”, elevó el precio de los quesos o productos de pastelería. Las críticas procedían de los pequeños comercios, como los pasteleros, que aludían que el impuesto los dejaba en inferioridad de condiciones a la hora de competir con los supermercados, ya que estos podían diluir el efecto de los impuestos a través del resto de bienes.

También Hungría introdujo un impuesto ese año, que afectaba a comidas con demasiada sal, grasa y azúcar. Esto se tradujo en un impuesto de 0.037€ para dichos productos, además de un aumento del precio de refrescos y alcohol. Con este impuesto se pretendía recaudar 70 millones de euros que se destinarían a gasto en sanidad.

Finlandia cuenta con un impuesto similar, donde se paga 9 céntimos adicionales por los chocolates y las bebidas con gas. Francia impuso en 2012 un impuesto a las bebidas con azúcar que aumentaba el precio en 94 céntimos. Otros países como Italia e Irlanda anunciaron estar considerando la introducción de estos impuestos, sin embargo ninguno de los dos ha iniciado el proceso.

Recientemente, hemos conocido la intención del gobierno de Inglaterra de introducir un impuesto a las bebidas azucaradas. Esta medida afectará a bebidas como Coca-Cola o Pepsi, ya que grava aquellas bebidas con más de 5 gramos de azúcar en 100 mililitros y más fuertemente a aquellas con más de 8 gramos de azúcar en 100 mililitros. Desde el gobierno sugieren que el impuesto supondría 0.18 libras por litro (en el caso de las que tengan más de 5 gramos) y 0.24 libras (en el caso de las que tengan más de 8 gramos).

#### **3.2. Impuestos en el mundo**

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos estableció que aproximadamente el 34% de la población de Estados Unidos era obesa en 2012.

Son numerosos los estados que han introducido impuestos para atajar la obesidad.

California fue el primer Estado en tomar la determinación de introducir un fat tax, gravando queso, mantequilla, pizza o bebidas gaseosas por tener más de 2.3% de grasas saturadas.

No obstante, esto no es asunto únicamente de los estados. Michael Bloomberg, Alcalde de Nueva York, ha manifestado a lo largo de todo su mandato su interés por las políticas en materia de sanidad, siendo numerosas sus intervenciones:

En 2002 prohibió fumar en bares y restaurantes de la ciudad; en 2005 Nueva York se convirtió en la primera ciudad en obligar a restaurantes y otros vendedores de comida a utilizar grasas “trans”, en 2008 se convirtió en la primera ciudad en obligar a restaurantes a incluir las calorías de los platos en los menús; y en 2010 Bloomberg inició su proceso para introducir impuestos a las bebidas gaseosas, aunque sin éxito.

En 2013, México introdujo un fat tax para combatir la obesidad, pues este es un problema de gran envergadura. En la capital, México D.F. el 56% de la población era obesa en 2012. Desde entonces el impuesto ha tenido una gran capacidad recaudatoria, sin embargo, su efectividad no ha sido aún probada.

Dado el creciente número de países que los están utilizando, numerosos estudios han buscado conocer el efecto de estos impuestos en una economía, intentando conocer cómo reaccionarían los ciudadanos a estas políticas.

Uno de los más conocidos es artículo de Marshall (2000). Este estudio, realizado en Inglaterra, busca conocer los potenciales efectos de medidas fiscales en la dieta y en el desarrollo de la cardiopatía isquémica (esta incluye el infarto agudo de miocardio y la angina de pecho).

El objetivo es reducir el coste que tiene para la sociedad y el sistema sanitario esta enfermedad, a través de un impuesto.

Se estiman las elasticidades precio de leche entera, mantequilla y queso por tratarse de grasas saturadas. Los valores deducidos por el autor son -1.0 para la leche entera, -0.7 para

la mantequilla y -0.5 para el queso. Se concluye que la introducción del impuesto podría reducir efectivamente el número de muertes por cardiopatía isquémica.

Más adelante intentaremos replicar este estudio para la economía española.

French et al. (1997) realizan un estudio enfocado hacia la obesidad en los jóvenes llevado a cabo en 12 colegios en Minneapolis. En este caso no se trata de un impuesto, sino que la intervención consiste en alterar los precios de los productos vendidos en máquinas expendedoras. Esto les permite conocer cuánto de determinante es el precio de los snacks y bebidas con azúcar en las decisiones de consumo de los jóvenes.

En este estudio se vio que el porcentaje de ventas de snacks en aquellos colegios con la reducción de los precios del 50%, 25% y 10% aumentó, respectivamente, un 93%, un 39% y un 9%.

Este trabajo, a pesar de no tener demasiada validez externa (no podemos extrapolar al resto de la población de Estados Unidos, no podemos extrapolar a jóvenes de otros países y tampoco podemos extrapolar a otros grupos alimentos), sugiere que la distorsión de precios de los alimentos no saludables es efectiva en la reducción de su consumo, especialmente cuando se trata de alimentos que no son de primera necesidad. Esto sugiere que una posible intervención para atajar la obesidad en jóvenes y niños, es dificultar el acceso a este tipo de alimentos, por ejemplo eliminando máquinas expendedoras en colegios o institutos.

Allais et al. (2008) probaron en Francia cómo un fat tax tendría un efecto pequeño en los patrones de comportamiento de las familias y poco efecto en el corto plazo en la reducción del peso, aunque sí tendría mucho poder recaudatorio.

Calculando las elasticidades de un conjunto de alimentos, los autores encuentran que mantequilla, queso y productos a base de azúcar deberían ser tasados ya que se lograrían los mayores efectos en la ingesta de energía de las familias. Los autores argumentan: “demostramos que las elasticidades precio y las elasticidades nutriente resultantes son inelásticas, y concluimos que una política de fat tax no es adecuada para afectar significativamente a la ingesta de nutrientes en los hogares franceses y conduce a efectos ambiguos”.

## **4. PROPUESTAS DE FAT TAX PARA SU APLICACIÓN EN ESPAÑA Y SIMULACIÓN**

### **4.1. Material y métodos**

Para la realización de este estudio se utilizan dos bases de datos: la Encuesta de Presupuestos Familiares de 2014 y la Base de Datos Española de Composición de Alimentos.

La Encuesta de Presupuestas Familiares de 2014 suministra información anual sobre la naturaleza y destino de los gastos de consumo, así como sobre diversas características relativas a las condiciones de vida de los hogares. Elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, la encuesta se realiza con aproximadamente 24.000 familias de las que se recoge información durante un año. Esta encuesta proporciona para cada familia la cantidad adquirida de una serie de grupos de alimentos (carnes, verduras...) así como el gasto monetario que realiza la familia en cada uno de ellos. Los bienes son clasificados en grupos, subgrupos, clases y subclases según la clasificación internacional de consumo COICOP (Classification Of Individual Consumption by Purpose). Para nuestro estudio nos centraremos en el grupo 01: Alimentos y bebidas no alcohólicas.

La Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA) es elaborada por la RED BEDCA, esta está integrada por Centros de investigación públicos, Administración e Instituciones privadas cuyo objetivo es el desarrollo y mantenimiento de la Base de Datos Española de Composición de Alimentos. Se ha constituido con una Ayuda para Acciones Complementarias del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) y con la financiación y coordinación de la AESAN del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Esta base de datos proporciona información sobre la composición de todos los alimentos. A partir de ella, agregamos los nutrientes por grupos según la clasificación COICOP y agregando estos grupos obtendremos el consumo total de nutrientes que realiza una familia en un año.

Con estas dos bases de datos, se calcula el consumo de colesterol, sodio y ácidos grasos saturados de cada familia.

Por otra parte, el estudio realiza una simulación de la introducción de un impuesto a nivel nacional a tres productos, de nuevo utilizando los datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares de 2014. Para llevar a cabo la simulación, se estima la elasticidad precio de dichos bienes a través del modelo de regresiones aparentemente no relacionadas o SUR

(por sus siglas en inglés) para las siete ecuaciones de demanda consideradas. Esta encuesta nos permite conocer las decisiones de consumo y el reparto entre las distintas opciones de consumo que realizan los hogares en un año. Nos proporciona el gasto en cada grupo de alimentos y los precios, además de variables socioeconómicas.

## **4.2. Impuesto a los nutrientes**

### *4.2.1. Planteamiento*

Existen una serie de nutrientes que tradicionalmente han estado vinculados a la obesidad, como son el sodio, el colesterol o las grasas saturadas. Ante esto, podríamos pensar como una alternativa introducir un impuesto a nutrientes como estos.

Un impuesto a los nutrientes elevaría el precio de determinados alimentos con respecto a otros, así cabría esperar que volviera más atractivos a aquellos alimentos más saludables frente a aquellos con mayor cantidad de estos nutrientes.

Debemos tener en cuenta, sin embargo, que la implementación de un impuesto de este tipo no es sencilla. Si buscamos introducir un impuesto por ejemplo, a la grasa, hay que ser cautelosos con su diseño, ya que la grasa en sí misma no es mala para la salud, pero sí lo es su consumo en exceso. Esto es, no buscamos eliminar estos nutrientes de la dieta de las familias, sino lograr que estas los consuman en cantidades moderadas.

Siguiendo a Leicester y Windmeijer (2004), consideramos la introducción de un impuesto a tres nutrientes: el sodio, el colesterol y los ácidos grasos saturados. Pero, ¿por qué elegimos tasar estos nutrientes y no otros?

La grasa es el nutriente asociado naturalmente con la obesidad, y es que este es el que más energía aporta al organismo. Nuestro cuerpo obtiene 9 kilocalorías por cada gramo de grasa ingerido (los carbohidratos aportan 4 kilocalorías por gramo) y, de ellas el 97% son asimiladas por nuestro cuerpo: la grasa es imprescindible para el buen funcionamiento celular. Podemos distinguir varios tipos de grasas, pero podemos clasificarlas principalmente en dos grupos: saturadas e insaturadas.

Las grasas saturadas son las que se encuentran, principalmente, en alimentos de origen animal. Son las grasas consideradas como malas, el cuerpo no es capaz de transformarlas y se van acumulando, dando lugar a problemas como la obstrucción de las arterias. Las grasas insaturadas (consideradas saludables) se dividen en varios grupos: las monoinsaturadas

presentes, por ejemplo, en el aceite de oliva y las poliinsaturadas, presentes en alimentos como el salmón o las nueces.

El sodio ha sido tradicionalmente vinculado a la obesidad. En un estudio realizado con jóvenes de 14 a 18 años de Estados Unidos, Zhu et al. (2014) probaron que los jóvenes del estudio que están en el tercio superior de la ingesta de sodio pesan aproximadamente 1.8 kg más, en promedio. Estos jóvenes también tuvieron mayor índice de grasa corporal.

El colesterol es un lípido producido en el hígado es imprescindible para el correcto funcionamiento del organismo. El colesterol se deriva de varias fuentes de alimentación y su exceso de consumo puede dar lugar a placas que llegan a obstruir las arterias. La yema de huevo, los productos de charcutería o la casquería son alimentos con mucho aporte de colesterol.

En base a esto, podríamos diseñar un impuesto que penalizara el consumo de estos productos. Sin embargo, como veremos, este diseño tiene numerosos inconvenientes.

#### *4.2.2. Distribución de nutrientes según la renta*

Para conocer el impacto de un impuesto a los nutrientes lo primero que debemos hacer es conocer cómo se distribuye su consumo a lo largo de los niveles de renta. Así, veremos si el consumo de estos nutrientes varía según la renta, y esto nos permitirá analizar la regresividad del impuesto.

Para ello, calculamos cuál es el consumo de sodio, colesterol y ácidos grasos saturados para cada familia a partir del aporte que tienen cada uno de los grupos de alimentos que consumen. El aporte de nutrientes de cada uno de los grupos se estima calculando el promedio de cada uno de los alimentos que integran el grupo, sabiendo que los valores calculados para cada grupo pueden no ser exactos. Una vez los obtengamos, construimos el consumo medio en cada uno de los nutrientes para cada decila de renta. Con ello, podremos ver cómo se distribuye el consumo de los nutrientes en las familias en función de la renta (Ver ANEXO: Figura 10: clasificación de nutrientes por grupo COICOP).



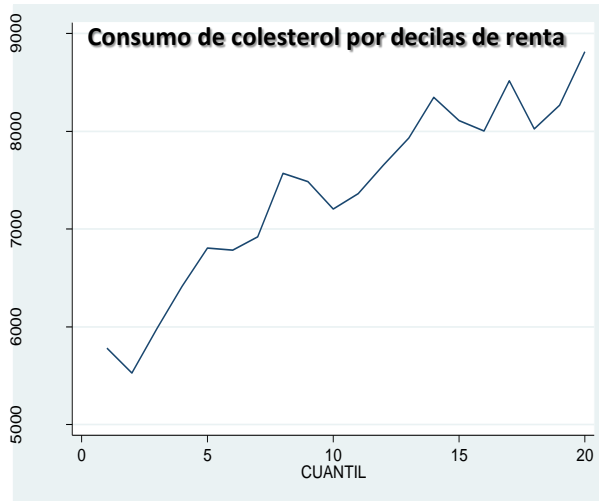


Figura 4: distribución del consumo de colesterol según las decilas de renta

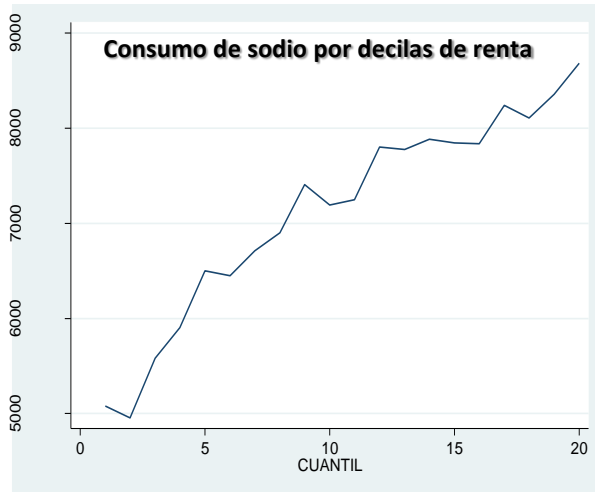


Figura 5: distribución del consumo de sodio según las decilas de renta

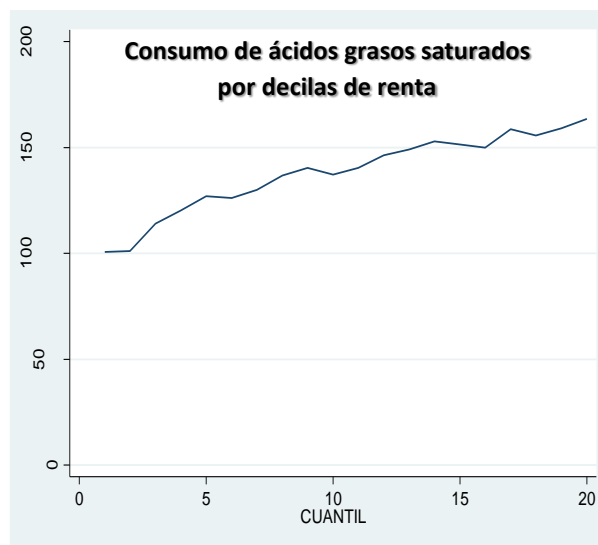


Figura 6: distribución del consumo de ácidos grasos saturados según las decilas de renta

Como se puede apreciar en los gráficos, la distribución de consumo no es uniforme en la renta, las rentas altas consumen, en media, más colesterol, sodio y ácidos grasos saturados que las rentas más bajas.

Podemos ver que en España existe una correlación entre la riqueza de los hogares y consumo de los nutrientes analizados, concretamente la correlación entre los ingresos mensuales netos de la familia y el consumo de ácidos grasos saturados es de 0.7958.

Parece razonable esta tendencia. Podría deberse a que en el año en el que se lleva a cabo la encuesta, España estaba en crisis económica, esto llevaría a que los hogares más pobres gastaran menos en alimentación que los ricos, lo que llevaría a una menor ingesta de estos nutrientes.

A la vista de estos resultados, podríamos considerar introducir un impuesto a cualquiera de estos nutrientes. Dado que son los hogares de mayor renta los que los consumen en mayor medida, podríamos diseñar un impuesto progresivo.

Una de las críticas que se hace a estos impuestos es su regresividad, pero si pudiéramos tasar los nutrientes en sí mismos (y no los alimentos) lograríamos que los ricos pagasen relativamente más. No obstante, dado que únicamente podemos tasar alimentos, deberíamos decidir con especial cuidado cuáles tasar, ya que si introdujésemos, por ejemplo, un impuesto a las bebidas gaseosas por su contribución al desarrollo de la obesidad, podríamos estar introduciendo un impuesto regresivo. Esto se debe a que el consumo de refrescos no está correlacionado con el ingreso de la familia (la correlación es de 0.0222), es decir, el consumo de estas bebidas no varía según la renta y los pobres deberían destinar mayor proporción de su renta al pago del impuesto.

### **4.3. Simulación de impuesto a productos lácteos**

#### *4.3.1. Planteamiento*

Como hemos visto, la implementación de un impuesto a los nutrientes presenta muchas dificultades. Cabría pensar como una alternativa de intervención, la imposición de un impuesto no a unos nutrientes, sino a unos alimentos o grupos de alimentos concretos.

Siguiendo a Marshall (2000), nos centraremos, por su alto contenido en grasa, en la tasación de tres productos lácteos: la leche entera, la mantequilla y los quesos y requesón. Cabe

destacar, que estos alimentos tienen sustitutivos que tienen el mismo aporte de energía que los primeros pero en grasas monoinsaturadas, poliinsaturadas y carbohidratos.

Actualmente no existe ningún impuesto de este tipo en España y los alimentos en el 2016 están tasados con el IVA reducido del 10%. Podríamos considerar una diferenciación entre productos a la hora de incluir un impuesto. Algo parecido ocurre en Francia, allí dulces, chocolates, grasas vegetales (margarina) y productos a base de chocolate están gravados al 20%, mientras que el resto de alimentos están gravados al 10 o al 5.5%.

Dado que en España, todavía no se ha introducido un impuesto a alimentos concretos considerados no saludables (cosa que sí se ha hecho con otros productos como el tabaco o el alcohol), realizamos una simulación de la introducción de un impuesto de este tipo.

Para conocer el efecto de un impuesto sobre la demanda de un grupo de alimentos miramos su elasticidad, y para estimarla utilizamos un sistema de demanda.

#### 4.3.2. *Introducción del modelo*

Al estimar sistemas de demanda, asumimos que la demanda de un consumidor de un bien depende de los precios de todos los bienes de la economía, al igual que de los ingresos. Así, estamos considerando que las demandas de los bienes de la economía están relacionadas.

Existen varios modelos de sistemas de demanda y gracias a la disponibilidad de datos, la literatura es muy extensa. Cabe destacar tres sistemas como los más utilizados: el Sistema Lineal de Gasto o LES (*Linear Expenditure System*), el modelo de Rotterdam y el AIDS o Sistema Casi Ideal de Demanda (*Almost Ideal Demand System*). En este trabajo utilizaremos el modelo AIDS.

El modelo AIDS desarrollado por Deaton y Muellbauer (1980), es un modelo muy flexible y que cumple con muchas de las propiedades deseadas en un sistema de demanda.

En este modelo se parte de una función de utilidad clásica, una función que los individuos buscan maximizar, sujeta a una restricción presupuestaria. De la función de utilidad se deriva una ecuación de demanda, esta ecuación será una para cada bien que consideremos. En nuestro caso tendremos tantas funciones de demanda como productos lácteos y, agrupando todas las ecuaciones de demanda construiremos nuestro sistema de demanda.

No pretendemos estimar un sistema completo de demanda incluyendo todos los bienes que puede demandar una familia (esto dificultaría mucho el análisis), sino centrarnos en un grupo de alimentos, más concretamente, los productos lácteos.

En este punto es necesario asumir el supuesto de separabilidad de la función de utilidad (Deaton y Muellbauer (1980)). Así, un subconjunto es separable cuando el orden de preferencias de los bienes que en él se encuentran, se puede establecer al margen de lo que se haya consumido del resto de bienes, que no resultan de interés. Bajo este supuesto, el Sistema AIDS nos permite estimar estos sistemas incompletos, en este caso, nuestro sistema de demanda de productos lácteos.

Sin este supuesto, la función de utilidad incluye todos los bienes de la economía y por tanto, el sistema de demanda debería incluir tantas ecuaciones como bienes. Las familias, en muchos casos, no consumen cantidades positivas de todos los bienes y esto dificulta la estimación de los sistemas de demanda tradicionales.

Bajo este supuesto, el proceso de asignación del presupuesto que hacen las familias tendría dos etapas: en la primera etapa la familia asigna el presupuesto entre grupos agregados de bienes (carnes, frutas, lácteos...) y en la segunda etapa asigna el gasto destinado a cada uno de los bienes de los grupos.

#### 4.3.3. Modelo teórico

Siguiendo a Deaton y Muellbauer planteamos el siguiente modelo para  $i$  ( $i=1, 2, \dots, n-1$ ) ecuaciones de demanda:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln(p_j) + \beta_i \ln\left(\frac{Y}{p^*}\right) \quad (1)$$

Donde  $w_i$  es la proporción del gasto de una familia destinada a un determinado alimento ;  $p_j$  es el precio de los bienes en el grupo;  $Y$  se calcula como el gasto en el total de bienes considerados (en este caso en productos lácteos) y  $\alpha_i, \gamma_{ij}, \beta_i$  son los parámetros a estimar. Además,

$$\ln(p^*) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln(p_j) \ln(p_i) \quad (2)$$

$$w_i = \frac{p_i q_i}{\sum_i p_i q_i}$$

Como se puede apreciar, la demanda aquí descrita no es lineal. Deaton y Muellbauer (1980) sugieren la sustitución de (2) por el índice de precios de Stone ( $p^s$ ), definido como sigue:

$$\ln(p^s) = \sum_i w_i \ln(p_j) \quad (3)$$

Si introducimos este índice en la ecuación (1) tendremos una ecuación de demanda especificada como sigue:

$$w_i = \alpha_i + \sum_i \gamma_{ij} \ln(p_j) + \beta_i \ln\left(\frac{Y}{p^s}\right) \quad (4)$$

Esta transformación del modelo se denomina LA-AIDS o aproximación lineal del sistema casi ideal de demanda.

Así, tenemos el siguiente sistema de ecuaciones.

$$w_1 = \alpha_1 + \gamma_{11} \ln(p_1) + \gamma_{12} \ln(p_2) + \dots + \gamma_{1n} \ln(p_n) + \beta_1 \ln\left(\frac{Y}{p^s}\right)$$

$$w_2 = \alpha_2 + \gamma_{21} \ln(p_1) + \gamma_{22} \ln(p_2) + \dots + \gamma_{2n} \ln(p_n) + \beta_2 \ln\left(\frac{Y}{p^s}\right)$$

...

$$w_n = \alpha_n + \gamma_{n1} \ln(p_1) + \gamma_{n2} \ln(p_2) + \dots + \gamma_{nn} \ln(p_n) + \beta_n \ln\left(\frac{Y}{p^s}\right)$$

Añadimos un término de error a cada ecuación cuando realizamos la estimación.  $\varepsilon_i = [\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n]$  se asume con una distribución normal multivariante, siendo la matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma$ . La condición de agregación establece que  $\Sigma$  es singular, por tanto en la estimación debemos dejar fuera una de las ecuaciones.

#### 4.3.4. Restricciones del modelo

Al tratarse de un sistema de demanda el modelo está sujeto a una serie de restricciones en los parámetros:

1. Homogeneidad de grado cero:

El cumplimiento de esta restricción garantiza la consistencia de la teoría de utilidad. Así, si los precios y el gasto se multiplican por una cantidad, la cantidad demandada no varía. Esto es,

$$\gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13} + \dots + \gamma_{1n} = 0$$

$$\gamma_{21} + \gamma_{22} + \gamma_{23} + \dots + \gamma_{2n} = 0$$

$$\gamma_{31} + \gamma_{32} + \gamma_{33} + \dots + \gamma_{3n} = 0$$

...

$$\gamma_{n1} + \gamma_{n2} + \gamma_{n3} + \dots + \gamma_{nn} = 0$$

2. Condición de agregación:

Esto implica que la función de demanda está restringida por una condición presupuestaria. Como hemos visto antes estamos estimando un sistema de ecuaciones singular, la condición de agregación queda satisfecha en este modelo ya que:

$$\sum_i w_i = 1$$

Por tanto,

$$\sum_i \alpha_i = 1, \sum_i \gamma_{ij} = 1, \sum_i \beta_i = 0$$

3. Condición de Simetría:

Consideramos los efectos sustitución que tiene el efecto sobre la cantidad demandada (cuando la renta permanece constante) son simétricos. Se cumplirá si:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

4. Efecto sustitución negativo:

Esta condición implica que si se produce un cambio en el precio, entonces se debe producir una variación de la cantidad demandada del signo contrario. Esta restricción se puede contrastar mirando si las elasticidades precio son negativas una vez se hayan estimado.

#### 4.3.5. Elasticidades en el modelo

La elasticidad precio nos indica cómo varía la demanda de un producto cuando su precio se incrementa un 1%. Sin duda es un elemento clave para conocer el impacto de un impuesto. En nuestro análisis buscamos ver el efecto que tendría la introducción de un impuesto a un determinado grupo de alimentos, en este caso algunos productos lácteos. Queremos ver

cómo aumentar el precio de por ejemplo, la mantequilla, va a afectar a la cantidad demandada de mantequilla.

Siguiendo a Deaton y Muellbauer (1980) derivamos la elasticidad Marshalliana o del propio precio:

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{w_i} - \beta_i - 1$$

#### 4.3.6. El modelo SUR

El modelo SUR “Seemingly Unrelated Regressions” se utiliza generalmente para la estimación de sistemas de ecuaciones. En nuestro caso nos encontramos ante un sistema de ecuaciones, donde cada ecuación es la función de demanda de un grupo de alimentos de los especificados en la Encuesta de Presupuestos Familiares de 2014.

Se utiliza, generalmente cuando los errores de las ecuaciones están correlacionados, y tal es nuestro caso. Si consideramos la demanda de dos alimentos por ejemplo, leche y mantequilla, podemos ver que las decisiones de consumo de un individuo sobre consumo leche y consumo de mantequilla están correlacionadas entre sí, pero las decisiones de este individuo no están correlacionadas con las decisiones sobre leche y mantequilla de otro individuo.

Este modelo es un sistema de ecuaciones lineales con errores que están correlacionados para un individuo pero están incorrelados entre individuos.

Aunque la estimación por OLS de cada ecuación nos da estimadores consistentes, GLS es el estimador óptimo para estos sistemas de ecuaciones. La estimación ambos métodos será igual cuando: los errores no estén correlacionados entre las ecuaciones o cuando todas las ecuaciones del sistema tengan los mismos regresores.

La estimación del sistema se lleva a cabo a través de dos etapas. En la primera etapa se estima cada ecuación por OLS y se guardan los residuos de la estimación de todas las ecuaciones, con ellos se calcula la matriz de varianzas y covarianzas. En la segunda etapa corregimos el estimador GLS por la correlación entre las ecuaciones.

#### 4.3.7. Estimación

Para la estimación de los parámetros de nuestro sistema de demanda tomamos los datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) de 2014. Los productos sobre los que nos interesaría introducir un “fat tax” son tres: la leche entera, la mantequilla y el queso y requesón.

Nuestras variables dependientes en este sistema son las proporciones de gasto en cada uno de estos bienes sobre el total de gastos en productos lácteos. Como variables independientes tomamos los precios de todos los bienes del sistema, así como otras variables demográficas y de la familia. Así, una ecuación de demanda queda especificada como:

$$w_i = \beta_0 + \beta_1 \ln pr1141 + \beta_2 \ln pr1142 + \beta_3 \ln pr1143 + \beta_4 \ln pr1144 + \beta_5 \ln pr1151 + \beta_6 \ln pr1146 + \beta_7 \ln pr1151 + \beta_8 \left( \frac{Y}{p^s} \right) + \beta_9 TAMAMU + \beta_{10} TAMAÑO + \beta_{11} IMPEXAC + \beta_{12} PAISNACIM + \beta_{13} ESTUDRED + \varepsilon_i$$

#### 4.3.8. Resultados

A continuación se presentan las elasticidades obtenidas por SUR (Ver ANEXO: Figura 10: Estimación por SUR del sistema de ecuaciones de productos lácteos):

	Leche entera	Queso y requesón	Mantequilla
Elasticidad precio	-1,0629	-1,0197	-0,8922

Una vez hemos derivado las elasticidades precio de la demanda de estos tres bienes podemos considerar la introducción de un impuesto. Existen varios tipos de impuestos, sin embargo en este caso consideramos una subida porcentual del precio de estos bienes. Cabe destacar que estos resultados son semejantes a los encontrados por Marshall (2000).

En función de la importancia en la dieta, podríamos considerar los siguientes impuestos: una subida de un 1% del precio de la leche, una subida del 4% del precio de la leche y una subida del 7% del precio de la mantequilla.

Como se tratan de elasticidades prácticamente unitarias, si aumentamos el precio de la leche un 1% la cantidad demandada caería un 1%. Si aumentamos el precio del requesón y el queso un 4% la cantidad demandada disminuiría un 5,0985%. Finalmente, si aumentamos



el precio de la mantequilla (este es nuestro alimento con demanda más inelástica) su demanda caería un 6,2454%.

Podemos apreciar que harían falta grandes subidas de los tipos impositivos para que se produjera una disminución sustancial en la cantidad consumida. Estos alimentos son básicos en las dietas de las familias, es por esto que su demanda apenas varía ante cambios en su precio.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Centrándonos en España, hemos realizado un estudio para explorar la posibilidad de aplicación de esta herramienta a disposición de los gobiernos, los fat taxes.

Con este trabajo se pretende conocer las decisiones de consumo de los hogares españoles. Así, utilizando una muestra representativa de 24000 familias, vemos que son los hogares ricos los que consumen más colesterol, sodio y ácidos grasos saturados.

Estos resultados difieren de los encontrados por Leicester y Windmeijer (2004). Estos autores realizan el mismo estudio con datos de Inglaterra y encuentran que el consumo de estos nutrientes no varía en función de la renta. Los resultados pueden ser diferentes por varios motivos, el año en el que se toman los datos en ambos casos no es el mismo (hay una diferencia de 14 años) y tampoco lo son los hábitos alimenticios en ambos países.

A la vista de sus resultados, estos autores concluyen que un impuesto que gravase los nutrientes sería inevitablemente regresivo, ya que si los hogares ricos y los hogares pobres consumen la misma cantidad, los pobres pagarán una proporción mayor de su renta en impuestos que los ricos.

En nuestro caso, no podemos derivar las mismas conclusiones de nuestro análisis. En España podríamos llegar a diseñar un impuesto que no solo no sería regresivo, sino que podría ser incluso progresivo.

En este punto, cabe destacar que aunque la equidad es una característica deseada en cualquier impuesto, el objetivo natural de un fat tax no es la equidad sino el impacto en la prevalencia de un grupo de enfermedades derivadas de la alimentación. Así pues, aunque sería deseable realizar un análisis coste beneficio más detallado, la equidad y efectividad del impuesto podrían estar anunciando la conveniencia de la introducción del impuesto.

Un posible efecto del impuesto a tener en cuenta, es que los individuos con menos recursos podrían inclinarse a consumir alimentos con mayor cantidad de grasa ya que su aporte energético es mayor. Por tanto, un impuesto a la grasa estaría afectando más a estos individuos. No obstante, este efecto no tiene por qué ocurrir en la realidad.

Por otra parte, hay productos que a pesar de su alto contenido en grasa, son indispensables para el consumo de una familia. Por ejemplo, unos padres podrían inclinarse por la leche entera frente a la desnatada cuando están criando a sus hijos, ya que en los primeros años de vida el principal alimento consumido por los niños es la leche.

Como se ha mencionado anteriormente, no es posible gravar los nutrientes en sí mismos, por tanto decidimos simular la introducción de un impuesto a un grupo de alimentos ricos en estos nutrientes. Aunque, como hemos visto un impuesto a los alimentos podría ser regresivo (no existen diferencias en el consumo de alimentos entre niveles de renta), consideramos una introducción de un impuesto a tres productos lácteos por su alto contenido en materia grasa.

Con este objetivo, se ha estimado la ecuación de demanda de los 7 grupos de productos lácteos con el objetivo de conocer la elasticidad precio de tres de ellos: la leche entera, la mantequilla y el queso y requesón. Se han obtenido elasticidades cercanas a la unitaria para los tres bienes. La estimación se ha llevado a cabo con el modelo de estimación SUR, partiendo de que los precios son exógenos para las familias en un momento concreto de tiempo (en este caso en el año 2014).

No obstante, estos precios utilizados en el modelo suponen un problema de endogeneidad en el modelo (dando lugar a estimaciones inconsistentes por SUR), se plantea una estimación individualizada a través de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas.

Tal y como se presenta a continuación, con la base de datos de la que se dispone (únicamente proporciona información relativa a las familias), existe una importante limitación dado que las variables de las que se dispone no son suficientes para instrumentar correctamente los siete precios que consideramos endógenos en el modelo. No obstante se procede a la estimación individualizada de cada una de las ecuaciones de demanda.

Los precios son instrumentados como sigue:

$$\begin{aligned} \ln pr_i = & \gamma_0 + \gamma_1 TAMAÑO_i + \gamma_2 IMPEXAC_i + \gamma_3 EDADSP_i + \gamma_4 PR1_i + \gamma_5 PR2_i \\ & + \gamma_6 PR3_i + \gamma_7 PR4_i + \dots + \gamma_{20} PR17_i + \gamma_{21} PR18_i + \epsilon_i \end{aligned}$$

Siendo,  $\ln pr$  el logaritmo neperiano del precio de la ecuación, TAMANO indica el número de personas que constituyen la unidad familiar, IMPEXAC es el importe de los ingresos netos del hogar, EDADSP indica la edad del sustentador principal de la familia y PR son variables dummy para cada provincia española (no se tiene en cuenta que la distancia entre unas provincias y otras es la misma).

Todas las variables resultan significativas y por tanto las consideramos instrumentos válidos para los precios de los productos. Una vez estimados los precios, se calcula la segunda etapa del estimador. A continuación, presenta las estimaciones realizadas.

Instrumental variables (2SLS) regression				Number of obs = 80		
				Wald chi2(15) = 10.60		
				Prob > chi2 = 0.7806		
				R-squared = .		
				Root MSE = .20274		

w1141	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lnpr1141	-.0494177	.2620638	-0.19	0.850	-.5630533 .4642178
lnpr1145	.0502396	.1326382	0.38	0.705	-.2097264 .3102056
lnpr1151	.3934669	.2569097	1.53	0.126	-.1100669 .8970007
lnpr1142	.1342474	.3331978	0.40	0.687	-.5188082 .787303
lnpr1143	-.0841762	.145186	-0.58	0.562	-.3687356 .2003831
lnpr1144	-.0887568	.3050343	-0.29	0.771	-.6866131 .5090994
lnpr1146	.1680344	.1372675	1.22	0.221	-.1010049 .4370738
lnYps	.0723526	.0384424	1.88	0.060	-.0029931 .1476983
TAMAMU	-.0061245	.0179101	-0.34	0.732	-.0412276 .0289786
NNINOSD	.0076233	.0259189	0.29	0.769	-.0431768 .0584234
SEXOSP	.0826667	.0834245	0.99	0.322	-.0808423 .2461756
PAISNACODSP	-.0123953	.0728569	-0.17	0.865	-.1551923 .1304017
ESTUDREDSP	-.0104375	.0324286	-0.32	0.748	-.0739963 .0531214
OCUSP	.3201529	.1620822	1.98	0.048	.0024776 .6378283
JORNADASP	-.2787702	.1726352	-1.61	0.106	-.617129 .0595886
_cons	-1.185988	.6651236	-1.78	0.075	-2.489606 .1176304

Instrumented:	lnpr1141 lnpr1145 lnpr1151 lnpr1142 lnpr1143 lnpr1144 lnpr1146
Instruments:	lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP JORNADASP TAMANO IMPEXAC EDADSP PR1 PR3 PR4 PR5 PR6 PR7 PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15

Figura 7: estimación por MC2E de la ecuación de la leche

Como se puede observar, los resultados de MC2E no pueden ser interpretados causalmente. La limitación de la base de datos impide la implementación correcta del modelo. Valores altos del p-valor nos impiden rechazar la hipótesis de que las variables tienen un efecto nulo sobre la variable dependiente.

Ante este problema, decidimos reducir nuestro sistema de ecuaciones a aquellos bienes de los que queremos conocer la elasticidad: leche entera, queso y requesón y mantequilla. Pasamos de tener 7, a tener 3 ecuaciones.

Estamos extendiendo el supuesto de separabilidad, consideramos que los precios de los cuatro productos lácteos son exógenos en la estimación de las tres ecuaciones de demanda. Como hasta ahora, los precios de los tres bienes en cuestión se incluirían en las tres ecuaciones de demanda consideradas.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas para la ecuación de demanda de la leche entera. Como se puede apreciar los resultados mejoran con respecto de la estimación con siete ecuaciones. Obtenemos, para algunas variables, p-valores suficientemente pequeños para rechazar que ninguna variable tenga efecto significativo sobre la cantidad consumida (algunas variables continúan sin tener efecto significativo sobre la explicada).

Así, es posible instrumentar las variables endógenas y esto arroja resultados que aunque son distintos a la estimación por SUR, son razonables. Se estiman las tres ecuaciones de demanda (Ver ANEXO: Figura 11: estimación de la ecuación de demanda de queso y requesón por MC2E, Figura 12: estimación de la ecuación de demanda de queso y requesón por MC2E).

Instrumental variables (2SLS) regression				Number of obs = 1268		
				Wald chi2(11) = 174.59		
				Prob > chi2 = 0.0000		
				R-squared = .		
				Root MSE = .17346		

wl141	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnpr1141	-.2567625	.0950206	-2.70	0.007	-.4429995	-.0705256
lnpr1145	-.0521799	.0794626	-0.66	0.511	-.2079237	.103564
lnpr1151	.0153533	.0623939	0.25	0.806	-.1069364	.137643
lnYps	.0483405	.0066966	7.22	0.000	.0352153	.0614656
TAMAMU	.0001928	.0033578	0.06	0.954	-.0063884	.006774
NNINOSD	.0088224	.005112	1.73	0.084	-.0011969	.0188418
SEXOSP	.0222138	.0113543	1.96	0.050	-.0000402	.0444677
PAISNACODSP	-.0313873	.0152825	-2.05	0.040	-.0613405	-.0014341
ESTUDREDSP	-.007923	.0052407	-1.51	0.131	-.0181946	.0023486
OCUSP	.0062644	.0253993	0.25	0.805	-.0435173	.0560461
JORNADASP	-.0224044	.0250664	-0.89	0.371	-.0715337	.0267249
_cons	-.0552573	.1657244	-0.33	0.739	-.3800711	.2695565

Instrumented:	lnpr1141 lnpr1145 lnpr1151
Instruments:	lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP JORNADASP TAMAÑO IMPEXAC EDADSP PR1 PR2 PR3 PR4 PR5 PR6 PR7 PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15 PR16 PR18

**Figura 8: Segunda estimación de la ecuación de la leche por MC2E**

Se presenta la estimación de la ecuación de demanda de la leche entera. El propio precio de la leche tiene un efecto negativo sobre la cantidad consumida de leche, mientras que la variable indicativa de la renta tiene efecto positivo sobre ella. También se aprecia como el hecho de que el principal sustentador sea hombre aumenta la cantidad consumida de leche

entera. Como cabría esperar, un mayor número de niños en el hogar aumenta el consumo de leche entera.

Así, sabiendo que la instrumentación de las variables endógenas no es la óptima debido a las limitaciones de la base de datos y que el supuesto de que el precio del resto de productos lácteos es exógeno es muy fuerte, se presentan las elasticidades estimadas para cada uno de los tres productos.

	Leche entera	Queso y requesón	Mantequilla
Elasticidad precio	-2.1327	-0.4331	-2.2599

Al igual que con la estimación por SUR, los tres alimentos presentan elasticidades precio muy pequeñas. Como se ha mencionado anteriormente, estos resultados son razonables al tratarse de alimentos de primera necesidad, que las familias continúan consumiendo aunque aumente su precio. Esto implica que la introducción de un impuesto a estos alimentos tendría un efecto limitado en la reducción de obesidad y otras enfermedades vinculadas a la alimentación.

Debemos tener en cuenta, que estas estimaciones no consideran cambios en la economía más allá del producido de manera directa del precio sobre la cantidad consumida. Es decir, este estudio no tiene en cuenta los posibles cambios en la demanda de estos alimentos que pueden producirse indirectamente tras la introducción del impuesto.

Tal sería el caso en que los productores decidieran eliminar el diferencial de precios introducido por el impuesto, subiendo el precio de los otros bienes para evitar que la demanda de los primeros se viera reducida. Por ejemplo, si decidiéramos introducir un impuesto a la leche entera, los productores de leche podrían decidir subir el precio de la leche desnatada y semidesnatada para evitar que la demanda de leche entera disminuyera.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se van a contrastar las hipótesis planteadas.

*Hipótesis 1:* Hemos comprobado cómo, efectivamente, la alimentación y el ejercicio físico son determinantes en el desarrollo de obesidad.

A través del método de estimación logit, hemos visto que la realización de ejercicio contribuye a la probabilidad de padecer obesidad. Así, el coeficiente obtenido (-0.3919)

indica que realizar ejercicio disminuye la probabilidad de ser obeso, la pendiente estimada es (0.0484), lo que indica que un nivel más de ejercicio físico disminuye la probabilidad de ser obeso, en media, en 0.0484.

Por otra parte, hemos probado que el consumo de alimentos que tradicionalmente están vinculadas con obesidad, tienen un efecto significativo sobre la probabilidad de padecer obesidad, como indican los signos de los coeficientes asociados con el consumo de dulces y de aperitivos salados.

*Hipótesis 2:* Hemos visto que un impuesto que afectara a los nutrientes en España podría ser progresivo, dado que el consumo de nutrientes considerados malos para la salud (sodio, colesterol y ácidos grasos saturados) es mayor en niveles altos de renta.

Sin embargo, aunque se trataría de un impuesto equitativo, sería difícil de implementar y deberíamos introducir un impuesto a los alimentos que tengan estos nutrientes en mayor proporción.

*Hipótesis 3:* También hemos simulado la introducción de un impuesto a alimentos con mayor contenido de estos nutrientes. En este caso consideramos un impuesto que afecta a los productos lácteos, como son la leche, la mantequilla y el queso, y hemos visto que esta tasación tendría efectos muy limitados.

Esto puede deberse a la naturaleza de los bienes, todos ellos son consumidos con mucha frecuencia por las familias lo que hace su demanda muy inelástica. Esto no implica que ningún impuesto vaya a contribuir a la reducción de la obesidad, podríamos encontrar alimentos que están considerados como no saludables y que presenten una elasticidad precio mayor.

Por otra parte, cabe destacar que la introducción de uno de estos impuesto en España podría ser regresiva, pues no se aprecia una relación entre ingresos y consumo de leche, mantequilla o queso.

## **6. CONCLUSIONES**

Hemos considerado la posibilidad de introducir un fat tax en España. Tal y como se ha mencionado anteriormente, la obesidad supone un gran coste al sistema sanitario de un país, y no solo en sí misma sino también a través del desarrollo de otras enfermedades. Es por esto que, considerando necesaria la intervención de organismos públicos, hemos considerado dos tipos de impuestos que pueden ayudar a combatirla.

Un impuesto a los nutrientes podría ser efectivo en la mejora de la pautas de alimentación y hemos visto que no sería regresivo en el caso de la economía española. No obstante, la dificultad de introducir un impuesto de este tipo nos sugiere que debemos avanzar hacia un gravamen que afecte a los alimentos en sí mismos.

Hemos estudiado el caso de un impuesto al grupo de productos lácteos. El consumo de alimentos no varía según la renta de la familia, con lo cual un impuesto de este tipo podría ser regresivo.

Se han estimado elasticidades precio pequeñas para el caso de un impuesto a la leche, queso y mantequilla en España, lo que parece pronosticar que en caso de introducir un impuesto a estos productos los efectos sobre su demanda serían limitados.

Esto no implica que ningún impuesto vaya a tener un efecto sustancial en la reducción de la obesidad, sino que debemos elegir productos que tengan mayor elasticidad precio, lo que sería síntoma de que la gente está dispuesta a reducir su consumo ante subidas de precio (este podría ser el caso de la comida basura o las bebidas gaseosas, ya que se trata de productos que tienen sustitutivos más saludables).

También, somos conscientes de que un impuesto de este tipo podría tener efectos indeseados sobre la economía española. Es por esto, que en otros países estos impuestos no se han podido llevar a cabo o en otros han sido retirados una vez introducidos.

Es por esta limitada efectividad que consideramos imprescindible que la intervención esté acompañada de otras políticas. Tal y como se ha comentado antes, en España ya se han tomado algunas medidas para combatir el avance de esta epidemia que es la obesidad, aunque sin demasiada efectividad.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

ALLAIS O., BERTAIL P., NICHÈLE V. (2008): "The Effects of a Fat Tax on French Households' Purchases: A Nutritional Approach". American Journal of Agricultural Economics Volume 92, Issue 1, Pp. 228-245.

CABASÉS, J.M., ERREA, M., OLLO, A. Y SÁNCHEZ-IRISO, E. Encuesta Nacional de Salud. España 2011/12. Calidad de vida relacionada con la salud en adultos: EQ-5D-5L. Serie Informes

monográficos nº 3. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

CHOUINARD H.H., DAVIS D.E., LAFRANCE J.T., PERLOFF J.M. (2007): “Fat Taxes: Big Money for Small Change”. *Forum For Health Economics & Policy*, 10(2):1071-1071

DEATON, A., MUELLBAUER, J. (1980): “An almost ideal demand system”. *American Economic Review*, 70, 312-336.

FRENCH S.A., JEFFERY R.W., STORY M., BREITLOW K.K., BAXTER J.S., HANNAN P., SNYDER M.P. (2001): “Pricing and promotion effects on low-fat vending snack purchases: the CHIPS Study.”. *American Journal of Public Health*, 91(1): 112–117.

GARCIA A., GIL J.M., ANGULO A.M. (1998): “Spanish food demand: a dynamic approach”. *Applied Economics*, Vol 30, pp. 1399-1405.

JACOBSON M.F., BROWNELL K.D. (2000): “Small Taxes on Soft Drinks and Snack Foods to Promote Health”. *American Journal of Public Health*, 90(6), 854-857.

JENSEN J.D., SMED S. (2013): “The Danish tax on saturated fat - Short run effects on consumption, substitution patterns and consumer prices of fats”. *Food Policy* 42: 18-31.

KELLY T., YANG W., CHEN C.S., REYNOLDS K., HE J. (2008): “Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030”. *International Journal of Obesity*, 32, 1431–1437.

LEICESTER A., WINDMEIJER F. (2004): “The 'fat tax': economic incentives to reduce obesity”. IFS Briefing Note No. 49, June 2004

MARHALL T. (2000): “Exploring a fiscal food policy: The case of diet and ischaemic heart disease”. *British Medical Journal*, 320(7230): 301–305.

MCKINSEY & COMPANY. (2014): “How the world could better fight obesity”

MOLINA J.A. (1994): “Food Demand in Spain: An Application of the Almost Ideal System”. *Journal of Agricultural Economics*, 45 (2), pp. 252-258.

MYTTON O., GRAY A., RAYNER M., RUTTER H. (2007): “Could targeted food taxes improve health?” *Journal Epidemiology & Community Health*, 61:689-694

POWELL L.M., CHALOUPKA F.J. (2009): “Food Prices and Obesity: Evidence and Policy Implications for Taxes and Subsidies” *The Milbank Quarterly*, Vol. 87, No. 1, (pp. 229–257)

SCHMIDT P. (1978): “A note on the estimation of seemingly unrelated regression systems”. *Journal of Econometrics*, Volume 7, Issue 2, Pages 259-261



TIFFIN R., ARNOULT M. (2011): “The public health impacts of a fat tax” *European Journal of Clinical Nutrition*, 65, 427–433

ZERNELL T. (1962): “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias”. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 57, No. 298 (Jun., 1962), pp. 348-368

Estrategia, N. A. O. S. (2005). *Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad*. Ministerio de Sanidad y Consumo. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Madrid. Disponible en:

<http://www.naos.aesan.mssi.gob.es/naos/ficheros/estrategia/estrategianaos.pdf>

Instituto Nacional de Estadística. (2016). *Instituto Nacional de Estadística*.

Madrid: INE. Recuperado el 20 mayo 2016 de <http://www.ine.es/>

BEDCA: Base de Datos Española de Composición de Alimentos. (2016).

Recuperado el 10 de mayo de 2016 de <http://www.bedca.net/>

ROBLEDO DE DIOS T. (2005): *Estrategia Naos. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad*

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PREVALENCIA DE LA OBESIDAD EN EL MUNDO .....	5
FIGURA 2: MUERTES POR OBESIDAD EN ESPAÑA ENTRE 1980 Y 2006 .....	6
FIGURA 3: DETERMINANTES DE LA OBESIDAD EN ESPAÑA .....	7
FIGURA 4: DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE COLESTEROL SEGÚN LAS DECILAS DE RENTA .....	17
FIGURA 5: DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE SODIO SEGÚN LAS DECILAS DE RENTA .....	17
FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS SEGÚN LAS DECILAS DE RENTA...	17
FIGURA 7: ESTIMACIÓN POR MC2E DE LA ECUACIÓN DE LA LECHE.....	27
FIGURA 8: SEGUNDA ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE LA LECHE POR MC2E.....	28
FIGURA 9: CLASIFICACIÓN DE NUTRIENTES POR GRUPO COICOP .....	38
FIGURA 10: ESTIMACIÓN POR SUR DEL SISTEMA DE ECUACIONES DE PRODUCTOS LÁCTEOS .....	39
FIGURA 11: ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE DEMANDA DE QUESO Y REQUESÓN POR MC2E .....	40
FIGURA 12: ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE DEMANDA DE QUESO Y REQUESÓN POR MC2E .....	41

## ANEXO

Estimación de nutrientes (sodio, colesterol, ácidos grasos saturados) por grupo de alimentos (siguiendo la clasificación COICOP):

NUTRIENTE	SODIO	COLESTEROL	GRASA	ÁCIDOS GRASOS SATURADOS TOTALES
	mg/kilogramo	mg/kilogramo	g/kilogramo	g/kilogramo
ARROZ (1.1.1.1)	60,0000	0,0000	9,0000	2,9000
PAN (1.1.1.2)	4387,0588	33,1579	42,5000	7,9000
OTROS PRODUCTOS DE PANADERÍA (1.1.1.3)	4004,9286	700,7643	383,6564	7,9400
PASTAS ALIMENTICIAS (1.1.1.4)	90,0250	75,0000	25,3173	5,3000
PRODUCTOS DE PASTELERÍA Y MASAS COCINADAS (1.1.1.5)	4406,0000	190,0000	252,5000	59,8530
SANDWICH (1.1.1.6)	5367,9000	0,0000	40,8000	13,4000
OTROS PRODUCTOS ELABORADOS CON CEREALES, NO RECOGIDOS ANTERIORMENTE (1.1.1.7)	3245,5467	0,2000	27,5467	42,0280
CARNE DE BOVINO FRESCA, REFRIGERADA O CONGELADA (1.1.2.1)	1232,7273	735,9091	91,7821	37,2613
CARNE DE PORCINO FRESCA, REFRIGERADA O	2994,4444	721,1111	173,7462	66,1680

CONGELADA (1.1.2.2)				
CARNE DE OVINO Y CAPRINO FRESCA, REFRIGERADA O CONGELADA (1.1.2.3)	712,5000	742,5000	175,9718	82,5750
CARNE DE AVE FRESCA, REFRIGERADA O CONGELADA (1.1.2.4)	2588,2792	743,0375	68,2528	18,3530
CHARCUTERÍA Y CARNE SECA, SALADA O AHUMADA (1.1.2.5)	11284,8615	754,1192	277,4231	120,8550
CARNES PREPARADAS Y OTROS PRODUCTOS CONTENIENDO CARNE (1.1.2.6)	6324,0600	370,8200	162,6964	12,9460
OTRAS CARNES COMESTIBLES (FRESCAS Y CONGELADAS) (1.1.2.7)	522,5000	657,5000	58,9433	20,3250
DESPOJOS, MENUDILLOS Y CASQUERÍA (1.1.2.8)	1087,8261	5616,0870	69,0347	23,3620
PESCADOS FRESCOS O REFRIGERADOS (1.1.3.1)	1084,6833	599,4438	56,5914	11,4590
PESCADOS CONGELADOS (1.1.3.2)	1000,0000	393,0000	13,5675	11,4590
CRUSTÁCEOS Y MOLUSCOS FRESCOS, REFRIGERADOS O CONGELADOS (1.1.3.3)	4036,2931	1014,2759	21,8571	4,0430
PESCADOS Y MARISCOS SECOS, AHUMADOS O SALADOS (1.1.3.4)	2670,7273	538,1000	59,7415	1,5670
VINOS DE UOTROS PESCADOS Y MARISCOS PROCESADOS O CONSERVADOS Y PREPARADOS DE PESCADOS Y MARISCOS (1.1.3.5)	2670,7273	538,1000	59,7415	13,9310
LECHE DE VACA ENTERA (1.1.4.1)	480,0000	140,0000	38,0000	23,0000
LECHE SEMIDESCREMADA Y DESCREMADA (1.1.4.2)	455,0000	35,0000	9,0000	9,5000
LECHE CONSERVADA (1.1.4.3)	3172,5000	450,0000	127,7090	78,9535
YOGURES Y LECHE	467,2083	74,8333	28,9792	20,5950

FERMENTADAS (1.1.4.4)				
QUESO Y REQUESÓN (1.1.4.5)	5915,1223	783,7949	282,9769	174,2570
OTROS PRODUCTOS A BASE DE LECHE (1.1.4.6)	787,7778	249,0000	46,4444	36,6620
HUEVOS (1.1.4.7)	1629,2308	6601,5385	157,8088	53,5000
MANTEQUILLA (1.1.5.1)	6600,0000	1420,0000	685,5000	447,2550
MARGARINA Y OTRAS GRASAS VEGETALES (1.1.5.2)	1980,0000	0,0000	800,0000	125,2000
ACEITE DE OLIVA (1.1.5.3)	0,0000	0,0000	999,6667	156,3500
OTROS ACEITES COMESTIBLES (1.1.5.4)	0,0000	0,0000	999,6923	226,7380
OTRAS GRASAS ANIMALES (1.1.5.5)	4436,6667	810,0000	675,6667	161,2200
CÍTRICOS (FRESCOS, REFRIGERADOS O CONGELADOS) (1.1.6.1)	20,2000	0,0000	1,0000	0,2500
PLÁTANOS (FRESCOS, REFRIGERADOS O CONGELADOS) (1.1.6.2)	10,0000	0,0000	3,0000	1,1000
MANZANAS (FRESCAS, REFRIGERADAS O CONGELADAS) (1.1.6.3)	20,0000	0,0000	0,0000	2,0000
PERAS (FRESCAS, REFRIGERADAS O CONGELADAS) (1.1.6.4)	20,0000	0,0000	0,0000	0,1400
FRUTAS CON HUESO (FRESCAS, REFRIGERADAS O CONGELADAS) (1.1.6.5)	17,2222	0,0000	15,2222	1,9122
ACEITUNAS (1.1.6.6)	540,0000	0,0000	125,0000	34,0000
BAYAS (FRESCAS, REFRIGERADAS O CONGELADAS) (1.1.6.7)	22,5000	0,0000	4,5625	0,2000
OTRAS FRUTAS (FRESCAS, REFRIGERADAS O CONGELADAS) (1.1.6.8)	51,8182	0,0000	31,6091	33,8030
FRUTOS SECOS (1.1.6.9)	70,2889	0,0000	433,4111	59,1220
FRUTAS PREPARADAS Y EN CONSERVA (1.1.6.0)	33,3333	0,0000	0,1667	0,1580
HORTALIZAS DE HOJA O DE TALLO (FRESCAS O REFRIGERADAS) (1.1.7.1)	457,0000	0,0000	3,7600	0,9100

COLES (FRESCAS O REFRIGERADAS) (1.1.7.2)	245,7143	0,0000	6,8571	1,4080
HORTALIZAS CULTIVADAS POR SU FRUTO (FRESCAS O REFRIGERADAS) (1.1.7.3)	55,0000	0,0000	3,9625	1,3200
PATATAS (1.1.7.8)	150,0000	0,0000	2,0000	0,3000
PRODUCTOS DERIVADOS DE LAS PATATAS, MANDIOCA Y OTROS TUBÉRCULOS (1.1.7.9)	5992,4000	15,7143	50,0543	23,6120
AZÚCAR (1.1.8.1)	0,0000	0,0000	200,0000	0,0000
CONFITURA, MERMELEDA Y MIEL (1.1.8.2)	277,5000	0,0000	0,7750	0,1130
CHOCOLATE EN BARRA O TABLETA (1.1.8.3)	741,9000	122,2857	314,8571	141,5210
CONFITERÍA (1.1.8.4)	329,0000	0,0000	60,5800	6,0770
HELADOS (1.1.8.5)	600,0000	310,0000	100,6667	64,3000
OTROS PRODUCTOS A BASE DE AZÚCAR (1.1.8.6)	938,0000	60,0000	330,0000	0,0000
SALSAS Y CONDIMENTOS (1.1.9.1)	10161,1538	166,7692	149,9878	43,2020
SAL ESPECIAS Y HIERBAS CULINARIAS (1.1.9.2)	712,7273	0,0000	93,1636	22,5030
SOPAS PREPARADOS PARA POSTRES Y LEVADURAS (1.1.9.3)	4630,5000	740,0000	37,4000	15,1500
ALIMENTOS PARA BEBÉ (1.1.94)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CAFÉ (1.2.1.1)	555,0000	0,0000	47,7500	10,7530
TÉ E INFUSIONES (1.2.1.2)	150,0000	0,0000	7,3000	1,9000
CACAO (1.2.1.3)	5040,0000	60,0000	40,0000	34,8500
AGUA MINERAL (1.2.2.1)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BEBIDAS REFRESCANTES CON O SIN GAS (1.2.2.2)	198,6168	0,0000	0,7692	0,0000
ZUMOS DE FRUTAS (1.2.2.3)	20,0000	0,0000	0,4722	0,0000
ZUMOS DE VEGETALES (1.2.2.4)	284,0000	0,0000	2,2500	0,0000

ESPIRITUOSOS Y LICORES (2.1.1.1)	91,3250	0,0250	9,4313	0,0000
VINOS DE UVA Y OTRAS FRUTAS FERMENTADAS. (2.1.2.1)	42,5000	0,0000	0,0000	0,0000
OTROS VINOS (2.1.2.2)	40,0000	0,0000	1,5000	0,0000
CERVEZA (2.1.3.1)	63,7500	0,0000	0,0000	0,0000

**Figura 9: clasificación de nutrientes por grupo COICOP**

**Fuente: elaboración propia con datos de la BEDCA**

## Estimación por SUR del sistema de ecuaciones de productos lácteos:

Seemingly unrelated regression

Equation	Obs	Parms	RMSE	"R-sq"	chi2	P
w1141	560	14	.0629896	0.0278	16.02	0.3120
w1145	560	14	.1256263	0.0093	5.24	0.9822
w1151	560	14	.0362825	0.0391	22.80	0.0636

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
w1141						
lnpr1141	-.0133189	.0111009	-1.21	0.226	-.0348961 .0082583	
lnpr1142	.0056677	.0111536	0.51	0.611	-.016193 .0275285	
lnpr1143	.0011108	.0064648	0.17	0.864	-.0115599 .0137816	
lnpr1144	-.0000837	.0108196	-0.01	0.994	-.0212898 .0211223	
lnpr1145	.0151916	.0099274	1.53	0.126	-.0042656 .0346489	
lnpr1146	.0002289	.0068385	0.03	0.973	-.0131743 .0136321	
lnpr1151	-.0062519	.0077428	-0.81	0.419	-.0214274 .0089236	
lnYps	.0066655	.003591	1.86	0.063	-.0003727 .0137037	
TAMAMU	-3.83e-06	.0018139	-0.00	0.998	-.003559 .0035514	
TAMAÑO	-.001941	.003411	-0.57	0.569	-.0086266 .0047445	
TIPHOGAR1	.0012199	.0014378	0.85	0.396	-.0015982 .0040379	
IMPEXAC	-4.13e-06	2.27e-06	-1.82	0.069	-8.58e-06 3.16e-07	
PAISNACIM	.0032832	.0025517	1.29	0.198	-.0017181 .0082845	
ESTUDRED	.0034041	.0033443	1.02	0.309	-.0031506 .0099588	
_cons	-.0631769	.0417407	-1.51	0.130	-.1449872 .0186333	
w1145						
lnpr1141	.0154106	.0219563	0.70	0.483	-.0276229 .0584441	
lnpr1142	-.0121522	.0222448	-0.55	0.585	-.0557512 .0314468	
lnpr1143	.001842	.0128934	0.14	0.886	-.0234285 .0271126	
lnpr1144	-.0204715	.0215786	-0.95	0.343	-.0627648 .0218219	
lnpr1145	-.0095409	.0197991	-0.48	0.630	-.0483464 .0292646	
lnpr1146	.0063021	.0136387	0.46	0.644	-.0204293 .0330334	
lnpr1151	-.004723	.0154421	-0.31	0.760	-.034989 .025543	
lnYps	-.0069083	.0071619	-0.96	0.335	-.0209453 .0071287	
TAMAMU	.0023129	.0036177	0.64	0.523	-.0047776 .0094033	
TAMAÑO	-.002865	.006803	-0.42	0.674	-.0161986 .0104685	
TIPHOGAR1	.0025769	.0028675	0.90	0.369	-.0030434 .0081971	
IMPEXAC	2.30e-06	4.53e-06	0.51	0.611	-6.57e-06 .0000112	
PAISNACIM	.0024588	.0050891	0.48	0.629	-.0075157 .0124333	
ESTUDRED	.0042704	.0066698	0.64	0.522	-.0088022 .017343	
_cons	.0870064	.0832476	1.05	0.296	-.0761559 .2501686	
w1151						
lnpr1141	-.0045164	.0063413	-0.71	0.476	-.016945 .0079122	
lnpr1142	.0016872	.0064246	0.26	0.793	-.0109048 .0142791	
lnpr1143	-.0012917	.0037238	-0.35	0.729	-.0085902 .0060067	
lnpr1144	.013016	.0062322	2.09	0.037	.0008011 .0252308	
lnpr1145	.0016204	.0057182	0.28	0.777	-.0095871 .012828	
lnpr1146	-.0003451	.003939	-0.09	0.930	-.0080655 .0073752	
lnpr1151	.0019206	.0044599	0.43	0.667	-.0068206 .0106619	
lnYps	-.0063058	.0020684	-3.05	0.002	-.0103598 -.0022517	
TAMAMU	.0016451	.0010448	1.57	0.115	-.0004028 .0036929	
TAMAÑO	.0023471	.0019648	1.19	0.232	-.0015038 .006198	
TIPHOGAR1	-.0006664	.0008282	-0.80	0.421	-.0022896 .0009568	
IMPEXAC	2.32e-07	1.31e-06	0.18	0.859	-2.33e-06 2.79e-06	
PAISNACIM	.0006349	.0014698	0.43	0.666	-.0022458 .0035157	
ESTUDRED	.0018291	.0019263	0.95	0.342	-.0019464 .0056047	
_cons	.0217313	.024043	0.90	0.366	-.0253921 .0688546	

Figura 10: Estimación por SUR del sistema de ecuaciones de productos lácteos

## Estimación por MC2E de la ecuación de demanda de queso y requesón:

```
. ivregress 2sls w1145 lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP JORNADASP (1
> lnpr1141 lnpr1145 lnpr1151 = TAMAÑO PAISNACODSP IMPEXAC EDADSP PR1 PR2 PR3 PR4 PR5 PR6
> PR7 PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15 PR16 PR18 PR18 )
note: PR18 omitted because of collinearity
```

```
Instrumental variables (2SLS) regression          Number of obs =    1268
                                                Wald chi2(11) =   164.40
                                                Prob > chi2    =    0.0000
                                                R-squared     =          .
                                                Root MSE     =   .18067
```

w1145	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnpr1141	.0318522	.0989688	0.32	0.748	-.1621231	.2258275
lnpr1145	.181786	.0827644	2.20	0.028	.0195708	.3440013
lnpr1151	-.0776803	.0649864	-1.20	0.232	-.2050513	.0496907
lnYps	-.0596556	.0069749	-8.55	0.000	-.0733261	-.0459851
TAMAMU	.0004009	.0034973	0.11	0.909	-.0064538	.0072555
NNINOSD	.004277	.0053244	0.80	0.422	-.0061587	.0147126
SEXOSP	-.0109925	.011826	-0.93	0.353	-.0341711	.0121861
PAISNACODSP	-.0049411	.0159175	-0.31	0.756	-.0361389	.0262567
ESTUDREDSP	.0107249	.0054585	1.96	0.049	.0000265	.0214233
OCUSP	-.0207997	.0264546	-0.79	0.432	-.0726499	.0310504
JORNADASP	.028322	.026108	1.08	0.278	-.0228487	.0794927
_cons	.4256856	.1726104	2.47	0.014	.0873755	.7639958

```
Instrumented: lnpr1141 lnpr1145 lnpr1151
Instruments: lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP
              JORNADASP TAMAÑO IMPEXAC EDADSP PR1 PR2 PR3 PR4 PR5 PR6 PR7
              PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15 PR16 PR18
```

**Figura 11: Estimación de la ecuación de demanda de queso y requesón por MC2E**



## Estimación por MC2E de la ecuación de demanda de mantequilla:

```
. ivregress 2sls w1151 lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP JORNADASP (1
> npr1141 lnpr1145 lnpr1151 = TAMANO PAISNACODSP IMPEXAC EDADSP PR1 PR2 PR3 PR4 PR5 PR6
> PR7 PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15 PR16 PR18 PR18 )
note: PR18 omitted because of collinearity
```

```
Instrumental variables (2SLS) regression                Number of obs =    1268
                                                       Wald chi2(11) =   182.72
                                                       Prob > chi2     =    0.0000
                                                       R-squared      =      .
                                                       Root MSE     =   .08553
```

w1151	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnpr1141	.0696033	.0468518	1.49	0.137	-.0222245	.1614311
lnpr1145	-.1109624	.0391806	-2.83	0.005	-.187755	-.0341698
lnpr1151	-.0375206	.0307645	-1.22	0.223	-.097818	.0227767
lnYps	-.0387732	.0033019	-11.74	0.000	-.0452449	-.0323016
TAMAMU	.0027046	.0016556	1.63	0.102	-.0005403	.0059496
NNINOSD	-.0018182	.0025206	-0.72	0.471	-.0067585	.003122
SEXOSP	.000077	.0055984	0.01	0.989	-.0108957	.0110498
PAISNACODSP	-.0108801	.0075354	-1.44	0.149	-.0256492	.0038889
ESTUDREDSP	.0062703	.002584	2.43	0.015	.0012057	.011335
OCUSP	-.0196908	.0125236	-1.57	0.116	-.0442367	.004855
JORNADASP	.0068039	.0123595	0.55	0.582	-.0174203	.031028
_cons	.6535935	.0817137	8.00	0.000	.4934376	.8137493

```
Instrumented: lnpr1141 lnpr1145 lnpr1151
Instruments: lnYps TAMAMU NNINOSD SEXOSP PAISNACODSP ESTUDREDSP OCUSP
              JORNADASP TAMANO IMPEXAC EDADSP PR1 PR2 PR3 PR4 PR5 PR6 PR7
              PR8 PR9 PR10 PR11 PR12 PR13 PR14 PR15 PR16 PR18
```

Figura 12: Estimación de la ecuación de demanda de queso y requesón por MC2E