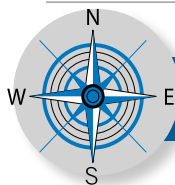


Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos en Guatemala, 2014: Primera parte
Lesbia Calderón Aguirre



Contrapunto

Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos en Guatemala, 2014: Primera parte

Mamerto Reyes Hernández¹
Lesbia Calderón Aguirre²

En honor a Ariel A. Ortiz López, colega, amigo y hermano. QEPD.

RESUMEN

Con información de las bases de datos de la Encuesta de Condiciones de Vida de 2014, se analizaron las demandas de alimentos cárnicos de los hogares de los deciles 1 y 10 de la distribución nacional del gasto del hogar. Se buscó comparar las respuestas a precios e ingresos de las demandas de carne de res, cerdo, pollo, vísceras, embutidos y pescado y mariscos, de los hogares de estos deciles. Usando el enfoque de regresiones aparentemente no relacionadas, se obtuvieron dos sistemas lineales de gasto, una para cada grupo de hogares. Se encontró que las elasticidades precio e ingresos de los hogares del decil 1 son más altas que las del decil 10, lo cual lo explican los bajos niveles de consumo de los hogares del decil 1. Estas diferencias se mantienen frente a las elasticidades de las demandas de hogares de México, Colombia, Argentina y Uruguay. Las elasticidades de las demandas del decil 10, por su parte, fueron menores pero se asemejan más a las de estos países.

Palabras clave

Demanda, elasticidades, alimentos cárnicos, Guatemala.

1. Economista Agrícola, investigador independiente.

2. Médica Veterinaria, profesora del Centro Universitario de Zacapa, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

Abstract

With information from the databases of the 2014 Living Conditions Survey, the demands for meat foods of households in deciles 1 and 10 of the national distribution of household spending were analyzed. It was sought to compare the responses to prices and income of the demands for beef, pork, chicken, organ meats, sausages and fish and shellfish, of the households of these deciles. Using the seemingly unrelated regressions approach, two linear expenditure systems were obtained, one for each group of households. It was found that the price and income elasticities of households in decile 1 are higher than those of decile 10, which is explained by the low levels of consumption of households in decile 1. These differences are maintained compared to the elasticities of demand of households in Mexico, Colombia, Argentina and Uruguay. The elasticities of the demands of decile 10, on the other hand, were lower but are more similar to those of these countries.

Keywords

Demand, elasticities, meat foods, Guatemala.

1. Introducción

El consumo de carne es tan antiguo como la humanidad misma y se remonta a épocas en que los homínidos no habían descubierto el fuego y supieran usarlo para cocinarla (Zink y Lieberman, 2016). Su consumo se encuentra asociado y es parte del proceso de hominización. Luego que los homínidos dejaran los árboles y se asentaran en la sabana, descubrieron nuevas fuentes alimenticias en los animales que podían cazar, lo cual trajo consigo un desarrollo cerebral, no sólo por los contenidos bioquímicos de la carne sino porque su consumo los liberó de estar comiendo constantemente, dándoles más tiempo para pensar (Hawkes, 1979).

Mamerto Reyes Hernández ◀ **Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos en Guatemala, 2014: Primera parte**

La relevancia de las carnes radica en el suministro de proteínas de alto valor biológico, hierro calcio, vitaminas A y C en niveles mayores que los alimentos vegetales y en la oportunidad que ofrecen para complementarse con alimentos vegetales y otros de origen animal (Latham, 2000).

Los análisis de la demanda de cualquier bien o servicio son importantes para tomar decisiones de inversión para su producción, transformación o comercialización (Sapag Chain y Sapag Chain, 2008). Si se hacen sobre bases econométricas, estos análisis también permiten determinar la respuesta de la demanda a cambios de precios e ingresos, derivados de medidas de política o de otros procesos, como el de la sequía en México y Estados Unidos que de 2012 a 2015 provocaron un fuerte movimiento de ganado de Nicaragua, Honduras y Guatemala hacia México y de éste a Estados Unidos, el cual secó los mercados de carne de res en Centroamérica, elevando los precios fuertemente. De enero de 2012 a agosto de 2015 cuando se alcanzó el máximo, el precio de la carne de res al consumidor en Guatemala había aumentado en 202.98% (estimado con datos de INE, 2021). Debíó estudiarse su impacto en el

consumo de los hogares, sin embargo, no se hizo.

Para estudiar la demanda de alimentos cárnicos en Guatemala, hay que tener en cuenta que este país tiene una sociedad con una distribución muy concentrada de las oportunidades para producir riqueza que se puede apreciar a través de las desigualdades de las distribuciones de la tierra, el ingreso y la educación. Los coeficientes de Gini de estas variables son 0.83, 0.49 y 0.52, respectivamente (Reyes Hernández, 2017).

Las carnes son alimentos con elasticidades ingreso altas, razón por la cual su consumo es mayor en hogares con ingresos más altos. Con datos de las Encuestas de Condiciones de Vida de 2006 y 2014, Reyes y Calderón (2021a) encontraron que en Guatemala, las medias anuales per cápita de alimentos cárnicos consumidos por hogares en pobreza extrema, pobreza no extrema y no pobres, fueron de 7.73, 15.86 y 37.65 kg en 2006 y de 7.79, 15.63 y de 35.68 kg en 2014.

Como lo sugieren estas medias, el consumo de alimentos cárnicos en Guatemala es muy desigual. Los coeficientes de Gini para los más consumidos: carne de res sin hue-

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

so, carne de res con hueso, pollo, carne de cerdo sin hueso y carne de cerdo con hueso, en 2006 fueron de 0.62, 0.55, 0.51, 0.86 y 0.88, respectivamente. En 2014, los coeficientes de Gini fueron de 0.65, 0.62, 0.51, 0.84 y 0.89, en este mismo orden, respectivamente. En los alimentos con menor número de hogares consumidores, los coeficientes de Gini fueron más altos (Reyes y Calderón, 2021a).

Usando los deciles de distribución del gasto anual del hogar como escenarios de observación, en otro trabajo, estos investigadores compararon las proporciones de hogares consumidores y las medias de consumo de carne de res, carne de pollo, arroz, frijol y tortilla (Reyes y Calderón, 2021b). Encontraron diferencias significativas entre deciles en las proporciones de hogares consumidores y medias de consumo por persona en todos los alimentos. Todas las proporciones de hogares consumidores respondieron al gasto de consumo del hogar por persona siguiendo un patrón cuadrático cóncavo. Las respuestas del consumo fueron lineales y positivas para carne de res y carne de pollo y negativas para frijol y tortilla. El consumo de arroz no respondió al gasto de consumo.

Este trabajo es una continuación del análisis del consumo de alimentos cárnicos en el escenario de los deciles de la distribución del gasto del hogar. Se buscó conocer la respuesta a precios e ingresos de las demandas de alimentos cárnicos de los hogares que se encuentran en las partes inferior y superior de la distribución del gasto del hogar. Como escenarios de observación se usaron los deciles primero y el décimo.

2. Revisión de literatura

2.1. Bases de las funciones de demanda

La economía del consumidor tiene como problema medular la determinación de cómo éste asigna su presupuesto entre diferentes bienes y servicios de manera de maximizar su utilidad. Este problema también se puede plantear de manera inversa: ¿cómo se determina el costo mínimo de obtener un nivel particular de utilidad? El primer problema se conoce como primal y el segundo como dual.

En la figura 1 se presentan los problemas primal y dual y cómo de la solución de los mismos se obtienen las funciones de demanda

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

ordinaria o Marshalliana y demanda compensada o Hicksiana. Ambos son problemas de optimización restringida, el primero es un problema de maximización de la utilidad del consumidor sujeto a la restricción de su presupuesto de consumo. Su solución produce las

funciones de demanda Marshallianas, las cuales al sustituirse en la función de utilidad generan la función indirecta de utilidad. De esta última, usando la Identidad de Roy se obtiene nuevamente las demandas Marshallianas (Villar, 1999).

Figura 1

Los problemas primal y dual de la decisión del consumidor

Problema primal	Problema dual
Maximizar $U = f(q_1, q_2, \dots, q_n)$ sujeto a: $M = \sum_{i=1}^n P_i q_i$	Minimizar $G = \sum_{i=1}^n P_i q_i$ sujeto a: $U = f(q_1, q_2, \dots, q_n) = U^0$
Resolviendo,	Resolviendo
Demanda Marshalliana $q_i^* = d(P_i, M)$	Demanda Hicksiana $q_i^* = h(P_i, U)$
Sustituyendo q_i^* en la función de utilidad (U)	Sustituyendo q_i^* en la función del gasto (G),
Función indirecta de utilidad $V = v(q_i^*(P_i, M))$	Función de gasto mínimo $\sum_{i=1}^n P_i q_i^* = g = g(P_i, U_i)$
Por la Identidad de Roy	Por el Lema de Shepard
$\frac{\partial V}{\partial P_i} = q_i^* = d(P_i, M)$ La función de demanda Marshalliana	$\frac{\partial g}{\partial P_i} = q_i^* = h(P_i, U)$ La función de demanda Hicksiana

Fuente: Adaptado de Villar (1999)

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

El problema dual es un problema de minimización del gasto sujeto a la restricción de un nivel particular de utilidad. Su solución permite obtener las demandas Hicksianas o compensadas, las cuales al ser sustituidas en la función de gasto producen la función de gasto mínimo. De ésta, al usar el Lema de Shepard se obtienen nuevamente las demandas Hicksianas (Villar, 1999).

Derivado del proceso de obtención de las funciones de demanda, se establecen las siguientes condiciones que un sistema de demanda debe cumplir (Intriligator, 1990):

i. Restricción presupuestal: Por definición, el gasto en la canasta de bienes es igual al presupuesto destinado a este rubro de gasto (M). Esta es la restricción del modelo a través de la cual se obtiene la demanda.

$$P_1q_1 + P_2q_2 + \dots + P_nq_n = M \quad \dots\dots\dots (1)$$

P_j y q_j son el precio y la cantidad comprada del j -ésimo bien. Estimando las proporciones de gasto en cada bien de la canasta, $S_i = [(P_i q_i)/M]$, se tiene que esta condición también se puede expresar como,

$$S_1 + S_2 + \dots + S_n = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ii. Homogeneidad: De acuerdo con el teorema de Euler sobre funciones homogéneas,

$$\frac{\partial q_j}{\partial P_1} P_1 + \frac{\partial q_j}{\partial P_2} P_2 + \dots + \frac{\partial q_j}{\partial P_n} P_n + \frac{\partial q_j}{\partial M} M = 0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Esta condición también se puede expresar en términos de elasticidades precio (ϵ_{ij}) e ingreso (η_i), esto es,

$$\epsilon_{j1} + \epsilon_{j2} + \dots + \epsilon_{jn} + \eta_j = 0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Respecto a esta condición, Tomek y Kaiser (2014) indican que los efectos sustitución e ingreso de un cambio de precio deben ser consistentes con las elasticidades cruzadas e ingreso de la demanda de un bien. Una elasticidad ingreso grande implica una elasticidad precio propia de alta magnitud absoluta. Y una elasticidad como esta última indica la existencia de un gran número de sustitutos o de algunos sustitutos cercanos con elasticidades altas.

iii. Condición de negatividad de Slutsky: Con esta condición se establece que el efecto en la demanda de un bien generado por un cambio del precio propio es mayor en valor absoluto que el efecto de un cambio en el ingreso, indistintamente de

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

la proporción del presupuesto gastada en el bien.

$$\varepsilon_{ii} + S_i \eta_i \leq 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

iv. Condición de simetría de Slutsky,

$$\frac{1}{S_j} \varepsilon_{ij} + \eta_i = \frac{1}{S_i} \varepsilon_{ji} + \eta_j \quad \dots\dots\dots (6)$$

Despejando la primera elasticidad cruzada, esta condición se puede expresar de la manera en que lo especifican Tomek y Kaiser (2014):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{S_j}{S_i} \varepsilon_{ji} + S_j (\eta_j - \eta_i) \quad \dots\dots\dots (7)$$

Esta condición establece que la igualdad de la respuesta relativa de las demandas de dos bienes a cambios en los precios de su sustituto es una función de la razón entre las proporciones de gastos en estos bienes y de la diferencia entre sus respuestas relativas a cambios en el ingreso.

v. Condición de agregación de Engel: Esta condición establece que si el ingreso se incrementa en una unidad, esta se gastará en alguno, varios o todos los bienes hasta agotarse (Intriligator, 1990).

$$S_1 \eta_1 + S_2 \eta_2 + \dots + S_n \eta_n = 1 \quad \dots\dots\dots (8)$$

vi. Condición de agregación de Cournot: Si una columna de elasticidades precio es vista como contenedora de la elasticidad precio del i-ésimo bien y de las elasticidades cruzadas de todos los otros bienes en respuesta a un cambio de este precio, esta condición establece que la suma ponderada de esta i-ésima columna es igual a la proporción del gasto en el i-ésimo bien con signo negativo (Tomek y Kaiser, 2014).

$$S_1 \varepsilon_{11} + S_2 \varepsilon_{21} + \dots + S_n \varepsilon_{n1} = -S_1 \quad \dots\dots\dots (9)$$

2.2. Algunos modelos de sistemas de demanda

El primer modelo obtenido explícitamente de la optimización de una función de utilidad, como lo indica la teoría del consumidor fue el sistema lineal de gasto de Stone (1954). Deaton y Muellbauer (1980), indican que desde su presentación dio pauta a la búsqueda continua de nuevas especificaciones funcionales. Algunos de los modelos más importantes que surgieron después del modelo de Stone fueron el de Rotterdam (Theil, 1965 y Barten, 1969) y el Translog (Christensen *et al.*, 1975).

Deaton y Muellbauer (1980) propusieron el sistema de demanda casi ideal, el cual según sus pro-

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

pías palabras reunió los mejores rasgos de los modelos Rotterdam y Translog. Posteriormente, siguiendo la misma línea de evolución y desarrollo, se presentaron otros modelos que adicionaron mejoras a los anteriores, entre estos se tienen a la versión cuadrática del modelo casi ideal de demanda (Banks *et al.*, 1997) y el modelo Linquad (LaFrance, 1990).

El sistema de demanda de gasto lineal, conocido en la literatura como LES (por las siglas de su nombre en inglés: "Linear Expenditure System"), se obtiene de la optimización de una variante de la función de utilidad Stone-Gery,

$$U = \sum_{j=1}^n \beta_j \ln(q - \gamma_j) \quad \dots\dots\dots (10)$$

sujeto a la restricción del presupuesto del consumidor,

$$M = \sum_{j=1}^n P_j q_j \quad \dots\dots\dots (11)$$

Como resultado de esta optimización, se obtiene el sistema lineal de gasto. La ecuación del j-ésimo bien en un sistema de n bienes es,

$$P_{jh} q_{jh} = \gamma_j P_{jh} + \beta_j \left(Y_h - \sum_{j=1}^n \gamma_j P_{jh} \right) \quad \dots\dots\dots (12)$$

Tal que:

$$q_{jh} - \beta_j > 0; \quad 0 < \beta_j < 1; \quad \sum_{j=1}^n \beta_j = 1$$

En donde, P_j es el precio del j-ésimo bien; q_j es la cantidad del j-ésimo bien; Y_h es el presupuesto de consumo del h-ésimo hogar; γ_j el nivel de gasto de subsistencia en el j-ésimo bien; β_j la fracción del ingreso arriba del gasto de subsistencia gastada en el j-ésimo bien.

La expresión del lado derecho de la ecuación (12) indica que el gasto en el j-ésimo bien del h-ésimo hogar se forma por dos partes, una es el gasto de subsistencia ($\gamma_j P_{jh}$) y la otra es una proporción del gasto β_j del presupuesto de consumo que queda luego de atender los niveles de subsistencia ($Y_h - \sum \gamma_j P_{jh}$) (Stone, 1954). De esta manera, el sistema lineal de gasto describe al consumidor asignando el presupuesto primero a las cantidades de subsistencia de cada bien y luego distribuyendo lo que queda del presupuesto en proporciones específicas a cada uno de los bienes (Mora, 2002).

El sistema lineal de gasto ha sido empleado para ajustar ecuaciones

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

de grupos agregados de bienes, por ejemplo, alimentos, salud, educación, vestuario, vivienda y otros y por lo mismo trata a todos los grupos como complementarios (Berges y Casellas, 2007).

El sistema de Rotterdam es un conjunto de ecuaciones en primeras diferencias, especificadas con precios absolutos o precios relativos. Para el i -ésimo bien en el sistema, sus ecuaciones en precios absolutos (13) o relativos (14), son:

$$w_{it}^* d\ln q_{it} = \beta_i d\ln \bar{M}_t + \sum_{j=1}^n \pi_{ij} d\ln P_{jt} \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$w_{it}^* d\ln q_{it} = \beta_i d\ln \bar{M}_t + \sum_{j=1}^n \pi_{ij} d\ln \left(\frac{P_{jt}}{\bar{P}_t} \right) \quad \dots\dots\dots (14)$$

En donde:

$d\ln x_t = \ln x_{it} - \ln x_{it-1}$ diferencia en $\ln x_{it}$ entre dos periodos sucesivos;

q_{it} cantidad del i -ésimo bien demandada en el t -ésimo periodo;

P_{it} precio unitario del i -ésimo bien en el t -ésimo periodo;

$M_t = \sum_{j=1}^n P_{jt} q_{jt}$ gasto total;

$w_{it} = \frac{P_{it} q_{it}}{M_t}$ proporción del gasto en el i -ésimo bien en el t -ésimo periodo;

$w_{it}^* = \frac{w_{it} - w_{it-1}}{2}$ proporción media del gasto en el bien entre dos periodos sucesivos;

$d\ln \bar{M}_t = \sum_{j=1}^n w_{jt}^* d\ln q_{jt}$ índice de cantidades de Divisia que sirve para aproximar la tasa de variación en el nivel de renta real;

$d\ln \bar{P}_t = \sum_{j=1}^n w_{jt}^* d\ln P_{jt}$ índice de precios de Divisia que sirve para aproximar la tasa de variación en el nivel de precios real.

Sin entrar en detalles sobre el desarrollo del modelo Rotterdam indicaremos que es una forma flexible obtenida a partir del diferencial general de la i -ésima función de demanda (15) y del diferencial de la restricción presupuestaria (16), sin tomar en cuenta las especificaciones que las verdaderas funciones de utilidad y demanda pudieran tener.

$$dq_i = \frac{\partial q_i}{\partial M} dM + \sum_{i=1}^n \frac{\partial q_i}{\partial P_i} dP_i \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$dM = \sum_{i=1}^n P_i dq_i + \sum_{i=1}^n q_i dP_i \quad \dots\dots\dots (16)$$

El sistema de demanda generado con la función translogarítmica, por su parte, se obtiene con la siguiente función de utilidad indirecta,

$$w_i = \frac{\alpha_i + \sum \beta_{ij} \ln \left(\frac{P_i}{\bar{M}} \right)}{1 + \sum \beta_{jk} \ln \left(\frac{P_i}{\bar{M}} \right)} \quad \dots\dots\dots (18)$$

Esta es una función flexible que se ajusta a los datos en una proporción alta, sin embargo, Guilkey et al. (1986) encontraron que para que el sistema de demanda sea satisfactorio, la sustitución entre bienes de la función de utilidad debería encontrarse cerca de la unidad. Por otro lado, indican que el alto grado de dificultad encon-

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

trado para su ajuste no la hace un modelo que atraiga a los investigadores.

El sistema de demanda casi ideal, conocido como AIDS (por sus siglas en inglés de Almost Ideal Demand System), fue obtenido por Deaton y Muellbauer (1980), de la ecuación de gasto mínimo (19),

$$\ln C_{(u,P)} = (1-u)\ln[a_{(P)}] + u\ln[b_{(P)}] \quad \dots\dots\dots (19)$$

la cual al darle formas específicas a las funciones a y b que la conforman, se tiene,

$$\ln a_{(P)} = a_0 + \sum \alpha_k \ln P_k + \frac{1}{2} \sum \sum \gamma_{kj}^* \ln P_j \ln P_k \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$\ln b_{(P)} = \beta_0 \prod P_k^{\beta_k} \quad \dots\dots\dots (21)$$

y producen la función de mínimo gasto del sistema casi ideal de demanda, esta es,

$$\ln C_{(u,P)} = \alpha_0 + \sum \alpha_k \ln P_k + \frac{1}{2} \sum \sum \gamma_{kj}^* \ln P_j \ln P_k + \beta_0 \prod P_k^{\beta_k} \quad \dots\dots\dots (22)$$

Luego, usando el lema de Shepard se obtienen las funciones de demanda Hicksianas, que al multiplicar ambos lados de estas igualdades por $[P_i/C(u,P)]$, permite obtener las proporciones de gasto en cada bien del sistema de demanda (w_i) y de este modo, al diferenciar la función de mínimo gasto se obtienen las proporciones gastadas en cada bien (w_i) en

función de los precios y la utilidad, esto es,

$$w_i = \alpha_i + \sum \gamma_{ij} \ln P_k + \beta_i u \beta_0 \prod P_k^{\beta_k} \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$\text{En donde, } \gamma_{ij} = \frac{1}{2} (\gamma_{ij}^* + \gamma_{ji}^*)$$

Para un consumidor que maximiza la utilidad, el gasto total M es igual a $C(u,P)$, entonces, al invertir esta igualdad dejando la utilidad, u, como una función de P y M, se tiene la función de utilidad indirecta. Si se hace esto para (22) y se sustituye el resultado en (23), se tienen las proporciones del presupuesto en función de P y M, las cuales son las funciones de demanda del sistema casi ideal. Para el i-ésimo bien, su ecuación es:

$$w_i = \alpha_i + \sum \gamma_{ij} \ln P_k + \beta_i \ln \frac{M}{P} \quad \dots\dots\dots (24)$$

En donde P es un índice de precios definido por,

$$P = \alpha_0 + \sum \alpha_k \ln P_k + \frac{1}{2} \sum \sum \gamma_{kj} \ln P_k \ln P_j \quad \dots\dots\dots (25)$$

Para el ajuste empírico de este sistema de demanda, debido a la complejidad que se alcanza al sustituir (25) en (24), los autores proponen el uso del índice de precios de Stone,

$$P^* = \sum w_k \ln P_k \quad \dots\dots\dots (26)$$

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

El modelo cuadrático ideal de demanda, conocido como QUAIDS (por las siglas de su nombre en inglés: Quadratic Almost Ideal Demand System), fue propuesto por Banks *et al.* (1997) para mejorar el ajuste de las curvas de Engels. Encontraron que los modelos que no tienen en cuenta la curvatura cuadrática del gasto generan importantes distorsiones en los patrones de pérdidas de bienestar asociadas con un aumento de impuestos. Para el i -ésimo bien en el modelo, su ecuación de demanda tiene la siguiente especificación:

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_k + \beta_i \ln \frac{M}{a_{(P)}} + \frac{\lambda_i}{b_{(P)}} \left[\ln \left(\frac{M}{a_{(P)}} \right) \right]^2 \quad \dots\dots\dots (27)$$

En donde, los índices de precios $a(P)$ y $b(P)$ son las ecuaciones (20) y (21) enumeradas arriba y usadas por Deaton y Muellbauer (1980) para construir la función de gasto mínimo.

Finalmente, el modelo LINGUAD es un sistema de demanda que es lineal en ingreso y lineal y cuadrático en precios (LaFrance, 1990). Fue desarrollado para tratar problemas de análisis incompletos de la demanda. Estos son aquellos que tratan del análisis de un rubro de gasto y no del conjunto de rubros de bienes y servicios del hogar, por ejemplo alimentos cárnicos. En este caso por ejemplo

se estudia solamente la demanda de carnes de res, cerdo y pollo y no la de todos los alimentos. Para obtener el sistema de demanda LINGUAD se parte de la siguiente función de cuasi-gasto (Lanfranco, 2004):

$$\xi_{[P,r,\varphi(r,U)]} = \sum_{k=1}^K \alpha_{(r)_k} P_k + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^K \sum_{k=1}^K \beta_{jk} P_j P_k + \varphi(r,U) e^{\gamma'P} \quad \dots\dots\dots (28)$$

En donde, $e(P,r,U)$ es la verdadera función de gasto con la que está relacionada la función de cuasi-gasto $\xi[P, r, \phi(r, U)]$.

Las ecuaciones del sistema de demanda LINGUAD, tienen la siguiente especificación:

$$q_i = \alpha(q)_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} P_k + \gamma \left[M - \sum_{k=1}^K \alpha(q)_k P_k - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^K \sum_{k=1}^K \beta_{jk} P_j P_k \right] \quad \dots\dots\dots (29)$$

3. Descripción general de la población del país

Según cifras del censo de población de 2018 (INE, 2020), en este año Guatemala tenía 14,901,286 habitantes, de los cuales el 51.53% son mujeres y el 48.47% son hombres. En la actualidad (2021), la población se estima en 17,109,746 habitantes. Según datos del censo, su población es joven, el 54.69% tiene menos de 25 años. Socioculturalmente, el

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

41.66% de los habitantes habla lenguas mayas. Un poco más de la mitad habita en áreas urbanas (53.85%). La población de 7 años o más asciende a 12,528,937 de personas y de éstas el 81.53% son alfabetos. El alfabetismo es del 85.04% entre los hombres de estas edades y del 78.28% entre las mujeres. La población de 15 años o más asciende a 9,928,561 de personas y de estas el 50.57% constituye la población económicamente activa y de la misma, el 97.30% se encuentra ocupada. En el país existen 3,275,931 hogares y el número de miembros por hogar asciende a 4.55 personas.

Según información de la base de datos de la ENCOVI de 2014, el gasto anual de los hogares oscila entre Q1,850.65 y Q428,538.53 y estimaciones hechas con el gasto expandido del hogar³ de esta base de datos, su media es de Q55,090.17, su desviación estándar es de Q38,866.68 y registra un coeficiente de variación de 70.55%, el cual corrobora la fuerte variabilidad que sugiere la oscilación de sus valores. Sobre la inequidad de la distribución del gasto anual puede indicarse que

mientras el primer decil posee el 3.03% del gasto nacional de los hogares, el decil superior concentra el 26.03%.

4. Metodología

4.1. Los datos

Para realizar el estudio se usaron las bases de datos de la Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI) de 2014. Esta encuesta tiene información de 11,536 hogares. De los dos estudios anteriores sobre consumo de cárnicos realizados por los autores (Reyes Hernández y Calderón Aguirre, 2021a y 2021b), se heredaron bases de datos con todos los alimentos cárnicos y divididas en deciles de gasto del hogar.

Con estas bases se formaron dos archivos, uno para el primer decil y otro para el décimo. Para formar parte de cada archivo fue requisito que en los hogares se consumiera al menos uno de los alimentos cárnicos estudiados. De este modo, el archivo del primer decil tuvo 999 hogares y 1,061 hogares, el décimo.

3. Inferencia del gasto del hogar de la muestra a la población nacional.

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

Los grupos de alimentos fueron:

- i. Carne de res que agrupó a las carnes de res sin y con hueso y carne molida;
- ii. Carne de cerdo que agrupó a las carnes de cerdo sin y con hueso y chicharrones y carnitas;
- iii. Carne de pollo que consideró solamente carne de pollo;
- iv. Visceras que agrupó vísceras de res y pollo;
- v. Embutidos que consideró solamente embutidos;
- vi. Pescado que agrupó pescado fresco y seco, sardinas y atún enlatados y mariscos.

Todos los alimentos se midieron en kilogramos anuales por hogar y sus precios en Quetzales por kilogramo. En 2014, el año a que corresponde la información, el tipo de cambio era de Q7.74 por dólar estadounidense.

El consumo de los alimentos cárnicos no es universal en Guatemala y como en otros países, lo determinan las preferencias del tomador de decisiones alimentarias del hogar, aspectos culturales, la disponibilidad de recursos financie-

ros, los precios de los alimentos, lo corto del período de recolección de información durante la encuesta y otros. Como resultado de estos factores, en la muestra existen muchos hogares con consumo igual a cero y los precios en estos casos son desconocidos.

Para resolver el problema de estos precios fue necesario determinar el nivel en que la demanda fue cero. Para ello se siguió el enfoque de ajuste de precios por calidad propuesto por Cox y Wohlgenant (1986) y usado por Park et al. (1996) y Berges y Casellas (2007). En este caso se ajustó una función de demanda inversa a la que se le incluyeron variables para describir al hogar y al tomador de decisiones. Se usó la siguiente ecuación:

$$P_{jh} = \alpha + \delta_1 \text{Sexo}JH_h + \delta_2 \text{Edad}JH_h + \delta_3 JH\text{Analfbto}_h + \delta_4 JH\text{Español}_h + \delta_5 AURbana_h + \delta_6 TH_h + \delta_7 GtoHogar_h + \delta_8 q_{jh} + U_h \dots\dots\dots (30)$$

En donde, P es el precio del j -ésimo alimento; $\text{Sexo}JH$ es el sexo del jefe de hogar (1=mujer; 0=hombre); $\text{Edad}JH$ es la edad del jefe de hogar; $JH\text{Analfbto}$ identifica el analfabetismo del jefe de hogar (1=es analfabeta; 0=no es analfabeta); $JH\text{Español}$ identifica si el jefe de hogar habla español (1=habla español; 0=no habla español); $AURbana$ identifica en donde se localiza el hogar (1=ho-

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

gar en área urbana; 0=área rural); TH es el tamaño de hogar, GtoHogar es el gasto anual del hogar y q es la cantidad comprada del j-ésimo alimento; y U es el componente aleatorio de error. Como precio de los consumos cero se usó el intercepto (α).

Para resolver el problema de los consumos igual a cero que sesga las estimaciones de los parámetros de la regresión, conocido como el problema de la muestra censurada (Gujarati y Porter, 2010), se usó el enfoque propuesto por Heckman (1977 y 1979) y generalizado por Heien and Wessells (1990), este es el de la estimación de las razones inversas de Mills (RIM) para cada hogar y luego adicionarlas como variables explicativas en las funciones de demanda de cada alimento. Para su estimación se siguió un proceso de dos etapas. En la primera se ajustaron modelos probit para explicar la decisión de compra de un alimento. Este caso, la compra es una variable binaria (1=compró; 0=no compró). En la segunda etapa, con las funciones de densidad normal y de probabilidades acumuladas asociados a los modelos probit, se estiman las RIM.

El modelo probit se especificó de la manera siguiente:

$$P[1 | Z] = F(Z) = F(\beta X) \dots\dots\dots (31)$$

En donde, F(Z) es la función de probabilidad normal acumulada y se obtiene como la integral de la función de densidad normal estándar, f(Z),

$$f(Z) = 2\pi^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{Z^2}{2}} \dots\dots\dots (32)$$

De esta manera, la F(Z) es,

$$F(Z) = \int_{-\infty}^Z 2\pi^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ \dots\dots\dots (33)$$

Por su parte, las Z para cada alimento se especificaron como funciones de demanda que además de los precios de los alimentos e ingreso, comprendieron variables socioeconómicas. Para su ajuste se usaron los precios (incluyendo los predichos para la demanda igual a cero) y las variables socioeconómicas de la ecuación (30). La ecuación para las Z fue la siguiente:

$$Z_h = \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo}_h H_h + \beta_2 \text{Edad}_h H_h + \beta_3 JH \text{Anal} f b t a_h + \beta_4 JH \text{Español}_h + \beta_5 HU \text{rban}_h + \beta_6 TH_h + \beta_7 P \text{Res}_h + \beta_8 P \text{Cerdo}_h + \beta_9 PP \text{ollo}_h + \beta_{10} PV \text{isc}_h + \beta_{11} P \text{Embut}_h + \beta_{12} PP \text{esc}_h + \beta_{13} G \text{toHogar}_h \dots\dots\dots (34)$$

En donde, las primeras seis variables y GtoHogar ya fueron definidas en la ecuación (30), PRes es el precio de carne de res, PCerdo es el precio de cerdo, ..., y PPesc, precio de pescado y mariscos.

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

Las razones inversas de Mills se estimaron con las fórmulas de Heien and Wessells (1990),

$$RIM_{jh} = \frac{f(z)}{F(z)} \quad \text{si } Z \text{ observado} = 1 \quad \dots\dots\dots (35a)$$

$$RIM_{jh} = \frac{f(z)}{1 - F(z)} \quad \text{si } Z \text{ observado} = 0 \quad \dots\dots\dots (35b)$$

4.2. Modelo econométrico

Se usó el modelo de sistema lineal de gasto. En general, este modelo se ha ocupado para ajustar sistemas de demanda de grupos de alimentos. El modelo que se empleó es el resultado de realizar las operaciones indicadas en la ecuación (12), quedando especificado de la manera siguiente:

$$P_{jh}q_{jh} = \gamma_j(1 - \beta_j)P_{jh} + \beta_jY_h - \sum_{k=1}^n \gamma_k\beta_j P_{kh} + U_h \quad \dots\dots\dots (36)$$

En donde, P_j es el precio del j -ésimo alimento; q_j es cantidad del j -ésimo alimento; Y_h es el presupuesto de consumo del h -ésimo hogar; γ_j es el nivel de gasto de subsistencia en el j -ésimo alimento; β_j es la fracción del ingreso arriba del gasto de subsistencia gastada en el j -ésimo alimento; β & γ son los parámetros por estimar; U es el componente aleatorio de error; h identifica al h -ésimo hogar en los datos ($h = 1, 2, \dots, n$); j identifica al j -ésimo alimento cárnico ($j = 1, 2, \dots, 6$)

Sustituyendo los precios, cantidades de los alimentos estudiados y el presupuesto de gasto en alimentos cárnicos en (36), el modelo econométrico fue:

$$P_{jh}q_{jh} = \gamma_j(1 - \beta_j)P_{jh} + \beta_jY_h - \sum_{k=1}^n \gamma_k\beta_j P_{kh} + U_h \quad \dots\dots\dots (36)$$

$$PCRes_hqCRes_{jh} = \gamma_{11}(1 - \beta_1) PCRes_h + \beta_1M_h - \beta_1\gamma_{12}PCCerdo_h - \beta_1\gamma_{13}PCPollo_h - \beta_1\gamma_{14}PVisc_h - \beta_1\gamma_{15}PEmbut_h - \beta_1\gamma_{16}PPesc_h + \delta_1RIM_CRes_h + U_{1h}$$

$$PCCerdo_hqCCerdo_{jh} = \gamma_{22}(1 - \beta_2) PCCerdo_h + \beta_2M_h - \beta_2\gamma_{21}PCRes_h - \beta_2\gamma_{23}PCPollo_h - \beta_2\gamma_{24}PVisc_h - \beta_2\gamma_{25}PEmbut_h - \beta_2\gamma_{26}PPesc_h + \delta_2RIM_CCerdo_h + U_{2h}$$

$$PCPollo_hqCPollo_{jh} = \gamma_{33}(1 - \beta_3) PCPollo_h + \beta_3M_h - \beta_3\gamma_{31}PCRes_h - \beta_3\gamma_{32}PCCerdo_h - \beta_3\gamma_{34}PVisc_h - \beta_3\gamma_{35}PEmbut_h - \beta_3\gamma_{36}PPesc_h + \delta_3RIM_CPollo_h + U_{3h}$$

$$PVisc_hqCVisc_{jh} = \gamma_{44}(1 - \beta_4) PVisc_h + \beta_4M_h - \beta_4\gamma_{41}PCRes_h - \beta_4\gamma_{42}PCCerdo_h - \beta_4\gamma_{43}PCPollo_h - \beta_4\gamma_{45}PEmbut_h - \beta_4\gamma_{46}PPesc_h + \delta_4RIM_Visc_h + U_{4h}$$

$$PEmbut_hqCEmbut_{jh} = \gamma_{55}(1 - \beta_5) PEmbut_h + \beta_5M_h - \beta_5\gamma_{51}PCRes_h - \beta_5\gamma_{52}PCCerdo_h - \beta_5\gamma_{53}PCPollo_h - \beta_5\gamma_{54}PVisc_h - \beta_5\gamma_{56}PPesc_h + \delta_5RIM_Embut_h + U_{5h}$$

$$PPesc_hqCPesc_{jh} = \gamma_{66}(1 - \beta_6) PPesc_h + \beta_6M_h - \beta_6\gamma_{61}PCRes_h - \beta_6\gamma_{62}PCCerdo_h - \beta_6\gamma_{63}PCPollo_h - \beta_6\gamma_{64}PVisc_h - \beta_6\gamma_{65}PEmbut_h + \delta_6RIM_Pesc_h + U_{6h}$$

..... (37)

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos en Guatemala, 2014: Primera parte

En donde, $PCarneRes$, $PCCerdo$, ..., $PPesc$ ya fueron definidos en la ecuación (34); $qCarneRes$ es la cantidad demanda de carne de res, $qCarneCerdo$ es la cantidad demandada de carne de cerdo, ..., y $qPesc$ es la cantidad demandada de pescado y mariscos; M es el gasto en alimentos cárnicos y RIM son las razones inversas de Mills. Como ya se indicó, exceptuando a la carne de pollo, todos los alimentos son agrupamientos de varios alimentos.

Se ajustó un modelo para el primer decil de hogares y otro para el decil décimo. Como técnica para ajustar el modelo se usó el enfoque de las regresiones aparentemente no relacionadas. Todos los ajustes se hicieron con el programa GRET (Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library). Luego se estimaron las elasticidades precio, gasto e ingreso.

Las fórmulas de las elasticidades son las siguientes:

Elasticidad precio propia del j-ésimo alimento

$$\varepsilon_{P_j} = \frac{\sum \beta_j Y_k \bar{P}_k - \beta_j \bar{M}}{\bar{P}_j \bar{q}_j} \quad \dots\dots\dots (38)$$

Elasticidad cruzada del j-ésimo alimento

$$\varepsilon_{P_j P_k} = - \frac{\beta_j Y_k}{\bar{P}_j} \quad \dots\dots\dots (39)$$

Elasticidad gasto del j-ésimo alimento

$$\eta_{M_j} = \frac{\beta_j Y_k}{\bar{P}_j \bar{q}_j} \quad \dots\dots\dots (40)$$

Las elasticidades ingreso de los alimentos estudiados no se obtuvieron directamente del sistema lineal de gasto, para ello se empleó el enfoque usado por Park et al. (1996) y Berges y Casellas (2007). El enfoque consistió en estimar la elasticidad ingreso del gasto en alimentos cárnicos y luego usarla para estimar la elasticidad ingreso de cada alimento. Para ello se ajustó la ecuación (41), la cual se obtuvo con mínimos cuadrados generalizados para corregir la heterocedasticidad que presentó con mínimos cuadrados ordinarios.

$$M_h = \pi_0 + \pi_1 Y_h + e_h \quad \dots\dots\dots (41)$$

Como variable proxy del ingreso (Y) de usó el gasto total del hogar. De esta manera las elasticidades ingreso del gasto en alimentos cárnicos y de cada alimento fueron,

$$\eta_Y = \pi_1 \frac{\bar{Y}}{\bar{M}} \quad \dots\dots\dots (42)$$

$$\eta_{Y_j} = \eta_{M_j} \eta_Y \quad \dots\dots\dots (43)$$

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

La barra sobre cada variable indica que se trata del valor promedio de la misma.

4.3. Método de ajuste del modelo econométrico

Como ya se indicó, el modelo econométrico fue ajustado con el método de las regresiones aparentemente no relacionadas. Este es conocido como SUR por sus siglas en inglés ("seemingly unrelated regressions"). Fue propuesto por Zellner (1962) para el caso en que las ecuaciones de un sistema se encuentren relacionadas a través de sus componentes de error. Con este enfoque, todos los coeficientes de las ecuaciones del sistema se estiman simultáneamente usando mínimos cuadrados generalizados. Matricialmente, este enfoque se explica de la manera siguiente (Zellner, 1962 y Johnston, 1979):

Sea el sistema de ecuaciones

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & X_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \dots \\ U_m \end{bmatrix} \dots\dots\dots (44)$$

En donde, Y_i es un vector ($n \times 1$), X_i una matriz ($n \times k$), β_i un vector ($k \times 1$) y U_i un vector ($n \times 1$). La matriz de varianzas y covarianzas de U , por definición, es

$$\Sigma = E(UU') = \begin{bmatrix} E(U_1U_1') & E(U_1U_2') & \dots & E(U_1U_m') \\ E(U_2U_1') & E(U_2U_2') & \dots & E(U_2U_m') \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ E(U_mU_1') & E(U_mU_2') & \dots & E(U_mU_m') \end{bmatrix} \dots\dots\dots (45)$$

En donde, cada término en la diagonal principal es una matriz ($n \times n$) de varianzas y covarianzas. De este modo, $E(U_iU_i')$ es la matriz de varianzas y covarianzas de la i -ésima ecuación del sistema. Cada término fuera de la diagonal principal es una matriz ($n \times n$) cuyos elementos son las covarianzas entre errores de una pareja de ecuaciones.

Ahora si por hipótesis,

$$E(U_iU_j') = \sigma_{ij}I \dots\dots\dots (46)$$

entonces, la matriz de varianzas y covarianzas es

$$\Omega = \Sigma \otimes I = \begin{bmatrix} \sigma_{11}I & \sigma_{12}I & \dots & \sigma_{1m}I \\ \sigma_{21}I & \sigma_{22}I & \dots & \sigma_{2m}I \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{m1}I & \sigma_{m2}I & \dots & \sigma_{mm}I \end{bmatrix} \dots\dots\dots (47)$$

en donde, I es una matriz unitaria ($n \times n$) y $\otimes$ es el producto de Kronecker.

Al aplicar los mínimos cuadrados de Aitken se obtiene el estimador

Mamerto Reyes Hernández ◀ Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte

$$\hat{\beta} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y \quad \dots\dots\dots (48)$$

en donde

$$\Omega^{-1} = \Sigma^{-1} \otimes I$$

Como Ω no se conoce, σ_{ii} se calcula con

$$S_{ii} = \frac{(Y_i - X_i \hat{\beta}_i)'(Y_i - X_i \hat{\beta}_i)}{n - k_i} \quad \dots\dots\dots (49)$$

y σ_{ij} por medio de

$$S_{ij} = \frac{(Y_i - X_i \hat{\beta}_i)'(Y_j - X_j \hat{\beta}_j)}{[(n - k_i)(n - k_j)]^{\frac{1}{2}}} \quad \dots\dots\dots (50)$$

Debe indicarse que en ausencia de correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones del sistema, los estimadores del método de regresiones aparentemente no relacionadas son iguales a los obtenidos con mínimos cuadrados ordinarios ajustando ecuación por ecuación. Por otro lado, si las variables explicativas son las mismas para todas las ecuaciones, los estimadores obtenidos también son iguales, indistintamente si hay o no correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones (Johnston, 1979). En el caso del modelo acá usado, las variables explicativas no son las mismas, difieren en las RIM de cada ecuación.

Referencias

- Banks, J.; Blundell, R. and Lewbel, A. (1997). Quadratic Engel Curves and Consumer Demand. *The Review of Economics and Statistics*, 79(4): 527-539.
- Barten, A. P. (1969). Maximum Likelihood Estimation of a Complete System of Demand Equations. *European Economic Review*, 1(1): 7-73.
- Berges, M. y Casellas, K. (2007). Estimación de un sistema de demanda de alimentos: un análisis aplicado a hogares pobres y no pobres. En F. Gaiger Silveira, L. Mendes Santos Servo, T. Menezes, S. Francisco Pila (Ed.) *Gasto e consumo das famílias brasileiras contemporâneas*, Volume 2 (Pp 529-551). Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Christensen, L. R.; Jorgenson, D.W. and Lau, L. J. (1975). Transcendental Logarithmic Utility Functions. *American Economic Review*, 65(3): 367-383.
- Cox, T.L. and Wohlgenant, M.K. (1986). Prices and Quality Effects in Cross-Sectional Demand Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4): 908-919.
- Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980). An Almost Ideal Demand System. *The American Economic Review*, 70(3): 312-326.

Mamerto Reyes Hernández ◀ **Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte**

- Ferguson, C.E. y Gould, J.P. (1985). Teoría microeconómica. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gujarati, D. y Porter, D.C. (2010). *Econometría*, Quinta Edición. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Galvis Aponte, L. A. (2000). La demanda de carnes en Colombia: Un análisis econométrico. Documentos de trabajo sobre Economía Regional No. 13. Cartagena de Indias, Colombia: Banco de la República.
- Guilkey, D. K.; Lovell, C. A. K. & Sickles, R. C. (1983): A comparison of the performance of three flexible functional forms. *International Economic Review*, 24(3):591-616.
- Hawkes, J., 1979. Prehistoria. *Historia de la Humanidad*. Barcelona: Editorial Planeta- UNESCO. Volumen 1: 33-291.
- Heckman, J.J. (1977). Sample selection bias as a specification error (with an application to the estimation of labor supply functions). NBER Working Paper No. 172. Stanford, California: Center for Economic Analysis of Human Behavior of National Bureau of Economic Research.
- Heckman, J.J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47(1): 153-161.
- Heien, D. and Wessells, C.R. (1990). Demand systems estimation with microdata: a censored regression approach. *Journal of Business & Economic Statistics*, 8(3): 365-371.
- Hirshleifer, J. (1985). *Teoría de los precios y sus aplicaciones*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- INE, Instituto Nacional de Estadística. (2020). XII Censo nacional de población y VII de vivienda: Resultados del censo de 2018. <https://www.censopoblacion.gt>
- INE, Instituto Nacional de Estadística. (2021). Estadísticas continuas, índice de precios al consumidor, años 2012 a 2021. https://www.ine.gob.gt/estadisticasine/index.php/ipc/ipc_menus
- Intriligator, M. D. (1990). *Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Johnston, J. (1979). *Métodos de econometría*. Tercera Edición. Barcelona: Vicens-Vives.
- Krugman, P.; Wells, R.; y Graddy, K. (2013). *Fundamentos de economía*. Segunda Edición. Barcelona: Editorial Reverté.
- LaFrance, J. T. (1990). Incomplete demand systems and semilogarithmic demand models. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 34(2): 118-131.
- Lanfranco, B. (2004). Aspectos teóricos y estimación empírica de sistemas de demanda por alimentos. Trabajo

Mamerto Reyes Hernández ◀ **Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte**

- presentado en I Congreso Regional de Economistas Agrarios 2004, II Congreso Rioplatense de Economistas Agrarios, XXXV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria y IX Congreso de Economistas Agrarios de Chile, 3 al 5 de noviembre de 2004. Mar del Plata, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/271504264_Aspectos_teoricos_y_estimacion_empirica_de_sistemas_de_demanda_por_alimentos
- Lanfranco Crespo, B. y Rava Zefferino, C. (2014). Los cambios en los patrones de consumo de carnes en el mercado interno. Serie Técnica No. 2018. Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
- Latham, M. C. (2002). Carne, pescado, huevos, leche y productos derivados. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición No. 29. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0x.htm#bm33x>
- Lazar, M. G. (2016). Análisis de la demanda de carnes y pescados frescos en Aragón. Tesis de licenciatura. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Mankiw, N.G. (2012). *Principios de economía*. Sexta Edición. México: Cengage Learning Editores.
- Martínez Damián, M. A.; Mora-Flores, J. S. y Téllez Delgado, R. (2016). Demanda por carne de pavo: Efecto precio o efecto gasto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(2): 139-144. <http://www.revista.cccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2127/1016>
- Mora, J.J. (2002). Introducción a la teoría del consumidor: de la preferencia a la estimación. Serie de textos universitarios de la ICESI No. 38. Cali, Colombia: Universidad ICESI.
- Pace Guerrero, I.; Berges, M. y Casellas, K. (2012). Cambios en el comportamiento de consumo de alimentos de los hogares en el período 1996/7 - 2004/5. Trabajo presentado en XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, 9-11 octubre 2012. Corrientes, Argentina. <http://nulan.mdp.edu.ar/1896/>
- Park, J.L.; Holcomb, R.B.; Raper, K.C. and Capps, O. (1996). A Demand Systems Analysis of Food Commodities by U.S. Households Segmented by Income. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(2): 290-300.
- Ramírez Tinoco, J.; Martínez Damián, M. A.; García Mata, R.; Hernández Garay, A; y Mora Flores, J. S. (2011). Aplicación de un sistema de demanda casi ideal (AIDS) a cortes de carnes de bovino, porcino, pollo, huevo y tortilla en el periodo de 1995-2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1): 39-51.



Mamerto Reyes Hernández ◀ **Análisis econométrico del consumo de alimentos cárnicos
Lesbia Calderón Aguirre en Guatemala, 2014: Primera parte**

- Reyes Hernández, M. (2017). Relaciones entre las desigualdades de las distribuciones de la tierra, el ingreso y la educación. *Revista Digital Análisis de la Realidad Nacional* 6(130):43-62. <http://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2017/11/IPN-RD-130.pdf>
- Reyes-Hernández, M. y Calderón Aguirre, L. (2021a). El consumo de alimentos cárnicos en Guatemala, 2006 y 2014. *Revista Digital Análisis de la Realidad Nacional*, 10(199): 74-100. <http://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2021/02/IPN-RD-199.pdf>
- Reyes-Hernández, M. y Calderón Aguirre, L. (2021b). Consumo de carne de res, pollo, frijol, arroz y tortilla por deciles de ingreso de hogares de Guatemala, 2014. *Revista Digital Análisis de la Realidad Nacional*, 10(212): 107-137. <https://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2021/09/IPN-RD-212-2.pdf>
- Rossini, G. y Depetris Guiguet, E. (2008). Demanda de alimentos en la Región Pampeana Argentina en la década de 1990: Una aplicación el modelo LA-AIDS. *Agroalimentaria*, 14(27): 55-65.
- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Quinta edición. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Stone, J. R. N. (1954). Linear Expenditure Systems and Demand Analysis: An Application to the Pattern of British Demand. *The Economic Journal*, 64(255): 511-527.
- Theil, H. (1965). The Information Approach to Demand Analysis. *Econometrica*, 33(1): 67-87.
- Tomek, W. G. and Kaiser, H. M. 2014. *Agricultural Product Prices*, Fifth Edition. Ithaca, New York: Cornell University Press.
- Villar, A. (1999). *Lecciones de microeconomía*. Barcelona, España: Antoni Bosh.
- Zellner, A. (1962). An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57(298): 348-368
- Zink, K. D. and Lieberman, D. E. (2016). Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature*, 531: 500-503.

*** Continuará en una segunda
parte y final en el próximo número
