

El mercado de huevo en México: tendencia hacia la diferenciación en su consumo*

Egg market in Mexico: a tendency towards differentiation in consumption

Yareli Yazmín Mendoza Rodríguez^{1§}, José de Jesús Brambila Paz¹, José Jaime Arana Coronado¹, Dora Ma. Sangerman-Jarquín² y Jorge Nery Molina Gómez³

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Posgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática. Carretera México-Texcoco, km 36.5, 56230 Montecillo, Estado de México. México. Tel: 5959520200, ext. 1838, 1800. (jbrambilaa@colpos.mx; jarana@colpos.mx). ²Campo Experimental Valle de México- INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco, km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México, C. P. 56250. Tel: 01 800 0882222. Ext 85353. (sangerman.dora@inifap.gob.mx). ³Fideicomiso de Riesgo Compartido. Av. Cuauhtémoc No. 1230 piso 15. Col. Santa Cruz Atoyac, México, D. F. C. P. 03300. Delegación Benito Juárez. Tel. 55-50-621- 200. Ext. 31076. (molina.jorge@colpos.mx). [§]Autora para correspondencia: yare.mendoza@gmail.com.

Resumen

México es el mayor consumidor per cápita de huevo en el mundo; factores como las enfermedades crónicas asociadas al sobrepeso y a la obesidad, y las tendencias hacia una alimentación sana y natural, han impactado en la disminución del consumo de huevo genérico, reduciendo así la rentabilidad del negocio del pequeño y mediano productor de huevo. La estrategia económica para mantener la rentabilidad es producir un huevo diferenciado para el mercado nacional. El objetivo de la presente investigación es medir la tendencia de consumo per cápita de huevo para plato en México para fijar el máximo consumo permisible utilizando un modelo de ecuaciones en diferencia de segundo orden, lineales, no homogéneas y con equilibrio móvil, considerando un período de estudio de 1980 a 2013. Los resultados mostraron que el consumo de huevo para plato en México ya llegó a un límite de consumo saludable, por lo que la demanda futura sólo crecerá al ritmo de crecimiento de la población. El huevo diferenciado representa para el pequeño y mediano productor la estrategia económica a seguir; y para el consumidor una fuente alternativa para el consumo de un alimento saludable acorde a necesidades específicas.

Abstract

Mexico is the largest per capita consumer of eggs in the world; factors such as chronic diseases associated with overweight and obesity, and trends towards a healthy and natural diet, has impact on reducing the consumption of generic egg, thus reducing the profitability of small and medium egg producer. The economic strategy to maintain profitability is to produce a differentiated egg for domestic market. The aim of this research is to measure the trend in per capita consumption of table eggs in Mexico to set the maximum allowable consumption using a model of difference equations of second order, linear, inhomogeneous and moving equilibrium, considering a period of study from 1980 to 2013. The results showed that the consumption of table egg in Mexico reached a limit to a healthy consumption limit, so that future demand will only grow at the pace of population growth. The differentiated egg represents for small and medium producers an economic strategy to follow; and for consumer an alternative to consume a healthy food according to specific needs.

Keywords: differentiated egg, economic strategy, generic egg.

* Recibido: julio de 2016
Aceptado: septiembre de 2016

Palabras clave: estrategia económica, huevo genérico, huevo diferenciado.

Introducción

El huevo es un alimento primordial en la dieta del mexicano, es una fuente de proteína de excelente calidad, superior a la de la leche y la carne (Torre *et al.*, 2012); sin embargo, también es considerado un alimento con alto contenido en colesterol (McGee, 2007). A partir de los años setenta se generó la creencia de que el colesterol de la dieta causaba un incremento del colesterol en la sangre, por lo que recomendaciones fueron dirigidas a reducir el consumo de huevo. Pero las últimas recomendaciones señalan que la ingesta moderada de este alimento no incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (IEH, 2009).

Instituciones como la Asociación Americana del Corazón, declara que el colesterol procedente de los huevos no supone un riesgo añadido para padecer enfermedades cardiovasculares, permitiendo recomendar la toma de un huevo al día, en lugar de la recomendación previa, de hasta tres huevos a la semana (IEH, 2009). La Fundación Nacional del Corazón de Australia, señala que se pueden ingerir hasta 6 huevos por semana como parte de una dieta sana y equilibrada, incluidas personas con diabetes o síndrome metabólico, sin que esto aumente el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares (Heart Foundation, 2014).

Por su parte, la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) en sus guías alimentarias para la población española indica que para un niño, persona de tamaño pequeño, o mediano, o inactiva, podría ser conveniente un consumo de tres a cuatro huevos por semana, mientras que una persona corpulenta, o físicamente activa, podría consumir hasta siete huevos por semana, en el contexto de una dieta variada y equilibrada (IEH, 2009). México es el principal consumidor de huevo per cápita para plato a nivel mundial, de acuerdo con la unión nacional de avicultores (UNA) el consumo de huevo per cápita en 2014 alcanzó los 21.9 kg (UNA, 2014), equivalente a casi un huevo diario.

El consumo de huevo en México en las últimas tres décadas (1980 a 2013), ha mostrado una tasa de crecimiento continua de 2.4% (Figura 1). De seguir a este ritmo, se estima que para el año 2030 el consumo de huevo per cápita alcanzará los 32.92 kg por año (cerca de 527 huevos), aproximadamente

Introduction

The egg is a staple food in Mexican diet, is a source of high quality protein, higher than that of milk and meat (Torre *et al.*, 2012); however, it is also considered a food high in cholesterol (McGee, 2007). From the seventies the belief that dietary cholesterol caused an increase in blood cholesterol was generated, so recommendations were aimed at reducing egg consumption. But the latest recommendations suggest that moderate intake of this food does not increase the risk of cardiovascular disease (IEH, 2009).

Institutions such as the American Heart Association says that cholesterol from eggs does not pose an added risk for cardiovascular disease, enabling the recommendation of taking one egg a day, instead of the previous recommendation of up to three eggs a week (IEH, 2009). The National Heart Foundation from Australia, notes that can be eaten up to six eggs per week as part of a healthy and balanced diet, including people with diabetes or metabolic syndrome, without this increasing the risk of cardiovascular disease (Heart Foundation, 2014).

For its part, the Spanish Society of Community Nutrition (SENC) in their food guidelines for Spanish population indicate that for a child, person of small, or medium, or inactive size, may be appropriate the consumption of three to four eggs per week while a portly, or physically active person could consume up to seven eggs per week, in the context of a varied and balanced diet (IEH, 2009). Mexico is the main consumer of per capita table eggs worldwide, according to the National Union of Poultry Farmers (UNA) egg consumption per capita in 2014 reached 21.9 kg (UNA, 2014), equivalent to almost a daily egg.

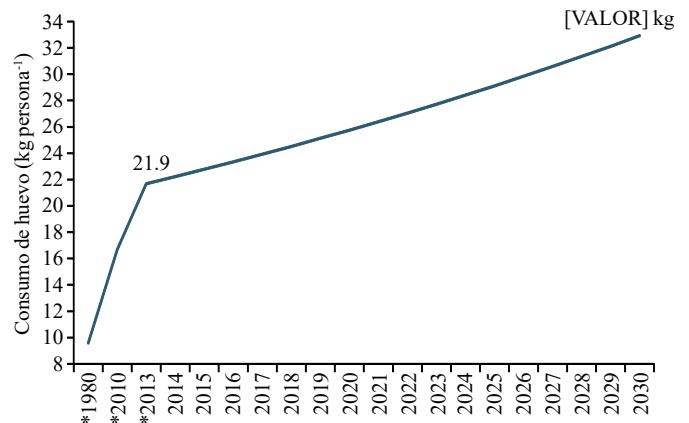
Egg consumption in Mexico in the last three decades (1980-2013), has shown a continuous growth rate of 2.4% (Figure 1). To continue at this rate, it is estimated that by 2030 the per capita egg consumption will reach 32.92 kg per year (about 527 eggs), approximately an egg and a half a day, more than the recommended healthy intake. So it is expected that generic egg consumption per capita will not grow at the pace it had been doing and consumption may stabilize in the coming years. Therefore, the economic strategy for the producer is to take advantage that the differentiated egg market is starting to grow.

un huevo y medio al día, más de la ingesta saludable recomendada. Por lo que es de esperar que el consumo de huevo genérico per cápita no va a crecer al ritmo que lo venía haciendo y es posible que el consumo se estabilice en los próximos años. Por lo anterior, la estrategia económica para el productor es aprovechar que empieza a crecer el mercado de huevo diferenciado.

Huevo diferenciado. El huevo es un alimento con basto contenido de nutrientes, contiene una abundante provisión de ácido linoléico, minerales, casi todas las vitaminas (excepto la vitamina C) y dos pigmentos vegetales: la luteína y la zeaxantina. Una vez que es cocinado, se convierte en uno de los alimentos más completos que existen, ya que la cocción desactiva las proteínas que no son benéficas para el organismo humano (McGee, 2007). La eliminación por completo del huevo en la dieta es una práctica que se viene haciendo desde hace ya algunos años, pero estudios e investigaciones al respecto, han demostrado que el no consumir este alimento en la dieta genera más perjuicios que beneficios (Carrillo, 2005).

Países como Japón, Estados Unidos de América y Canadá han disminuido su consumo, lo cual se debe según Rojas (2005), a que el consumidor de estos países se está preocupando más por sus salud, ejemplo de ello son los problemas relacionados con el colesterol. De ahí, que la industria del huevo, se ha dado a la tarea de diseñar nuevos tipos de huevo basados en estas tendencias (Cruz, 2012). Hasta hace pocos años, en el mercado comenzaron a aparecer huevos con un mayor contenido de ciertos nutrientes como el caso de los ácidos grasos omega 3 (principalmente EPA y DHA), algunos minerales, vitaminas y precursoras de estas últimas (IEH, 2009).

Otro tipo de huevos diferenciados son los adicionados con vitaminas y minerales traza. Las principales vitaminas que se utilizan para enriquecerlos son: vitaminas E, A, D3, ácido fólico, B12, biotina y B2; entre los minerales más utilizados para adicionar al huevo son: hierro, yodo, manganeso, selenio y cromo. Estos últimos pueden llegar a cubrir entre el 15 y 60% de las necesidades diarias de una persona (Torre *et al.*, 2012). Los huevos enriquecidos con luteína y zeaxantina, ayudan a aportar un nivel superior de carotenoides de forma natural y con alta biodisponibilidad, siendo esto de gran importancia para el organismo, principalmente para la vista. Se ha mostrado, que estos pigmentos protegen al ojo del daño provocado por la radiación ultravioleta, reducen el riesgo de degeneración macular y la aparición de cataratas. En Latinoamérica, el huevo contiene alrededor de 0.2-0.3 mg



Fuente: elaboración con datos de la Unión Nacional de Avicultores (UNA)- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) - Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT)- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). *Datos proyectados a partir de 2013.

Figura 1. Consumo nacional aparente per cápita de 1980 - 2030.*

Figure 1. National apparent consumption per capita from 1980 - 2030.*

Differentiated egg. The egg is a food with high nutrient content, it contains an abundant supply of linoleic acid, minerals, almost all vitamins (except vitamin C) and two plant pigments: lutein and zeaxanthin; once it is cooked, it becomes one of the most complete foods that exist, because cooking deactivate proteins that are not beneficial to the human body (McGee, 2007). A complete removal of egg from diet is a practice that has been done for some years now, but studies and research on the subject, have shown that by not consuming this food in the diet produces more harm than good (Carrillo, 2005).

Countries such as Japan, United States and Canada have decreased their consumption, which according to Rojas (2005) is because to the consumers from these countries are more concerned about their health, an example of it are the problems associated with cholesterol. Hence, the egg industry has been given the task of designing new types of egg based on these trends (Cruz, 2012). A few years ago started to appear in the market eggs with a higher content of certain nutrients such as the case of omega 3 (mainly EPA and DHA), some minerals, vitamins and precursors from the latter (IEH, 2009).

Another type of differentiated eggs are added with vitamins and trace minerals. The main vitamins that are used to enrich them are: vitamins E, A, D3, folic acid, B12, biotin and B2; among the most used minerals to add to the egg are iron, iodine, manganese, selenium and chromium. The

de carotenoides, mientras que un huevo enriquecido aporta entre 0.6-0.8 mg, lo que significa que es tres veces más que un complemento multivitamínico (Torre *et al.*, 2012).

Existen también los huevos diferenciados con aplicaciones médicas. "En este tipo de huevos, la gallina es expuesta a un antígeno específico (ejemplo: *Escherichia coli*) y se usa un sistema inmunológico para la producción de anticuerpos, los cuales no sólo van a protegerla de esta bacteria sino que pasaran al huevo que ella pone. Los humanos que consuman de estos huevos van a protegerse de las infecciones de *E. coli* de manera inmediata; a este tipo de protección se le conoce como inmunidad pasiva" (Rosales, 2006 citado en Torre *et al.*, 2012).

Además de los huevos que son enriquecidos, en el mercado se encuentran otra clase de huevos diferenciados por el sistema de producción, entre ellos se identifican los: vegetarianos, orgánicos, de pastura, de granjas de libertad en movimiento, por mencionar lo más comunes. La diferenciación del huevo, no solo se ha dado a partir del enriquecimiento, modificación de ciertos componentes o por la forma de producirlos, también se ha dado en función de aspectos sanitarios y de inocuidad, de manejabilidad y de aumento de la vida de anaquel, con características adaptadas a las necesidades del consumidor final. De ahí que existe otro segmento de mercado dentro de la industria del huevo, que también va en aumento, y es el mercado de los ovoproductos o productos procesados de huevo. Como se puede observar en el Cuadro 1, el consumidor de huevo de plato está dispuesto a pagar un sobrepago por un huevo diferenciado, hasta tres veces más, aunque por el momento este mercado es reducido pero con alto crecimiento.

El desarrollo del mercado de los huevos diferenciados en México es reciente y apenas participa con 5% de la oferta total, no obstante, va en aumento (De Regil, 2008 citado por Torre *et al.*, 2012).

Importancia económica. La dinámica de la producción nacional de huevo al igual que la demanda, ha tenido un crecimiento constante. En particular, la producción nacional ha crecido como resultado de una mejora tecnológica en: la selección genética, nutrición y sanidad de las gallinas de postura (Torre *et al.*, 2012). Este desarrollo ha incrementado la productividad por gallina, al pasar de 9.14 kg de huevo en 1980 a 13.15 kg de huevo en 2013. De acuerdo a proyecciones estimadas, la producción de huevo (Figura 2), muestra que para el año 2030 la producción crecerá un poco más del doble (180%) en relación del año 2015.

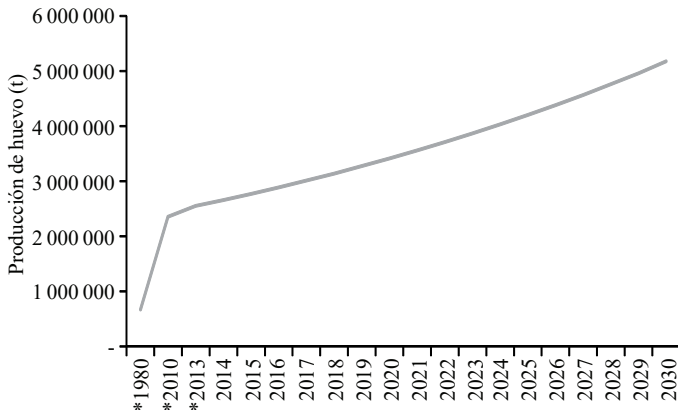
latter can cover between 15 and 60% of the daily needs of a person (Torre *et al.*, 2012). Enriched eggs with lutein and zeaxanthin, help to provide a higher level of carotenoids naturally and with high bioavailability, being of great importance to the organism, mainly for the sight. It has been proven that these pigments protect the eye from damage caused by ultraviolet radiation, reduce the risk of macular degeneration and cataracts. In Latin America, the egg contains about 0.2-0.3 mg of carotenoids, while an enriched egg provides between 0.6 to 0.8 mg, which means it is three times more than a multivitamin (Torre *et al.*, 2012).

There are also differentiated eggs with medical applications. "In this type of eggs, the chicken is exposed to a specific antigen (for example: *Escherichia coli*) and an immune system to produce antibodies is used, which will not only protect against this bacteria but it will pass the egg the chicken lies. Humans who consume these eggs will be protected from *E. coli* infections immediately; to this protection is known as passive immunity" (Rosales, 2006 cited in Torre *et al.*, 2012).

In addition to the eggs that are enriched in the market, there are another class of eggs differentiated by the production system like: organic, pastured, free range, to mention the most common. The differentiation of the egg, is not only given from enrichment, modification of certain components or how are produced, but also have been given in terms of health and safety aspects, handling and increased shelf life, adapted to the needs of the consumer. Hence there is another market segment within the egg industry, which is increasing, and is the egg products or processed egg products market. As shown in Table 1, the table egg consumer is willing to pay a higher price for a differentiated egg, of up to three times, but for the moment this market is small but with high growth.

Market development of differentiated eggs in Mexico is recent and hardly participates with 5% of the total supply, however, is increasing (De Regil, 2008 cited by Torre *et al.*, 2012).

Economic importance. The dynamics of domestic egg production and demand, have been growing steadily. In particular, domestic production has grown as a result of technological improvement: genetic selection, nutrition and health of the laying hens (Torre *et al.*, 2012). This development has increased productivity per hen, by going from 9.14 kg of egg in 1980 to 13.15 kg of egg in 2013. According to projections, egg production (Figure 2) shows that by 2030 production will grow a little more than double (180%) compared to 2015.



Fuente: elaboración con datos de la Unión Nacional de Avicultores (UNA), y el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). *1980: se tomó como dato el promedio de los años de 1980 y 1982; *2010: se consideró el promedio de los años 2010 y 2012. *2013 en adelante son proyecciones.

Figura 2. Dinámica de la producción de huevo de plato en México de 1980 - 2030.*

Figure 2. Dynamics of production for table egg in Mexico from 1980 - 2030.*

El negocio de producir huevo genérico ya no es una opción para el pequeño y mediano productor. El precio real del huevo (deflactado con el índice nacional de precios al consumidor base 2013) bajó de \$33.80 kg promedio de 1980-1982 a \$17.11 kg promedio de 2011-2013. Una baja de casi 50% por kg promedio. El año de menor precio real fue 2005 cuando se llegó a \$11.63 kg. El alza reciente del precio se ha debido a problemas sanitarios, pero una vez superada esta situación temporal es predecible que el precio real por kg de huevo genérico siga a la baja.

Los ingresos brutos reales del productor por cada 100 gallinas han disminuido de 31 254.35 pesos en 1980-1982 a 22 475.41 pesos en 2011-2013, una disminución de 28%, la baja no es tan marcada como en el precio debido a que la productividad por gallina aumentó en el mismo periodo en 41%. En promedio en el 2013 una gallina pone un huevo cada 28 h. Pero como se puede ver en la Figura 3, la productividad por gallina tiende a estabilizarse.

Los ingresos brutos del pequeño y mediano productor posiblemente sigan a la baja si se mantiene en el mercado de huevo genérico. La estrategia económica de estos productores debe cambiar y dirigirse a un mercado de consumo de huevo diferenciado. La tendencia en huevo diferenciado, como aún es reducido el mercado, es que pequeños y medianos productores lo producen con las condiciones preestablecidas y las grandes marcas lo comercializan. Bachoco comercializa la marca Gallina Libre, Aires del campo el huevo orgánico, como también E'el.

Cuadro 1. Precios de diferentes tipos de huevo (octubre, 2015).

Table 1. Prices of different types of egg (October, 2015).

Marca	Precio por caja de 12 huevos (\$)
1) Huevo genérico	
Aurrerá	16.60
Bachoco	17.25
Calvario	17.55
Alvisa	18.40
2) Huevo enriquecido	
San Juan Enriquecido	21.00
Gena	22.50
Bachoco	23.50
Tehuacán	24.50
3) Huevo diferenciado	
San Juan Light	27.33
Gallina Libre	32.00
Orgánica Del	56.10
Mamá Gallina	57.60
Todo Natural	60.00
Aires del Campo	61.00
Orgánico E'el	61.26

Fuente: datos recopilados en octubre del 2015 en supermercados de la zona norte del Distrito Federal y zona conurbada.

The business of producing generic egg is no longer an option for small and medium producers. The real price of egg (deflated by the national index of consumer prices 2013) fell on average from \$ 33.80 kg from 1980-1982 to \$ 17.11 kg from 2011-2013. A drop close to 50% per average kg. The year of lower real price was 2005 when it reached \$ 11.63 kg. The recent price rise has been due to health problems, but once this temporary situation is predictable that the actual price per kg of egg generic will follow downward.

The actual gross revenue of the producer per 100 hens have decreased from 31 254.35 pesos from 1980-1982 to 22 475.41 pesos in 2011-2013, a decrease of 28%, the drop is not as marked as in price due to the productivity per hen increased in the same period by 41%. On average in 2013 a hen laid an egg every 28 h but as can be seen in Figure 3, hen productivity tends to stabilize.

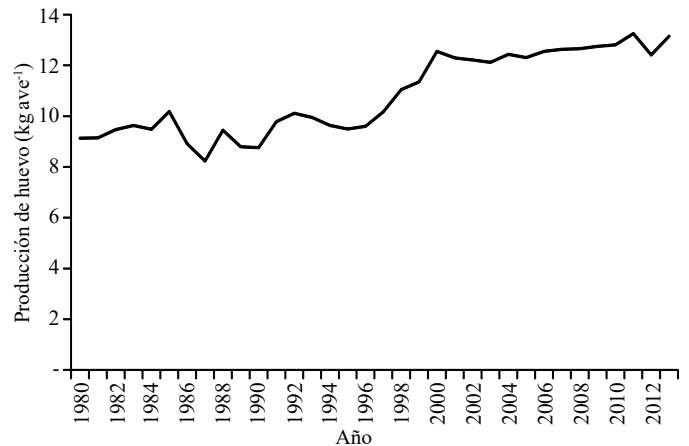
Gross revenues from small and medium producers will likely continue downward if remain in the generic market egg. The economic strategy of these producers must change and address to a differentiated egg consumer market. The trend

Los grandes productores de huevo como Bachoco, San Juan, El Calvario y Avícola Tehuacán, tienen su principal estrategia en aumentar su producción de huevo genérico. La razón es que para mantener los ingresos reales brutos que dejaba por ejemplo 1 000 gallinas en 1980, en 2013 la parvada tuvo que ser de 2 200 gallinas. El inventario de gallinas ponedoras pasó de 72 millones de aves en 1980-1982 a 188 millones de aves en 2011-2013, esto es un aumento de 2.6 veces (Figura 3).

Dado lo anterior, la ingesta de huevo en México está alcanzando el límite de consumo saludable recomendado, lo cual se verá reflejado en una disminución del consumo de este alimento en ciertos segmentos de la población en los próximos años, por una parte conscientes de la influencia de la alimentación en su bienestar físico; por razones de padecimientos de salud o hasta por la edad; así como por cuestiones de ingreso; por lo que el comportamiento de la demanda de este alimento no se dará de acuerdo a lo observado en la Figura 1. Considerando las bondades de este alimento dadas por su riqueza nutricional, su vasto uso en el arte culinario y en el aspecto cultural, la demanda de este producto seguirá creciendo, pero solo será al ritmo de crecimiento de la población 1.8%, según (INEGI); asimismo, se presentará una transición de su consumo hacia un huevo diferenciado, en otras palabras, con cualidades funcionales que confieran al huevo la característica de no representar un factor de riesgo para la salud, y que de ser posible suministren beneficios adicionales independientemente del nutricional.

De ser así, este comportamiento de estabilizarse el consumo de huevo genérico afectará a la producción y por tanto las ganancias de los pequeños y medianos productores, representando una problemática para el sector avícola. Si bien, el crecimiento de la producción y la productividad se presentan conforme a lo estimado, la oferta de huevo crecerá en mayor medida que la demanda, impactando en una baja de los precios del huevo a nivel nacional siendo esto un segundo factor que reducirá aún más la rentabilidad de estos productores. Dado que una parte de la población mexicana ya llegó al límite o sobrepasó el consumo de huevo para la salud es posible, el consumo comenzará a estabilizarse, y parte de la población que ya llegó al límite recomendable de consumo per cápita buscará una alternativa saludable para seguir consumiendo este alimento, por lo que demandará huevo diferenciado. De ahí que la estrategia económica para aumentar la rentabilidad del productor de huevo pequeño y mediano, estará en diferenciar el huevo, y comercializarlo a través de los grandes productores que atienden al mercado ya saturado de huevo genérico (Brambila, 2006).

in differentiated egg, as it is still a reduced market, is that small and medium producers produce it with preestablished conditions and big brands market it. Bachoco markets the brand Free hen, Airs from the field an organic egg farm.



Fuente: elaborado con información de SIACON-SAGARPA, 2013.

Figura 3. Productividad por gallina ponedora, 1980-2013.

Figure 3. Productivity per laying hen, 1980-2013.

Large egg producers like Bachoco, San Juan, El Calvario and Poultry Tehuacan, have their main strategy to increase its production of generic egg. The reason is that to maintain real gross income left for example 1 000 hens in 1980, in 2013 the flock had to be 2 200 hens. The laying hen inventory increased from 72 million birds in 1980-1982 to 188 million birds in 2011-2013 this an increase of 2.6 times (Figure 3).

Given the above, egg intake in Mexico is reaching the limit of healthy recommended intake, which will be reflected in a decrease in consumption of this food in certain segments of the population in the coming years, a conscious part of the influence of food is the physical well-being; for reasons of health conditions or even by age; as well as income issues; so the behavior of the demand for this food will not be given to that observed in Figure 1. Considering the benefits of this food given by its nutritional richness, its vast use in the culinary arts and cultural aspect, the demand for this product will grow, but it will only be at the rate of population growth 1.8%, according (INEGI); also, a transition of its consumption towards a differentiated egg will be given, in other words, with functional qualities that confer the egg the characteristic of not representing a risk factor to health and if possible will provide additional benefits regardless of nutrition.

If this behavior stabilizes, generic egg consumption will affect the production and therefore profits of small and medium producers, representing a problem for the poultry

El objetivo de la investigación es demostrar que el consumo per cápita de huevo en México ya alcanzó su límite de consumo saludable, por lo que la demanda de huevo genérico irá en detrimento, en tanto que el consumo comenzará a dirigirse hacia un huevo diferenciado.

Materiales y métodos

La tendencia del consumo per cápita de huevo que se observa en la Figura 1, se obtiene de una simple proyección de la tasa de crecimiento anterior, pero es de esperarse que la demanda se estabilice, por lo que los datos del consumo del periodo de 1980 a 2013 se deba ajustar a una ecuación en diferencia de segundo orden, lineal no homogénea y con equilibrio móvil para estimar la cantidad de huevo per cápita que se va a consumir en un momento de estabilización. El uso de esta ecuación en diferencia este estudio asume que el consumo per cápita de huevo se va a estabilizar, lo que debe de ser probado. Si el consumo de huevo genérico per cápita se estabiliza, entonces el consumo de huevo diferenciado abre un mercado en crecimiento que es la estrategia para el pequeño y mediano productor.

Si la ecuación en diferencia de segundo orden, lineal y no homogénea no tiende al equilibrio móvil, sino por el contrario tiende a aumentar, entonces el mercado de genérico tiene muchos años de crecimiento por venir. De esta manera, la hipótesis central de esta investigación es que el consumo de huevo genérico tiende al equilibrio, esto es a estabilizarse. El consumo aparente per cápita (CNAP) tiene como fuentes de información SIACON-SAGARPA, FAOSTAT, SIAVI e INEGI en las que se obtuvo datos anuales a nivel nacional sobre la producción, importaciones y exportaciones de huevo, así como, del número de habitantes, para el periodo 1980-2013. El CNAP se calculó al restar a la producción nacional, la exportación y sumar la importación, y este resultado es dividido entre la población nacional. El valor resultante nuevamente es dividido entre 1000 con objeto de expresarlo en kilogramos.

$$\text{CNAP} = \left(\frac{\text{producción} + \text{importaciones} - \text{exportaciones}}{\text{población total}} \right) / 100$$

Para estimar la función del consumo nacional aparente en el tiempo, se usó una ecuación en diferencia de segundo orden, lineal, no homogénea y de equilibrio móvil, descrita en Chiang y Wainwright (2006). Se utilizó un análisis dinámico para determinar si, dado un tiempo suficiente, la

sector. While the growth of output and productivity are present according to estimates, the supply of egg will grow further as demand, impacting in a reduction of egg prices nationwide, being a second factor that will further reduce the profitability of these producers. Since a portion of the Mexican population already reached the limit or exceeded egg consumption for health, consumption will begin to stabilize, and part of the population that already reached the recommended limit of consumption per capita will seek a healthy alternative to continue eating this food, so it will require differentiated egg. Hence the economic strategy to improve the profitability of small and medium egg producers, will be in differentiate the egg and market it through large producers that cater to the already saturated generic egg market (Brambila, 2006).

The objective of the research is to demonstrate that per capita egg consumption in Mexico has already reached its limit of healthy consumption, so the demand for generic egg will go downward, while consumption will begin to move towards differentiated egg.

Materials and methods

The trend in per capita consumption of egg shown in Figure 1, is obtained from a simple projection of the previous growth rate, but it is expected that demand will stabilize, so consumption data for the period from 1980 to 2013 is to be fit to a difference equation of second order linear non homogeneous and moving equilibrium to estimate the per capita amount of egg to be consumed at stabilization. Use of difference equation in this study assumes that per capita egg consumption will stabilize, which should be tested. If generic egg consumption per capita stabilizes, then differentiated egg consumption opens a growing market that is the strategy for small and medium producers.

If the difference equation of second order linear non homogeneous does not tend to moving equilibrium, but on the contrary tends to increase, then the generic market has many years of growth to come. In this way, the central hypothesis of this research is that generic egg consumption tends to equilibrium, this is when stabilized. Apparent consumption per capita (CNAP) has as sources of information SIACON-SAGARPA, FAOSTAT, SIAVI and INEGI in which was obtained anual data at national

variable de consumo aparente per cápita (CNAP) tiende al equilibrio, por tanto, en este modelo dinámico, se determina la trayectoria en el tiempo de dicha variable, sobre la base de un patrón conocido de cambio.

La solución general R(t) para la ecuación en diferencia de segundo orden, lineal, no homogénea y de equilibrio móvil, considera la suma de dos componentes, la solución particular (Rp) y la solución complementaria (Rc).

Solución particular (Rp).

Para determinar el consumo nacional aparente máximo, se partió de la ecuación [1]:

$$R_{t+2} + a_1 R_{t+1} + a_2 R_t = c + a_3 t \tag{1}$$

Donde: R_t =consumo nacional aparente con dos rezagos en el tiempo; R_{t+1} = consumo nacional aparente per cápita nacional con un rezago en el tiempo; R_{t+2} = consumo nacional aparente per cápita nacional; a_1, a_2, a_3 y c = son constantes; t = es un índice de tiempo;

Para determinar la solución particular de la ecuación [1], se realiza lo siguiente:

Si $R(t) = Kt$, entonces $R_{t+1} = K(t + 1)$ y $R_{t+2} = K(t + 2)$

Sustituyendo en [1], se obtiene:

$$K(t + 2) + a_1 K(t + 1) + a_2 K(t) = c + a_3 t \tag{2}$$

Despejando a K en [2]:

$$K = \frac{c + a_3 t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1}$$

La solución particular de la ecuación [1], también conocida como equilibrio móvil, está dada por Kt :

$$R_p = Kt = \left[\frac{c + a_3 t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right] t \tag{3}$$

Solución complementaria (Rc)

La solución complementaria parte de establecer la siguiente igualdad:

$$R_{t+2} + a_1 R_{t+1} + a_2 R_t = 0 \tag{4}$$

level on egg production, imports and exports, as well as the number of inhabitants, for the period 1980-2013. CNAP was calculated by subtracting domestic production, export and adding imports and this result is divided by national population. The resulting value is again divided by 1 000 in order to express it in kilograms.

$$CNAP = \left(\frac{\text{production} + \text{imports} - \text{exports}}{\text{total population}} \right) / 100$$

To estimate the function of apparent domestic consumption over time, an difference equation second order linear non homogeneous and moving equilibrium was used, described in Chiang and Wainwright (2006). A dynamic analysis was used to determine if, given enough time, the variable apparent per capita consumption (CNAP) tends to equilibrium, therefore in this dynamic model, the trajectory in time of the variable is determined, based on a known pattern of change.

The general solution R (t) for the difference equation of second order, linear, non homogeneous and moving equilibrium, consider the sum of two components, the particular solution (Rp) and complementary solution (Rc).

Particular solution (Rp).

To determine the maximum apparent domestic consumption, the equation was broken [1]:

$$R_{t+2} + a_1 R_{t+1} + a_2 R_t = c + a_3 t \tag{1}$$

Where : R_t = apparent domestic consumption with two lags in time; R_{t+1} = apparent domestic consumption per capita with a lag in time; R_{t+2} = apparent domestic consumption per capita; a_1, a_2, a_3 and c = are constants; t = is a time index;

To determine the particular solution of the equation [1], the following was done:

IF $R(t) = Kt$, so $R_{t+1} = K(t + 1)$ y $R_{t+2} = K(t + 2)$

Substituting in [1]:

$$K(t + 2) + a_1 K(t + 1) + a_2 K(t) = c + a_3 t \tag{2}$$

Es decir, es una solución reducida de la ecuación [1].

En este caso, se define a $R_c(t)$ como:

$$R_c(t) = Ab^t, \text{ por lo tanto } R_{t+1} = Ab^{t+1} \text{ } R_{t+2} = Ab^{t+2}$$

Quedando de la forma:

$$Ab^{t+2} + a_1Ab^{t+1} + a_2Ab^t = 0$$

Realizando la cancelación del término Ab^t queda la expresión:

$$b^2 + a_1b + a_2 = 0 \tag{5}$$

Esta ecuación cuadrática posee dos raíces características, cada una de las cuales es una solución aceptable para Ab^t . Como la ecuación [4] es de segundo orden, entonces se tiene como resultado dos raíces b_1 y b_2 .

La función complementaria queda expresada como:

$$R_c = A_1b_1^t + A_2b_2^t \tag{6}$$

La función total de consumo nacional aparente en el tiempo queda en términos de la suma de las funciones complementaria (R_c) y la solución particular (R_p):

$$R(t) = A_1b_1^t + A_2b_2^t + \left(\frac{c + a_3t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right) t = R_c + R_p \tag{7}$$

Si b_1 y b_2 son números reales y en términos absolutos menores a uno, entonces al aumentar t , b_i tiende a cero por lo que la función total tiende al equilibrio móvil. Esto es, la función es convergente. Si la b_i mayor es negativa pero menor a uno, entonces la función es convergente oscilatoria. Si las b_i son mayores a uno la función es divergente del equilibrio móvil.

Los valores A_1 y A_2 se obtienen formando dos ecuaciones con base en los valores conocidos del CNAP, y del tiempo $t=0$ y $t=1$.

$$R(0) = A_1 + A_2 \text{ y } R(1) = A_1b_1 + A_2b_2 + \left(\frac{c + a_3}{(1 + a_1 + a_2) + 2 + a_1} \right)$$

Finalmente, los valores correspondientes a las constantes a_1 , a_2 , a_3 y c , que se utilizan tanto en la solución particular, como en la solución complementaria, se obtuvieron al estimar la siguiente regresión lineal, mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS):

Solving for K in [2]:

$$R_p = Kt = \left[\frac{c + a_3t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right] t$$

The particular solution of equation [1], also known as moving equilibrium is given by Kt :

$$R_p = Kt = \left[\frac{c + a_3t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right] t \tag{3}$$

Complementary solution (R_c)

The complementary solution parts from establishing the following equation:

$$R_{t+2} + a_1R_{t+1} + a_2R_t = 0 \tag{4}$$

That is, it is a reduced solution of equation [1].

In this case, $R_c(t)$ is defined as:

$$R_c(t) = Ab^t, \text{ so } R_{t+1} = Ab^{t+1} \text{ } R_{t+2} = Ab^{t+2}$$

Being as:

$$Ab^{t+2} + a_1Ab^{t+1} + a_2Ab^t = 0$$

Carrying out the cancellation of the term Ab^t :

$$b^2 + a_1b + a_2 = 0 \tag{5}$$

This quadratic equation has two characteristic roots, each of which is an acceptable solution for Ab^t . Since equation [4] is of second order, then results in two roots b_1 and b_2 .

The complementary function is expressed as:

$$R_c = A_1b_1^t + A_2b_2^t \tag{6}$$

The total function of apparent domestic consumption over time is in terms of the sum of complementary functions (R_c) and the particular solution (R_p):

$$R(t) = A_1b_1^t + A_2b_2^t + \left(\frac{c + a_3t}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right) t = R_c + R_p \tag{7}$$

If b_1 and b_2 are real numbers and in absolute terms minor to one, then by increasing t , b_i tends to zero so the total function tends to moving equilibrium. That is, the function is convergent. If higher b_i is negative but less

$$R_{t+2} = c + a_1R_{t+1} + a_2R_t + a_3t \tag{8}$$

Resultados y discusión

Para determinar la trayectoria en el tiempo del consumo nacional aparente; es decir, los valores de $R(t)$, se usó una ecuación en diferencia de segundo orden, lineal, no homogénea y de equilibrio móvil, y la cual requirió como un insumo, la estimación previa de las constantes a utilizar en la ecuación particular (R_p) y la ecuación complementaria (R_c).

Los valores para las constantes, producto de la regresión lineal son los siguientes:

Cuadro 2. Resultados obtenidos del CNAP (R_{t+2}) obtenidos en SAS.
Table 2. Results obtained from CNAP (R_{t+2}) obtained in SAS.

Variable	DF	Estimate	Estándar error	Valor t	Pr> t
c	1	4.07228	1.55175	2.62	0.0139
R_{t+1}	1	0.58317	0.18902	3.09	0.0045
R_t	1	-0.00293	0.19661	-0.01	0.9882
t	1	0.17340	0.07657	2.26	0.0315

En donde R_{t+2} es el consumo nacional aparente, R_{t+1} como un período retrasado en el tiempo y R_t el período con dos retrasos en el tiempo.

De esta manera, la ecuación [8] queda expresada de la siguiente forma:

$$R_{t+2} = 4.0723 + 0.5832R_{t+1} - 0.0029R_t + 0.1734t$$

Para el cálculo de valores de la ecuación particular R_p , se parte de [1], y se sustituye las constantes previamente obtenidas, por lo que R_p queda expresada como:

$$R_p = k_t = \left(\frac{4.0723 + 0.1734t}{(1 - 0.5832 + 0.0029)t + 2 - 0.5831} \right) t \tag{9}$$

Para el cálculo de la solución complementaria se partió de la fórmula [5], la cual se encuentra en términos de b. El resultado para las raíces, b_1 es 0.5781, y b_2 es 0.0051.

Como los valores de b_1 y b_2 son números reales y en términos absolutos menores a 1, al aumentar el tiempo, éstas tienden a cero; es decir, la función tiende al equilibrio móvil y es convergente. Esto muestra que el consumo per cápita de huevo genérico tiende a estabilizarse.

than one, then the function is oscillatory convergent. If b_i are greater than one, the function is divergent form moving equilibrium.

A1 and A2 values are obtained by forming two equations based on the known values of CNAP, and time $t=0$ and $t=1$.

$$R(0) = A_1 + A_2 \text{ y } R(1) = A_1b_1 + A_2b_2 + \left(\frac{c + a_3}{(1 + a_1 + a_2) + 2 + a_1} \right)$$

Finally, the corresponding values to constants a_1, a_2, a_3 and c , which are used in both particular and complementary solution, were obtained by estimating the following linear regression, using the Statistical Analysis System (SAS) statistical package:

$$R_{t+2} = c + a_1R_{t+1} + a_2R_t + a_3t \tag{8}$$

Results and discussion

To determine the trajectory in time of apparent domestic consumption; that is, the values of $R(t)$, difference equation of second order linear non homogeneous and mobile equilibrium was used, which required as an input, the previous estimate of the constants used in the particular equation (R_p) and complementary equation (R_c).

The values for the constants, product of linear regression are as follows:

Where R_{t+2} is the apparent domestic consumption, R_{t+1} as a delayed period in time and R_t period with two delay times.

Thus, equation [8] is expressed as follows:

$$R_{t+2} = 4.0723 + 0.5832R_{t+1} - 0.0029R_t + 0.1734t$$

To calculate values from particular equation R_p , it parts from [1], and substitutes the constants previously obtained, so R_p is expressed as:

Finalmente se procede a estimar los valores del CNAP en el tiempo $R(t)$, que es la suma de la solución complementaria (R_c) y la solución particular (R_p):

$$R_t = A_1 b_1^t + A_2 b_2^t + \left(\frac{c + a_3}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right) t = R_c + R_p$$

Sustituyendo los valores obtenidos:

$$R_t = ((16.68) * (0.5781)^t + (-502.51) * (0.0051)^t) + \left(\frac{4.0723 + 0.1734t}{(1 - 0.5832 + 0.0029)t + 2 - 0.5831} \right) t$$

En el Cuadro 3 se presenta el consumo per cápita estimado en la ecuación diferencial usada. El consumo de huevo genérico per cápita tiende a estabilizarse y crecerá al ritmo que crece la población. Por ejemplo, la tasa de crecimiento anual del consumo de huevo de 2010 a 2020 será según nuestra estimación de 1.9% y la tasa de crecimiento anual de la población es de 1.8%.

El consumo de huevo per cápita en México proyectado en este estudio hasta 2020 será de 24.61 kg por persona. Con lo anterior se muestra que aunque, el CNAP sigue aumentando, la tasa de crecimiento es cada vez menor por lo que el consumo de huevo genérico ya comienza a estabilizarse. Hasta el momento no existen estudios previos acerca de tendencia de consumo de huevo en México donde se utilicen las herramientas de análisis económico como en el presente estudio, por lo que los datos futuros confirmaron la hipótesis de la investigación.

Si el consumo per cápita de huevo genérico se va a estabilizar, entonces la estrategia económica para los pequeños y medianos productores es diferenciarse.

Conclusiones

Se mostró que se ha llegado a un límite de consumo saludable de huevo genérico en el país, que es de alrededor de 24.6 kg por persona, esto es aproximadamente 5.5 huevos a la semana.

El huevo diferenciado representa para el pequeño y mediano productor la estrategia económica a seguir; y para el consumidor una fuente alternativa y saludable de consumo. Es factible plantear que, en la medida que el nivel de ingreso per cápita de los consumidores se incrementa,

$$R_p = k_t = \left(\frac{4.0723 + 0.1734t}{(1 - 0.5832 + 0.0029)t + 2 - 0.5831} \right) t \quad 9)$$

To calculate the complementary solution it started from formula [5], which is in terms of b. The result for roots, b_1 is 0.5781, and b_2 is 0.0051.

Since b_1 and b_2 values are real and in absolute terms minor than 1, by increasing time, these numbers tend to zero; that is, the function tends to moving equilibrium and is convergent. This shows that the per capita consumption of generic egg tends to stabilize.

Finally it was proceed to estimate the values for CNAP in time $R(t)$, which is the sum of the complementary solution (R_c) and particular solution (R_p):

$$R_t = A_1 b_1^t + A_2 b_2^t + \left(\frac{c + a_3}{(1 + a_1 + a_2)t + 2 + a_1} \right) t = R_c + R_p$$

Substituting values:

$$R_t = ((16.68) * (0.5781)^t + (-502.51) * (0.0051)^t) + \left(\frac{4.0723 + 0.1734t}{(1 - 0.5832 + 0.0029)t + 2 - 0.5831} \right) t$$

Table 3 shows the estimated per capita consumption in the differential equation used. Generic egg consumption per capita tends to stabilize and will grow at the rate that population rise. For example, the annual growth rate of egg consumption from 2010 to 2020 will be according to our estimate of 1.9% and the annual growth rate of population owth is of 1.8%.

Cuadro 3. Estimación de consumo per cápita con la ecuación diferencial.

Table 3. Estimated consumption per capita with differential equation.

Año	t	Kg persona
1980	0	9.41
1990	10	10.94
2000	20	15.37
2010	30	20.30
2020	40	24.61

Fuente: cálculos en base a la ecuación diferencial.

resultará en una mayor demanda por huevo diferenciado en detrimento de la demanda de huevo genérico. El consumidor está pagando hasta 3 veces más por kg de huevo diferenciado, como el orgánico, el natural, con más omega, etc. Además en el mercado ya se encuentran huevos diferenciados: light, vegetarianos, enriquecidos con omega 3, vitaminas y minerales, orgánicos, de granja libre, yemas y claras líquidas, yemas deshidratadas, y huevo líquido; siendo que estos tipos de huevo tienen un mayor precio al consumidor. Es recomendable investigar las tecnologías apropiadas que debe aplicar el pequeño y mediano productor para obtener un huevo diferenciado.

Literatura citada

- Brambila, P. J. J. 2006. En el umbral de una agricultura nueva. UACH, Primera edición. México. 315 p.
- Carrillo, D. S. 2005. Mitos y realidades sobre el consumo de huevo. *In*: Memoria del XXVI aniversario del programa de ganadería la avicultura y sus retos actuales. Colegio de Postgraduados Montecillos, Texcoco en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México. 354 p.
- Chiang, C. A. y Wainwright, K. 2006. Métodos fundamentales de la economía matemática. Editorial Mc Graw Hill. México. 444-591 pp.
- Cruz, J. S. 2012. El mercado del huevo en México, 1965-2010. Postgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática. Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México. 12-120 pp.
- FAOSTAT. Producción. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-159-SSA1-1996) (consultado abril, 2014). <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/159ssa16.html>.
- IEH. 2009. El gran libro del huevo. Editorial Evergráficas, S. L. España. 12-65 pp.
- McGee, H. 2007. La cocina y los alimentos. Editorial DEBATE. España. 185 p.
- Rojas, R. M. M. 2005. Modelo econométrico del mercado de huevo en México, 1960-2003. Postgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática. Economía. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. 20-83 pp.
- SIACON. 2013. Base de datos. <http://www.siap.gob.mx/optestadisticas/iacon2012parcialiacon-zip/>.
- SIAMI. 2014. <http://www.economia-snci.gob.mx/>.
- Torre, M. M.; Fonseca, P. M. y Quintana, L. J. 2012. El huevo mitos, realidades y beneficios. Ed. Trillas. México, D. F. 9-104 pp.
- UNA. 2014. Indicadores económicos compendio de indicadores económicos del sector avícola 2014. <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>.

The projected per capita egg consumption in Mexico for this study until 2020 will be 24.61 kg per person. With the above it shows that although CNAP continues to increase, the growth rate is declining so generic egg consumption is beginning to stabilize.

So far there are no previous studies on egg consumption trend in Mexico where economic analysis tools are used as in this study, so that future data confirmed the hypothesis of the research.

If per capita consumption of generic egg is going to stabilize, then the economic strategy for small and medium producers is differentiate.

Conclusions

It was shown that has been reached the limit of healthy consumption for generic egg in the country, which is about 24.6 kg per person, this is approximately 5.5 eggs per week.

Differentiated egg represents for small and medium producers the economic strategy to follow; and for consumer an alternative and healthy source of consumption. It is possible to argue that, to the extent that the level of per capita income of consumers increases, will result in increased demand for differentiated egg in detriment of demand for generic egg. The consumer is paying up to 3 times more per kg of differentiated egg, such as organic, natural, with more omega, etc. Also in the market are already differentiated eggs: light, vegetarian, enriched with omega-3, vitamins and minerals, organic, free range, yolks and whites liquid, dehydrated egg yolks, and liquid egg; these types of eggs have a higher price to the consumer. It is advisable to research the appropriate technologies that small and medium producers must apply to obtain a differentiated egg.

End of the English version



- UNA. 2014. Indicadores económicos compendio de indicadores económicos del sector avícola 2014. <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>.