

Evaluation of the profitability of the production of corn tortilla in the State of Mexico

Evaluación de la rentabilidad de la producción de tortilla de maíz en el Estado de México

Isaura Rentería-Gómez¹; Marco A. López Santiago^{*2}; Flavio A. Domínguez-Pacheco³; Claudia Hernández-Aguilar³; Rosalba Zepeda-Bautista³

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Zacatenco, Posgrado de Ingeniería en Sistemas, Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C. P. 07738.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, km 40, C. P. 35230. Bermejillo, Durango, México.

³Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Zacatenco, Posgrado de Ingeniería en Sistemas, Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México. C. P. 07738.

*Corresponding author: marcoandres@chapingo.urruza.edu.mx tel.: (52) (872) 7760160

Abstract

The corn dough and tortilla industry faces several problems, especially in the corn input that has undergone constant price fluctuations. Therefore, the aim of this study was to economically evaluate the corn dough and tortilla industry in the State of Mexico to determine its profitability. The investment project evaluation method was used to obtain financial indicators such as the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR) and the Benefit Cost Ratio (BCR). The information was obtained during 2015 by means of a survey of 367 mills and tortillerías (tortilla shops) in the state. The analysis was divided by type of establishment, main raw material used in the production process and size of the establishment. According to the results, the most profitable tortillerías are the ones that use corn and nixtamalized flour as raw material. It was also found that large and medium-sized companies are more profitable than small ones. In conclusion, small tortillerías are the most sensitive to variations in corn prices.

Keywords: Tortillerías, net present value, benefit cost ratio, internal rate of return.

Resumen

La industria de la masa y la tortilla enfrenta algunas problemáticas, sobre todo, en el insumo maíz que ha tenido fluctuaciones constantes en su precio. Por ello, este trabajo tuvo como objetivo evaluar económicamente la industria de la masa y la tortilla de maíz en el Estado de México, con el fin de determinar su rentabilidad. El método de evaluación de proyectos de inversión se usó para obtener los indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio Costo (B/C). La información se obtuvo durante 2015 mediante una encuesta aplicada a 367 molinos y tortillerías de la entidad. El análisis se dividió por tipo de establecimiento, materia prima principal utilizada en el proceso de producción y tamaño del establecimiento. De acuerdo con los resultados, las tortillerías más rentables son los establecimientos que usan maíz y harina nixtamalizada como materia prima. También se encontró que las empresas grandes y medianas son más rentables que las pequeñas. En conclusión, las tortillerías pequeñas son las más sensibles a las variaciones de los precios del maíz.

Palabras clave: Tortillerías, valor presente neto, relación beneficio costo, tasa interna de retorno.



Introduction

Corn has been the basis of food among Mesoamerican peoples since ancient times. In Mexico, corn is used as the main raw material to make tortillas, among other food products (Caballero, Iribarren, Peña, Castro, & Oliva, 2000). Per capita consumption of tortillas in Mexico is approximately 80 kg per year in rural areas and 57 kg per year in urban areas (CONEVAL, 2016). According to Kato (2016), despite changes in the structure of the Mexican diet, the tortilla still accounts for 47 % of the average Mexican's daily calorie intake. In urban areas, tortillas are estimated to provide 38.8 % of the proteins, 45.2 % of the calories and 49.1 % of the calcium in the Mexican diet. In rural areas its contribution is even more evident, as it contributes 70 % of the total calories and half of the proteins ingested.

Since the deregulation of the corn dough and tortilla industry, the economic units have faced several problems, especially in the corn input that has undergone constant price fluctuations. For example, during the last quarter of 2006 there was upward pressure on the price of corn, generated by, among other factors, a drop in inventories in the USA, caused in turn by a strong increase in demand by the ethanol industry (Reyes, 2007; Cacho, 2007; Thomaz & Carvalho, 2011; Retes, Torres, & Garrido, 2014). This food crisis that occurred in 2007-2008 had a great impact on corn and tortilla prices, displaced prices along the chain and mainly benefited intermediaries and the corn flour industry (Appendini, 2014).

On the other hand, while the number of tortillerías increased by 80 % in the 1998-2005 period as a result of the elimination of subsidies and the abolition of legal limitations to produce and sell tortilla, tortillería sales decreased by 52 %, dropping from 240 to only 120 kg·day⁻¹. This significantly affected the revenues of small companies in the sector. The decreased sales volume caused a relative increase in fixed expenses, affecting the cash flow; the result was reduced investment in machinery maintenance with consequent increases in gas and electric power consumption (Cacho, 2007).

The tortilla is made by two different methods: the first by the traditional corn nixtamalization process to obtain the dough, and the second corresponds to the tortillas made with corn flour. In this way and in agreement with the *Secretaría de Economía* (2012), there is also a problem in the production process because making tortillas with corn flour is more efficient than producing them with nixtamal dough, given the infrastructure and production capacity characteristics.

Therefore, the main aim of this research was to evaluate the profitability of the corn tortilla industry in the State of Mexico through the calculation of economic

Introducción

El maíz ha sido la base de la alimentación en los pueblos mesoamericanos desde la antigüedad. En México, el maíz se usa como materia prima principal para elaborar tortillas, entre otros productos alimenticios (Caballero, Iribarren, Peña, Castro, & Oliva, 2000). El consumo per cápita de tortillas de un mexicano es de aproximadamente 80 kg por año en las zonas rurales y de 57 kg por año en las zonas urbanas (CONEVAL, 2016). De acuerdo con Kato (2016), a pesar de las modificaciones en la estructura de la dieta mexicana, la tortilla sigue representando el 47 % de la ingesta de calorías que el mexicano promedio consume diariamente. En las zonas urbanas se estima que la tortilla provee el 38.8 % de las proteínas, el 45.2 % de calorías y el 49.1 % de calcio en la dieta de los mexicanos. En las zonas rurales su aportación es aún más evidente, pues contribuye con el 70 % del total de las calorías y la mitad de las proteínas ingeridas.

A partir de la desregulación de la industria de la masa y la tortilla, las unidades económicas enfrentan algunas problemáticas, sobre todo, en el insumo maíz que ha tenido fluctuaciones constantes en su precio. Por ejemplo, durante el último trimestre del 2006 se generó una presión al alza sobre el precio del maíz, generada entre otros factores por una baja en los inventarios de los USA, provocada a su vez por el fuerte incremento en la demanda por parte de la industria del etanol (Reyes, 2007; Cacho, 2007; Thomaz & Carvalho, 2011; Retes, Torres, & Garrido, 2014). Esta crisis alimentaria ocurrida entre 2007-2008 tuvo un gran impacto en los precios del maíz y la tortilla, desplazó los precios a lo largo de la cadena y benefició principalmente a los intermediarios y a la industria de la harina de maíz (Appendini, 2014).

Por otro lado, mientras la cantidad de tortillerías aumentó 80 % en el periodo 1998-2005 como consecuencia de la eliminación de los subsidios y de la abolición de las limitantes legales para producir y vender tortilla, la venta por tortillería disminuyó en 52 % al disminuir de 240 kg·día⁻¹ a tan solo 120. Ello afectó de forma importante los ingresos de las pequeñas empresas del sector. La disminución del volumen de ventas provocó un incremento relativo de los gastos fijos afectando el flujo de efectivo; el resultado fue una reducción en la inversión de mantenimiento de la maquinaria con los consecuentes incrementos de consumos de gas y energía eléctrica (Cacho, 2007).

En otro orden de ideas, la tortilla se elabora mediante dos métodos diferentes: el primero por el proceso tradicional de nixtamalización de maíz para obtener la masa en principio, y el segundo corresponde a las tortillas hechas con harina de maíz. De este modo y de acuerdo con la *Secretaría de Economía* (2012), también

indicators used in project evaluation. The hypothesis was that, due to the drop in sales, coupled with the relative increase in fixed costs, small businesses are now less profitable and are prone to being displaced. The State of Mexico was chosen as the assessment area because it accounts for the largest proportion of economic units engaged in the production of corn tortillas and nixtamal milling. Of the 92,219 units registered in 2014, the state of Mexico accounts for 14.99 % of the national total (INEGI-Censos Económicos, 2014).

Materials and methods

To calculate the sample size, the total number of economic units engaged in tortilla production and nixtamal milling in the State of Mexico in 2014 (14,841) was first identified; subsequently, 28 municipalities in the east of the State were selected because they have a total of 8,402 economic units engaged in this type of activity (INEGI-DENUE, 2015). Sample size was determined by the random sampling formula for finite and known populations (Spiegel & Stephens, 2009):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Where: n =sample size; N =total population of the study universe (8,402 economic units); p =estimated percentage of positive variability (50 %), q =percentage of negative variability (100- p), E =error or allowable estimation accuracy (5 %) and Z =confidence level (Z -table value=1.96).

In this way, 367 interviews were conducted with the casual sampling method, as long as the manager or employee of the establishment was willing or had time to answer the survey. The interviews were conducted from February to April 2015.

Economic evaluation indicators

The most commonly used indicators are those that consider the value of money over time, such as: Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR) and Internal Rate of Return (IRR).

Following Muñante (2004), each of the aforementioned indicators will be briefly explained below.

Net present value (NPV). This value modifies, by means of a preset discount rate, the flow of net benefits (total benefits-total costs) generated by the investment project. The mathematical expression is as follows:

$$NPV = \sum_{t=1}^T B_t (1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t (1+r)^{-t}$$

existe una problemática en el proceso de producción debido a que la tortilla elaborada con harina de maíz es más eficiente que la producida con masa de nixtamal, dadas las características de infraestructura y capacidad de producción.

De esta manera, el objetivo principal del trabajo fue evaluar la rentabilidad de la industria de la tortilla de maíz en el Estado de México mediante el cálculo de indicadores económicos utilizados en la evaluación de proyectos. La hipótesis manejada fue que, debido a la caída en el nivel de ventas, aunado al incremento relativo de los costos fijos, las pequeñas empresas han bajado su rentabilidad y son propensas a ser desplazadas. El Estado de México fue elegido como zona de evaluación debido a que concentra la mayor proporción de unidades económicas dedicadas a la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal. De las 92,219 unidades registradas en el 2014, el Estado de México concentra el 14.99 % del total nacional (INEGI-Censos Económicos, 2014).

Materiales y métodos

Para el cálculo del tamaño de muestra, primero se identificó el número total de unidades económicas dedicadas a la elaboración de tortillas y molienda de nixtamal en el Estado de México en el 2014 (14,841); posteriormente, 28 municipios del oriente del Estado fueron seleccionados porque cuentan con un total de 8,402 unidades económicas dedicadas a esta clase de actividad (INEGI-DENUE, 2015). El tamaño de muestra se determinó mediante la fórmula de muestreo aleatorio para poblaciones finitas y conocidas (Spiegel & Stephens, 2009):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde: n =tamaño de la muestra; N =población total del universo de estudio (8,402 unidades económicas); p =porcentaje estimado de variabilidad positiva (50 %), q =porcentaje de variabilidad negativa (100- p), E =error o precisión de estimación permitido (5 %) y Z =nivel de confianza (Z de tablas=1.96).

De esta forma, 367 entrevistas se aplicaron con el método de muestreo casual, siempre y cuando el encargado o empleado del establecimiento estuviera dispuesto o tuviera tiempo de responder la encuesta. Las entrevistas fueron aplicadas durante los meses de febrero a abril de 2015.

Indicadores de evaluación económica

Los indicadores más usados son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo, como son: Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio Costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Where: B_t = benefits in each year of the project; C_t = costs in each year of the project; r = discount rate; t = time in years and $(1+r)^t$ = discount factor. The decision criterion of projects based on this indicator is that the NPV must be equal to or greater than zero.

Benefit cost ratio (BCR). BCR is the ratio that results from dividing the discount value of the benefit stream by the discount value of the cost stream. BCR expresses the net benefits obtained per monetary unit invested during the useful life of the project. The formula for obtaining it is:

$$B/C = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t}$$

According to the formal selection criterion of investment projects based on this indicator, it will be classified as profitable if the B/C is greater than one.

Internal rate of return (IRR). The IRR is the discount rate that makes the modified value of the benefit stream equal to the discount value of the cost stream. The formula for its determination is:

$$IRR = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t} = 0$$

The IRR expresses the maximum interest rate that a project could pay for the monetary resources used once the investment and operating costs have been recovered. The formal selection criteria through this indicator is to accept all projects whose IRR is equal to or greater than the predetermined discount rate.

The estimation of the project's discount rate or the Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) considered the leading interest rate in Mexico; that is, that of the Treasury Certificates (CETES), which was 3.5 percentage points, on average, in 2015. At the CETES rate, 3.5 points were added for risk, in addition to an additional return of 5 % that is asked of the investment made. Therefore, the rate at which the project's cash flow was discounted was 12 % per year.

The evaluation period used was six years, since it is the average economic life of the fixed assets held by the establishments.

The analysis of the indicators included three tortillería categories: by type of establishment, main raw material used in the tortilla-making process and establishment size.

Results and discussion

Of the interviewees, 67.8 % were male and 32.2 % female. The age range of the respondents was

Siguiendo a Muñante (2004), a continuación, se explicará brevemente cada uno de los indicadores previamente mencionados.

Valor actual neto (VAN). Es el valor que modifica mediante una tasa de actualización prefijada, el flujo de beneficios netos (beneficios totales – costos totales) generados por el proyecto de inversión. La expresión matemática es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t}$$

Donde: B_t = beneficios en cada año del proyecto; C_t = costos en cada año del proyecto; r = tasa de actualización; t = tiempo en años y $(1+r)^t$ = factor de actualización o de descuento. El criterio de decisión de los proyectos con base en este indicador es que el VAN debe ser igual o mayor que cero.

Relación beneficio costo (B/C). B/C es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos. B/C expresa los beneficios netos obtenidos por unidad monetaria invertida durante la vida útil del proyecto. La fórmula para su obtención es:

$$B/C = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t}$$

De acuerdo con el criterio formal de selección de los proyectos de inversión basados en este indicador, se catalogará como rentable si la B/C es mayor que uno.

Tasa interna de retorno (TIR). La TIR es la tasa de actualización que hace que el valor modificado de la corriente de beneficios se iguale al valor actualizado de la corriente de costos. La fórmula para su determinación es:

$$TIR = \sum_{t=1}^T B_t(1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t(1+r)^{-t} = 0$$

La TIR expresa la tasa de interés máxima que podría pagar un proyecto por los recursos monetarios utilizados una vez recuperados los costos de inversión y operación. El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuya TIR sea igual o mayor a la tasa de actualización predeterminada.

La estimación de la tasa de actualización del proyecto o la Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA) consideró la tasa de interés líder en México; es decir, la de los Certificados de la Tesorería (CETES), misma que fue de 3.5 puntos porcentuales, en promedio, en 2015. A la tasa de CETES se sumaron 3.5 puntos por concepto de riesgo, además de un rendimiento adicional de 5 % que se le pide a la inversión realizada. Por tanto, la tasa

concentrated in people between 21 and 40 years old (71.4 %). The activity requires physical effort, so the percentage of people over 40 who run a tortillería is very low (approximately 20 %).

According to the information obtained from the interviews, the work does not require much specialization or technical preparation. This was observed with the schooling level of the employees since most of them have a secondary education (53 %).

Profitability indicators by type of establishment

Of all the establishments involved, 81.2 % are specialized tortillerías; that is, they only process the tortilla since they buy the dough from mills, or they acquire nixtamalized corn flour. On the other hand, 18.8 % are traditional tortillerías (they combine the tortillería and milling activity); that is, the milling of the nixtamal takes place there to obtain the dough that they use as input.

On average, the traditional tortillerías that process corn have higher sales than the specialized tortillerías that use corn flour or buy the dough (sales are 12,539 and 5,952 kg, respectively). In addition, tortillerías with milling offer a lower-priced product (10 \$·kg⁻¹ versus 11.10 \$·kg⁻¹).

Regarding the investment required to start up a specialized tortillería, the estimated average value is \$176,595.00, while to start up a traditional tortillería an average of \$324,603.00 is needed (See Table 1). In both cases, the item with the greatest expense is the tortilla-making machine. This difference in the initial investment could partially explain why specialized tortillerías predominate.

In the operating cost budget, both variable and fixed costs were considered and projected over six years. Total operating costs during the project's useful life were \$8,143,089.00 in the specialized tortillerías and \$8,858,991.00 in the traditional tortillerías. In both types of establishments, the variable costs were greater than the fixed costs; in the specialized tortillerías, they accounted for 84.3 % of the operating costs and in the traditional ones 78 %.

The highest variable cost is the raw material used during the production process (on average, it represents 77 % of the total variable costs). Another important cost is gas, which accounts for 16 % of the variable costs in the specialized tortillerías and 12 % in the traditional ones. Regarding the revenue budget, a six-year projection was also carried out. Total revenues of \$12,465,337.00 were estimated in the specialized tortillerías and \$14,674,272.00 in the mills and tortillerías.

a la que se actualizó el flujo de efectivo del proyecto fue de 12 % anual.

El periodo de evaluación utilizado fue de seis años, ya que es el promedio de vida económica de los activos fijos con los que se cuenta en los establecimientos.

El análisis de los indicadores incluyó tres categorías de las tortillerías: por tipo de establecimiento, materia prima principal utilizada en el proceso de elaboración de las tortillas y por tamaño de establecimiento.

Resultados y discusión

El 67.8 % de los entrevistados fueron del sexo masculino, mientras que el 32.2 % fue femenino. El rango de edad de los encuestados se concentró en personas de entre 21 a 40 años (71.4 %). La actividad requiere esfuerzo físico, por lo que es muy poco el porcentaje (aproximadamente 20 %) de personas de más de 40 que son responsables de atender una tortillería.

De acuerdo con la información obtenida de las entrevistas, el trabajo no requiere mucha especialización o preparación técnica. Esto se observó con la escolaridad de los empleados pues en su mayoría cuentan con nivel secundaria (53 %).

Indicadores de rentabilidad por tipo de establecimiento

El 81.2 % de los establecimientos involucrados son tortillerías especializadas; es decir, solo procesan la tortilla ya que compran la masa a molinos, o en su caso, adquieren harina de maíz nixtamalizada. Por otro lado, el 18.8 % son tortillerías tradicionales (combinan la actividad de tortillería y molienda); es decir, ahí se lleva a cabo la molienda del nixtamal para obtener la masa que usan como insumo.

En promedio, las tortillerías tradicionales que procesan el maíz tienen mayores ventas que las tortillerías especializadas que usan harina de maíz o compran la masa (las ventas son de 12,539 y 5,952 kg respectivamente). Asimismo, las tortillerías con molino ofrecen el producto con el precio menor (10 \$·kg⁻¹ versus 11.10 \$·kg⁻¹).

Respecto a la inversión requerida para poner en marcha una tortillería especializada, el valor estimado como promedio es de \$176,595.00; mientras que para poner en marcha una tortillería tradicional se necesitan \$324,603.00 en promedio (Ver Cuadro 1). En ambos casos, el rubro con mayor gasto lo representa la Máquina tortilladora. Esta diferencia en la inversión inicial podría explicar parcialmente por qué predominan más las tortillerías especializadas.

Table 1. Capital budget (pesos) by type of establishment
Cuadro 1. Presupuesto de costos de inversión (pesos) por tipo de establecimiento

Items/Conceptos	Unit/Unidad	Traditional tortillería/ Tortillería tradicional	Specialized tortillería/ Tortillería especializada
Fixed assets/Activos fijos		177,448	90,799
Tortilla-making machine/ Máquina tortilladora	Equipment/ Equipo	89,877	73,581
Stirrer or kneader/ Revolvedora o amasadora	Equipment/ Equipo	15,289	12,550
Mill for nixtamal/ Molino para nixtamal	Equipment/ Equipo	46,575	
Counter/Mostrador	Piece/Pieza	2,538	1,714
Work table/Mesa de trabajo	Piece/Pieza	2,140	1,454
Basin to wash the nixtamal/ Pila para lavar el nixtamal	Equipment/ Equipo	4,536	
Digital balance/Báscula digital	Equipment	2,547	1,500
Paila (large shallow pan) to cook nixtamal/ Paila para cocer el nixtamal	Piece/Pieza	13,946	
Differed assets/Activos diferidos		30,000	30,000
Training, technical assistance and pre-operating costs/ Capacitación, asistencia técnica y costos pre operativos	Service/ Servicio	30,000	30,000
Working capital/Capital de trabajo		117,155	55,796
Total investment/Inversión total		324,603	176,595

Source: Made by authors with survey data.

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

In this way, the NPV for specialized tortillerías was \$1,495,534.00, while for traditional tortillerías it was \$2,184,220.00. The NPV for the case of the establishments that are mills and tortillerías is greater than for the case of those that are exclusively tortillerías. It should be noted that, in both cases, the value is positive and, in accordance with the established acceptability criterion, it is considered good, because it is greater than zero (value at which revenues equal costs).

The IRR was 169 and 118 % for the traditional and specialized tortillerías, respectively; this indicates the average profitability that will be obtained by the project during its useful life or also the maximum interest rate that the project can pay if all the resources were borrowed. The value obtained is acceptable because it is greater than the interest rate selected to discount the project flows (12 %).

The BCR obtained was greater than one in both cases. In considering this criterion, the project is profitable because the BCR is greater than one; this means that during the project's useful life that each peso invested will be recovered and a net benefit of 28 and 23 cents will be obtained for the traditional and specialized tortillerías, respectively.

En el presupuesto de costos de operación se consideraron tanto los costos variables como los costos fijos y se realizó la proyección de los mismos a seis años. El costo total de operación durante la vida útil del proyecto fue de \$8,143,089.00 en las tortillerías especializadas y de \$8,858,991.00 en las tradicionales. En ambos tipos de establecimientos, los costos variables fueron mayores a los costos fijos; en las tortillerías especializadas representó el 84.3 % de los costos de operación y en las tradicionales el 78 %.

El mayor costo variable lo constituye la materia prima utilizada durante el proceso de producción (en promedio representa el 77 % del total de los costos variables). Otro costo importante es el gas, el cual representa el 16 % de los costos variables en las tortillerías especializadas y el 12 % en las tradicionales.

Respecto al presupuesto de ingresos, también se realizó la proyección a seis años. Un ingreso total de \$12,465,337.00 se estimó en las tortillerías especializadas y, de \$14,674,272.00 en los molinos y tortillerías.

De este modo, el VAN para las tortillerías especializadas fue de \$1,495,534.00; mientras que para las tortillerías tradicionales fue de \$2,184,220.00. El VAN para el caso de los establecimientos que son molinos y

The sensitivity analysis of the project was carried out using a pessimistic scenario considering two risk variables: an increase in operating costs and a decrease in total revenues. The procedure consisted of modifying the values of the risk variables and estimating the performance of the economic evaluation indicators obtained previously. In both types of establishments, it was found that even under pessimistic conditions (an increase in operating costs of up to 28 % in specialized tortillerías and 36 % in mills and tortillerías, or a decrease in total revenues of up to 18 % in specialized tortillerías and up to 21 % in mills and tortillerías), the project remains profitable since in these change percentages in the risk variables the indicators would be at their critical point.

Profitability indicators by type of raw material used

Of the total number of economic units surveyed, 54.5 % of establishments buy nixtamalized flour and dough, 24.3 % use only dough and 21.2 % purchase corn and nixtamalized flour.

Table 2 shows the average monthly sales of establishments according to the type of raw material used. The establishments with the highest sales were those that use corn and nixtamalized flour; likewise, those establishments are the ones with the lowest prices.

The average investment required is similar for the start-up of an establishment in which the main raw material used is the dough or an establishment in which nixtamalized flour and dough are combined (See Table 3). On the other hand, for an establishment that uses corn and flour, the necessary investment is much higher (\$330,724.00) since a greater number of fixed assets is required for the nixtamalization process.

tortillerías es mayor que para el caso de aquellos que son exclusivamente tortillerías. Cabe destacar que, en ambos casos, el valor es positivo y de acuerdo con el criterio de aceptabilidad establecido, se considera bueno, debido a que es mayor que cero (valor en el cual los ingresos igualan a los costos).

La TIR fue de 169 y 118 % para las tortillerías tradicionales y especializadas, respectivamente; ello indica la rentabilidad promedio del proyecto que se obtendrá durante la vida útil del mismo o también la tasa de interés máxima que puede pagar el proyecto si todos los recursos fueran prestados. El valor obtenido es aceptable porque es mayor que la tasa de interés seleccionada para actualizar los flujos del proyecto (12 %).

La relación B/C obtenida fue mayor a uno en ambos casos. Al considerar este criterio, el proyecto es rentable porque B/C es mayor que uno; esto significa que durante la vida útil del proyecto por cada peso invertido se recuperará el peso y se obtendrá un beneficio neto de 28 y 23 centavos para las tortillerías tradicionales y especializadas, respectivamente.

El análisis de sensibilidad del proyecto fue realizado mediante un escenario pesimista considerando dos variables de riesgo: aumento de los costos de operación y disminución de los ingresos totales. El procedimiento consistió en modificar los valores de las variables de riesgo y estimar el comportamiento de los indicadores de evaluación económica obtenidos con anterioridad. En ambos tipos de establecimientos se apreció que aún en condiciones pesimistas (aumento en los costos de operación de hasta el 28 % en las tortillerías especializadas y de 36 % en los molinos y tortillerías o, disminución de los ingresos totales de hasta 18 % en las tortillerías especializadas y de hasta 21 % en los molinos y tortillerías), el proyecto

Table 2. Average monthly sales and prices for raw materials used.

Cuadro 2. Promedio de ventas mensuales y precios por materia prima utilizada.

	Dough/ Masa	Corn and flour/ Maíz y harina	Flour and dough/ Harina y masa
Tortillas (kg)	6,148	12,575	5,892
Price of tortillas (\$·kg ⁻¹)/ Precio de las tortillas (\$·kg ⁻¹)	11	10	11
Dough (kg)/ Masa (kg)	697	8,865	705
Price of dough (\$·kg ⁻¹)/ Precio de la masa (\$·kg ⁻¹)	9	8	9

Source: Made by authors with survey data.

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Table 3. Investment budget (pesos) by raw material used.
Cuadro 3. Presupuesto de inversión (pesos) por materia prima utilizada.

Items / Conceptos	Unit / Unidad	Dough / Masa	Corn and flour / Maíz y harina	Flour and dough / Harina y masa
Fixed assets / Activos fijos		95,908	182,383	88,807
Tortilla-making machine / Máquina tortilladora	Equipment / Equipo	77,337	93,474	71,910
Stirrer or Kneader / Revolvedora o Amasadora	Equipment / Equipo	13,815	15,650	12,292
Mill for nixtamal / Molino para nixtamal	Equipment / Equipo	-	46,821	0
Counter / Mostrador	Piece / Pieza	1,726	2,633	1,709
Work table / Mesa de trabajo	Piece / Pieza	1,660	2,140	1,341
Basin to wash the nixtamal / Pila para lavar el nixtamal	Equipment / Equipo	-	5,137	0
Digital balance / Báscula digital	Equipment / Equipo	1,370	2,666	1,555
Paila to cook the nixtamal / Paila para cocer el nixtamal	Piece / Pieza	-	13,862	0
Differed assets / Activos diferidos		30,000	30,000	30,000
Training, technical assistance and pre-operating costs / Capacitación, asistencia técnica y costos pre operativos	Service / Servicio	30,000	30,000	30,000
Working capital / Capital de trabajo		50,324	118,341	60,805
Total investment / Inversión total		176,232	330,724	179,612

Source: Made by authors with survey data.

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

The total operating costs during the project's useful life were \$7,471,660.00 in the tortillerías that use dough, \$9,679,550.00 in those that use corn and flour, and \$8,824,820.00 in the ones that use flour and dough.

In all establishments the variable costs were greater than the fixed costs, representing on average 83 % of the total operating costs during the project's useful life. During the project's evaluation phase, total revenues of \$12,698,095 were obtained in the establishments that use dough, \$16,053,968.00 in those that use corn and flour and \$12,361,015.00 in the ones that use flour and dough.

The results indicate that the establishments that use as raw material the combination of corn and nixtamalized flour obtain the highest NPV (\$2,386,192.00) during the project's useful life and, therefore, are the most profitable, followed by those that use dough (\$1,847,357.00) and, finally, those that use nixtamalized flour and dough (\$1,188,901.00).

sigue siendo rentable ya que en dichos porcentajes de modificación en las variables de riesgo los indicadores se encontrarían en su punto crítico.

Indicadores de rentabilidad por tipo de materia prima utilizada

Del total de unidades económicas encuestadas, el 54.5 % de los establecimientos compran harina nixtamalizada y masa, el 24.3 % emplean únicamente masa y el 21.2 % adquieren maíz y harina nixtamalizada.

En el Cuadro 2 se muestran las ventas promedio mensuales de los establecimientos de acuerdo con el tipo de materia prima utilizada. Los establecimientos con mayores ventas fueron los que usan maíz y harina nixtamalizada; asimismo, esos establecimientos son los que tienen los precios menores.

La inversión promedio requerida es similar para la puesta en marcha de un establecimiento en el que la materia prima principal utilizada es la masa

Likewise, the highest IRR obtained was in the establishments that use corn and nixtamalized flour (169 %).

The BCRs obtained of 1.28, 1.29 and 1.18 indicate that during the project's useful life that each peso invested will be recovered and a net profit of 28, 29 and 18 cents will be obtained for establishments that use corn and flour, exclusively dough and the combination of flour and dough, respectively.

According to the sensitivity analysis carried out, all establishments remain profitable even considering changes in the project's risk variables. The tortillerías that use flour and dough are the most sensitive to increases in operating costs since the economic evaluation indicators reach their critical points with a 15 % increase in costs and the tortillerías that use the other combinations of inputs can withstand an increase of up to 38 %. Regarding the decrease in revenues, all establishments have a similar sensitivity by withstanding on average a 20 % decrease.

Profitability indicators by establishment size

Of the total number of establishments in the study, 80.1 % are small, 16.6 % are medium-sized and 3.3 % are large. The criterion for dividing them by size was the monthly amount of tortillas and dough sold (See Table 4).

The average investment required for the start-up of a small establishment is \$229,194.00, for a medium-sized one \$310,769.00 and for a large one \$858,584.00 (See Table 5).

Total operating costs during the project's useful life were \$8,430,881.00 in the small establishments, \$9,276,841.00 in the medium-sized ones and \$23,891,393.00 in the large ones. In all establishments, variable costs are greater than fixed costs, representing on average 83 % of total costs.

o de un establecimiento en el que se combinan harina nixtamalizada y masa (Ver Cuadro 3). Mientras que para un establecimiento que utilice maíz y harina, la inversión necesaria es mucho mayor (\$330,724.00) dado que se requiere una mayor cantidad de activos fijos para el proceso de nixtamalización.

El costo total de operación durante la vida útil del proyecto fue de \$7,471,660.00 en las tortillerías que usan masa, de \$9,679,550.00 en las que usan maíz y harina, y de \$8,824,820.00 en las que usan harina y masa.

En todos los establecimientos los costos variables fueron mayores que los costos fijos y representaron en promedio el 83 % de los costos totales de operación durante la vida útil del proyecto. Durante la etapa de evaluación del proyecto se obtuvo un ingreso total de \$12,698,095.00 en los establecimientos que usan masa, de \$16,053,968.00 en los que usan maíz y harina y de \$12,361,015.00 en los que usan harina y masa.

Los resultados indican que los establecimientos que ocupan como materia prima la combinación de maíz y harina nixtamalizada obtienen el mayor VAN (\$2,386,192.00) durante la vida útil del proyecto y, por lo tanto, son los más rentables, seguidos por los que usan masa (\$1,847,357.00) y, por último, aquellos que utilizan harina nixtamalizada y masa (\$1,188,901.00).

De igual manera, la mayor TIR obtenida fue en los establecimientos que ocupan maíz y harina nixtamalizada (169 %).

Las relaciones B/C obtenidas de 1.28, 1.29 y 1.18 indican que durante la vida útil del proyecto por cada peso invertido se recuperará el peso y se obtendrá un beneficio neto de 28, 29 y 18 centavos para los establecimientos que usan maíz y harina, masa exclusivamente y la combinación de harina y masa, respectivamente.

Table 4. Average monthly sales and prices by establishment size.

Cuadro 4. Promedio de ventas mensual y precios por tamaño de establecimiento

	Small/Pequeños	Medium/Medios	Large/Grandes
Tortillas (kg)	4,776	14,438	34,675
Price of the tortillas (\$·kg ⁻¹)/ Precio de las tortillas (\$·kg ⁻¹)	11	10	10
Dough (kg)/Masa (kg)	707	3,513	41,405
Price of the dough (\$·kg ⁻¹)/ Precio de la masa (\$·kg ⁻¹)	9	9	7

Source: Made by authors with survey data.

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Table 5. Capital budget (pesos) by establishment size.**Cuadro 5. Presupuesto de inversión (pesos) por tamaño de establecimiento**

Items/Conceptos	Unit/Unidad	Small/ Pequeños	Medium/ Medianos	Large/ Grandes
Fixed assets/Activos fijos		156,994	170,739	476,759
Tortilla-making machine/ Máquina tortilladora	Equipment/Equipo	73,388	88,689	261,666
Stirrer or kneader/ Revolvedora o Amasadora	Equipment/Equipo	13,176	12,988	28,666
Mill for nixtamal/ Molino para nixtamal	Equipment/Equipo	47,955	42,591	100,834
Counter/Mostrador	Piece/Pieza	1,619	3,276	4,116
Work table/Mesa de trabajo	Piece/Pieza	1,509	2,006	3,734
Basin to wash the nixtamal/ Pila para lavar el nixtamal	Equipment/Equipo	5,050	6,425	10,635
Digital balance/Báscula digital	Equipment/Equipo	1,692	1,900	2,275
Paila to cook the nixtamal/ Paila para cocer el nixtamal	Piece/Pieza	12,605	12,864	64,833
Differed assets/Activos diferidos		20,000	30,000	50,000
Training, technical assistance and pre-operating costs/ Capacitación, asistencia técnica y costos pre operativos	Service/Servicio	20,000	30,000	50,000
Working capital/Capital de trabajo		52,200	110,030	331,825
Total investment/Inversión total		229,194	310,769	858,584

Source: Made by authors with survey data.

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Total estimated revenues were \$12,140,367.00 for small establishments, \$14,805,496.00 for medium-sized ones and \$41,717,270.00 for large ones.

The highest NPV was obtained for the large establishments (\$6,885,478.00), followed by the medium-sized ones (\$2,027,745.00) and, finally, the small ones (\$1,219,762). This indicates that large companies generate more profits than the others.

The IRR was 210 % for large establishments, 150 % for medium-size ones and 81 % for small ones. The indicators suggest that large businesses have a higher average profitability or also the ability to withstand a higher interest rate and remain profitable.

The BCR obtained of 1.31, 1.25 and 1.19 for the large, medium-sized and small tortillerías, respectively, indicates that during the project's useful life that each peso invested will be recovered and that the large companies will obtain a net profit of 31 cents, the medium-sized ones of 25 cents and the small businesses of 19 cents.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad realizado, todos los establecimientos siguen siendo rentables aun considerando modificaciones en las variables de riesgo del proyecto. Las tortillerías que usan harina y masa son las más sensibles a aumentos en los costos de operación ya que los indicadores de la evaluación económica alcanzan sus puntos críticos con un 15 % de aumento en los costos y las tortillerías que usan las otras combinaciones de insumos soportan un aumento de hasta 38 %. En cuanto a la disminución de ingresos, todos los establecimientos presentan una sensibilidad similar al soportar en promedio 20 % de disminución.

Indicadores de rentabilidad por tamaño de establecimiento

Del total de establecimientos del estudio 80.1 % son pequeños, 16.6 % son medianos y 3.3 % son grandes. El criterio para dividirlos por tamaño fue la cantidad mensual vendida de tortillas y masa (Ver Cuadro 4).

According to the sensitivity analysis carried out, the small establishments are the most sensitive to increases in operating costs since the economic evaluation indicators reach their critical points with a 22 % increase in costs, while medium-sized and large establishments withstand an increase of 32 and 42 %, respectively. Similarly, small establishments are more sensitive to decreased revenues because they can only withstand a 15 % decrease, whereas medium-sized and large ones can withstand a 20 and 24 % decrease, respectively.

Discussion

This work found that almost 80 % of the establishments involved are tortillerías that mix corn flour with dough to make the tortillas. Although the quality of the tortilla prepared from pure fresh dough is greater than that obtained with corn flour, the latter has gained popularity among urban residents because it eliminates the intensive and tedious work of the traditional process (Flores, Martínez, Salinas, & Ríos, 2002). This may explain, in part, the proliferation to a greater extent of the tortillerías that use corn flour. However, one of the major criticisms of the use of corn flour is that it only benefits a small group of companies engaged in the preparation of such flour (Vargas, 2017; Thomaz & Carvalho 2011).

On the other hand, although only 18.8 % of all the establishments are traditional tortillerías (they combine the tortilleria and milling activity), they have higher sales and are relatively more profitable. This profitability is due to the fact that Mexicans still prefer the traditionally prepared tortilla, given the organoleptic characteristics of the dough obtained from the corn nixtamalization process (Caballero et al., 2000).

Another important finding is that approximately 80 % of the establishments in the dough and tortilla industry are microenterprises. In this sense, Kato (2016) states that the characteristics of the nixtamal tortilla market in Mexico are defined by the existence of a large number of micro-industries. In this regard, Mestries (2007) also states that Mexico has hundreds of small mills, as well as thousands of tortillerías without collection or storage capacity and with a technological lag. Paradoxically, medium-sized (16.6 % of total) and large tortilla companies (3.3 % of the total) are the most profitable, while small companies obtain lower profits and, given their technological characteristics, are too sensitive to increases in production costs or decreased revenues.

Based on the estimators that were calculated in this paper, it is assumed that the tortillerías remain profitable despite the fluctuations in corn prices. Based on the analysis of the *Centro de Estudios de las Finanzas*

La inversión promedio requerida para la puesta en marcha de un establecimiento pequeño es de \$229,194.00 para uno mediano de \$310,769.00 y para uno grande de \$858,584.00 (Ver Cuadro 5).

El costo total de operación durante la vida útil del proyecto fue de \$8,430,881.00 en los establecimientos pequeños, de \$9,276,841.00 en los medianos y de \$23,891,393.00 en los grandes. En todos los establecimientos los costos variables son mayores a los costos fijos y representan en promedio el 83 % de los costos totales.

Los ingresos totales estimados son de \$12,140,367.00 en los establecimientos pequeños, de \$14,805,496.00 en los medianos y de \$41,717,270.00 en los grandes.

El VAN mayor se obtuvo para los establecimientos grandes (\$6,885,478.00), seguido por los medianos (\$2,027,745.00) y, por último, los pequeños (\$1,219,762). Ello indica que las empresas grandes generan más utilidades que las otras.

La TIR fue de 210 % para los establecimientos grandes, 150 % para los medianos y 81 % para los pequeños. Los indicadores sugieren que los negocios grandes tienen una rentabilidad promedio mayor o también la capacidad de soportar una tasa de interés mayor y seguir siendo rentables.

La relación B/C obtenida de 1.31, 1.25 y 1.19 para las tortillerías grandes, medianas y pequeñas, respectivamente, indican que durante la vida útil del proyecto por cada peso invertido se recuperará el peso y las empresas grandes obtendrán un beneficio neto de 31 centavos, las medianas de 25 centavos y los negocios pequeños de 19 centavos.

De acuerdo con el análisis de sensibilidad realizado, los establecimientos pequeños son los más sensibles a aumentos en los costos de operación ya que los indicadores de la evaluación económica alcanzan sus puntos críticos con un 22 % de aumento en los costos, mientras que los establecimientos medianos y grandes soportan un aumento de 32 y 42 %, respectivamente. De igual manera, los establecimientos pequeños son más sensibles a la disminución de ingresos pues toleran el 15 % de disminución y los medianos y grandes resisten un 20 y 24 % de deducción, respectivamente.

Discusión

En este trabajo se encontró que casi el 80 % de los establecimientos involucrados son tortillerías que mezclan harina de maíz con masa para elaborar las tortillas. Aunque la calidad de la tortilla preparada a partir de pura masa fresca es mayor a la obtenida con harina de maíz, esta última ha ganado popularidad

Públicas (CEFP, 2007), the ability to maintain profitability in the face of higher prices could be explained by the price transmission elasticity (PTE) between corn and tortilla, which is 0.48. This means that, faced with an increase of one percentage point in the price of corn, tortilla prices increase 0.48 %. However, with decreases in the price of corn, the impact is even more inelastic. That is, if the price of the grain is reduced 1 %, tortilla prices decrease only 0.21 %. In this regard, Thomaz and Carvalho (2011) assert that, due to internal factors, such as market concentration (oligopolistic structure of corn flour-producing companies and a large percentage of small tortilla producers), there can be little synchrony between tortilla and corn prices.

Conclusions

For the study area, the profitability indicator values obtained indicate that the establishments that are both a mill and tortillería are more profitable than those that are exclusively tortillerías. Likewise, those that use the corn/nixtamalized flour combination as raw material are the ones that obtain the greatest economic benefits. Establishment size has a great influence on profit generation; that is, the larger the economic units, the more profitable they are. However, most establishments are small and they are the ones that provide dynamic growth to the corn-tortilla industry.

As hypothesized, the corn input is the main component and its variations have a major influence on the sensitivity analysis, especially on the small companies within the sector.

Finally, the study shows the results for a single Mexican state only and without differentiation of rural and urban areas. It is recommended that future research differentiate areas to provide a more complete analysis.

Acknowledgments

This work was made possible thanks to the financial support of the National Science and Technology Council (CONACYT), as well as the National Polytechnic Institute (IPN) by providing the necessary facilities to carry out a postdoctoral stay in its facilities.

End of English version

References / Referencias

- Appendini, K. (2014). Reconstructing the Maize Market in Rural Mexico. *Journal of Agrarian Change* 14(1): 1–25. doi: 10.1111/joac.12013
- Caballero, B. F., Iribarren, A., Peña, J. L., Castro R., R., & Oliva, A. I. (2000). Recent advances on the understanding

entre la población urbana porque elimina las labores intensivas y tediosas del proceso tradicional (Flores, Martínez, Salinas, & Ríos, 2002). Ello puede explicar, en parte, la proliferación en mayor medida de las tortillerías que utilizan harina de maíz. No obstante, una de las grandes críticas en el uso de la harina de maíz es que sólo beneficia a un reducido grupo de empresas dedicadas a la elaboración de dicha harina (Vargas, 2017; Thomaz & Carvalho 2011).

Por otro lado, a pesar de que sólo el 18.8 % del total de los establecimientos son tortillerías tradicionales (combinan la actividad de tortillería y molienda), éstas tienen mayores ventas y son relativamente más rentables. Esta rentabilidad puede explicarse debido a que los mexicanos aún prefieren la tortilla preparada tradicionalmente, dadas las características organolépticas que posee la masa obtenida a partir del proceso de nixtamalización del maíz (Caballero et al., 2000).

Otro hallazgo importante, es que, aproximadamente el 80 % de los establecimientos de la industria de la masa y la tortilla son microempresas. En este sentido, Kato (2016) asevera que, las características del mercado de tortillas de nixtamal en México se definen por la existencia de un gran número de microindustrias. Al respecto, Mestries (2007) también afirma que en México subsisten cientos de molinos pequeños, así como miles de tortillerías sin capacidad de acopio ni almacenamiento y con rezago tecnológico. Paradójicamente, las empresas de tortillería medianas (16.6 % del total) y grandes (3.3 % del total) son las más rentables, mientras que las pequeñas obtienen menores ganancias y dadas sus características tecnológicas son demasiado sensibles a incrementos en los costos de producción o decremento en el ingreso.

Con base en los estimadores que se calcularon en este trabajo, se asume que las tortillerías siguen siendo rentables a pesar de las fluctuaciones en los precios del maíz. Partiendo del análisis del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP, 2007), el mantenimiento de la rentabilidad ante las alzas en los precios podría explicarse por la situación de la Elasticidad de Transmisión de Precios (ETP) entre el maíz y la tortilla, misma que es de 0.48. Lo anterior significa que, ante un incremento de un punto porcentual en el precio del maíz, el precio de la tortilla aumenta 0.48 %. Sin embargo, ante disminuciones del precio del maíz, el impacto es aún más inelástico. Es decir, si el precio del grano se reduce 1 %, el precio de la tortilla disminuye solo 0.21 %. Al respecto, Thomaz y Carvalho (2011) afirman que, debido a los factores internos, como la concentración del mercado (estructura oligopólica de empresas productoras de harina de maíz y una gran participación de pequeños productores de tortillas) y el endurecimiento de los precios, puede ocurrir poca sincronía entre los precios de la tortilla y el maíz.

- of the nixtamalization process. *Superficies y Vacío* (10):20-24. Retrieved from: <http://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/10/sv102000.pdf>
- Cacho, R. J. (2007). La Cadena maíz-tortilla, la realidad y las soluciones. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. *Rumbo rural* 2(6): 46-53. Retrieved from: <http://www.cedrssa.gob.mx/?doc=1449>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP). (2007). México: El Mercado del Maíz y la Agroindustria de la Tortilla. H. Cámara de Diputados. Palacio Legislativo de San Lázaro. Retrieved from: <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042007.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2016). Evolución de las líneas de bienestar y de la canasta alimentaria. Retrieved February 20, 2016 from: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>.
- Flores F., R., Martínez B., F., Salinas M., Y., & Ríos, E. (2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. *Agrociencia* 36(5): 557-567. Retrieved from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236507>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI-Censos Económicos). (2014). Retrieved October 11, 2017 from: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)– Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). (2015). Retrieved February 4, 2015 from: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/>.
- Kato, M. L. (2016). GRUMA y el mercado de tortillas de maíz en el contexto de la financiarización en el sector alimentario. *Ciencia Económica*, 5(8): 53-78. Retrieved from: <http://www.economia.unam.mx/cienciaeco>.
- Mestries, F. (2007). La crisis de la tortilla en los albores del sexenio de Felipe Calderón. ¿Libre mercado o ley de los monopolios? *El Cotidiano* (155): 87-93. Retrieved from: <http://www.redalyc.org/pdf/325/32512745010.pdf>
- Muñante, P. D. (2004). Manual de formulación y evaluación de proyectos de inversión. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Retes, M. R. F., Torres, S., G., & Garrido R., S. (2014). Un modelo econométrico de la demanda de tortilla de maíz en México, 1996-2008. *Estudios Sociales* 22(43): 37-59. Retrieved from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41729386002>
- Reyes, G. G. (2007). Incremento en los precios del maíz y la tortilla. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*. 38 (151): 103-126. Retrieved from: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/pde/article/view/7692>
- Secretaría de Economía (SE). (2012). Análisis de la cadena de valor maíz-tortilla: situación actual y factores de competencia local. Dirección General de Industrias

Conclusiones

Para la zona de estudio, los valores de los indicadores de rentabilidad obtenidos indican que los establecimientos que consideran molino y tortillería son más rentables que aquellos que son exclusivamente tortillerías. Asimismo, los que usan como materia prima la combinación de maíz y harina nixtamalizada son los que obtienen mayores beneficios económicos. El tamaño del establecimiento influye mucho para la generación de utilidades; es decir, mientras más grandes sean las unidades económicas, serán más rentables. No obstante, los establecimientos en su mayoría son pequeños y son ellos los que dinamizan la industria del maíz-tortilla.

Tal como se planteó en la problemática, el insumo maíz es el componente primordial y las variaciones de éste influyen de manera considerable en los análisis de sensibilidad, sobre todo, en las pequeñas empresas del sector.

Finalmente, el estudio muestra los resultados para una entidad federativa solamente y sin hacer diferenciación de zona rural o urbana. La continuación de la investigación al diferenciar zonas para un análisis más completo es recomendable.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como del IPN al brindar las facilidades necesarias para realizar la estancia posdoctoral en sus instalaciones.

Fin de la versión en español

- Básicas. México. 76 pp. Retrieved from: http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/20120411_analisis_cadena_valor_maiz-tortilla.pdf
- Spiegel, M. R., & Stephens, L. J. (2009). *Estadística*. 4ta edición. McGraw-Hill. México, D.F.
- Thomaz, L. F., & Carvalho, C. E. (2011). The tortilla crisis in México (2007): the upward trend in commodity prices, financial instability and food security. *The Perspective of the World Review* 3(2):81-108. Retrieved from: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6381/1/PWR_v3_n2_Tortilla.pdf
- Vargas, S. G. (2017). El mercado de harina de maíz en México. Una interpretación microeconómica. *Economía Informa* 405:4-29. doi <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.07.001>