

## **Diseño del proceso de elaboración de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) ahumada envasada al alto vacío**

Oscar Diego, Soledad Hernández, Luis Caso y Blanca Aguilar

O. Diego, S. Hernández, L. Caso, B. Aguilar  
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Programa Educativo de Procesos Alimentarios. Prolongación Reforma 168, Barrio Santiago Mihucán, Izúcar de Matamoros, Puebla, C.P. 74420, México. odiego\_pa@hotmail.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

The aim of the study was to develop the process and formulation of vacuum packed smoked tilapia, in order to add value to the tilapia in bulk and thus contribute to the development of tilapia producer groups of the Mixteca region in Puebla state. Three different formulations were developed and subjected to marinating times 4, 6, 8 and 12 hours. The best formulation and marinating time was established through sensory testing. The safety of the product was determined according to NOM-129-SSA1-1995, with the following results: aerobic plate count:  $35 \times 10^2$  CFU/g, psychrophilic plate count,  $40 \times 10^1$  CFU/g, total and fecal coliforms and *S. aureus*, both  $<10$  CFU/g. Through the technical-economic study, and the equilibrium point (EP), it was determined that the product is viable generating gross profits of \$ 71.00/Kg with a total return of the initial investment of 2 months and 270kg EP. All this generates attractive profits with minimal investment and offers a safe and nutritious product for the consumer.

## 11 Introducción

La tilapia es un pez de origen africano, el cual habita en lugares agua dulce y presenta un crecimiento acelerado de la talla, también tolera altas densidades de población y se adapta rápidamente al cautiverio u una alta resistencia a contraer enfermedades. Tiene gran aceptación en una amplia gama de alimentos, además de contar con algunos atributos para el mercado como son carne blanca de buena calidad, buen sabor, poca espina, buena talla y un precio accesible, que le confiere una preferencia y demanda comercial en la acuicultura mundial (SAGARPA, 2010). La composición química de la tilapia es de:

19.2% de proteína, 2.3% de grasa, 0% colesterol y 96 Kcal/100g-1 de energía metabolizable (Toledo y García, 2009). Por su alto contenido de minerales se considera una fuente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre (Toledo y García, 2009).

Por otra parte el ahumado es un método de conservación muy antiguo que se utiliza para preservar productos como el pescado, especialmente en lugares donde los métodos de refrigeración no se encuentran disponibles y se corre el riesgo de que el producto se deteriore rápidamente. También permite almacenar el pescado para su consumo en épocas de alta demanda y obtener un producto de color y sabor diferentes.

Durante el proceso de ahumado, el humo que proviene de la madera quemada el cual contiene compuestos químicos que inhiben el crecimiento de las bacterias, mientras el calor del fuego produce el secado y cocción del pescado, previniendo al mismo tiempo el crecimiento de bacterias y la acción de enzimas.

La tilapia ahumada es un producto seco, color café, y con sabor característico con una vida de anaquel es de varios meses si se almacena correctamente (Pineda, 2012). Esto es resultado de la destrucción de enzimas y microorganismos en el pescado por el calor del humo, la inhibición del crecimiento microbiano debido a los componentes del humo, la sal utilizada y la baja humedad del producto final debido al secado durante el proceso de ahumado (Pineda, 2012).

En la región Mixteca del estado de Puebla, existen 64 granjas de tilapia de un total de 128 a nivel estado. La producción regional de esta especie en el año 2010 fue de 824.9 toneladas (CONAPESCA, 2010).

Derivado de los apoyos por parte de los tres niveles de gobierno destinado al desarrollo de la acuicultura rural, se ha experimentado un incremento en la producción acuícola, repercutiendo en la saturación de mercados, lo cual genera competencia en el posicionamiento del producto a granel y obliga a los productores a disminuir el precio de venta mermando a su vez las ganancias.

Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar la tecnología para la obtención de tilapia (*Oreochromis niloticus*) ahumada envasada al alto vacío que permitiera proporcionar valor agregado al producto final, inocuo y con precio competitivo en el mercado; por lo que se realizaron diferentes formulaciones, las cuales fueron sometidas a análisis sensoriales y se seleccionó la mejor; se realizaron análisis microbiológicos a los productos para determinar su inocuidad, así como la realización del estudio técnico- económico del producto para determinar la viabilidad del mismo. Los resultados permitirán transferir a los productores acuícolas de la región mixteca del Estado de Puebla la tecnología que permita agregar valor a su producción e incrementar sus márgenes de ganancia.

## **11.1 Materiales y métodos**

### **Muestreo:**

La mojarra Tilapia (*Oreochromis niloticus*) se adquirió con un productor del municipio de Tlapanalá, Puebla. El criadero cuenta con certificado en Buenas Practicas Acuícolas por parte de CONAPESCA.

### **Manejo de muestras:**

La mojarra eviscera se transporto en un recipiente de plástico con hielo hasta la Universidad, una vez ingresadas al taller de cárnicos fueron mantenidas en refrigeración hasta su procesamiento, el cual, se realizó dentro de las 12 horas siguientes a la adquisición.

### **Análisis realizados:**

Para desarrollar el producto con la mayor aceptación por parte del consumidor lo primero fue elaborar el diagrama de proceso del producto (figura 1) con una fórmula determinada y se sometio a degustación-, aplicando la técnica de pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 2005), con los resultados y comentarios obtenidos se modifico la formula (tabla 1) y los tiempos de marinado (tabla 2.)

Con la finalidad de determinar la inocuidad microbiológica durante el proceso así como en el producto final (tabla 2), se realizaron los análisis microbiológicos como lo marca la NOM-129-SSA1-1995, la cual regula las especificaciones sanitarias de productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados.

También se determinó el Punto Critico de Control (PCC) dentro del proceso en dónde el riesgo microbiológico se cancela, los puntos muestreados fueron los siguientes: materia prima (tilapia cruda), posterior al proceso de pre-cocción y ahumado, y después de 24 horas de almacenado a 4°C. Para tal efecto, se cuantificaron: bacterias mesófilas aeróbicas (BMA), NOM-092-SSA1-1994; bacterias coliformes totales (CT), NOM-113-SSA1-1994; E. coli, NOM-112-SSA1-1994 y S. aureus, NOM 115- SSA1-1994.

De acuerdo a los resultados, se determinó que el PCC es la etapa de pre-cocción y ahumado, por lo que éste paso deberá ser inspeccionado y observado durante cada producción el cual debe alcanzar una temperatura  $150^{\circ}\text{C}$  durante 18 min y debe asegurarse periódicamente (Mossel & Moreno, 2000). De acuerdo con el estudio técnico realizado que se muestra en la Tabla 3, se determinan los costos fijos y variables (Nahmias, 2007), esto a partir de los costos unitarios de todos los ingredientes utilizados, el material de envase, los energéticos como gas LP y energía eléctrica, mano de obra directa considerando que se necesita a una persona para la elaboración del producto y se calcula la depreciación de los equipos utilizados.

Una vez realizado estos cálculos se determina el costo de producción por Kg de producto y se sugiere el precio de venta por Kg, tomando en cuenta una ganancia atractiva para el productor y también de menor precio al de la competencia.

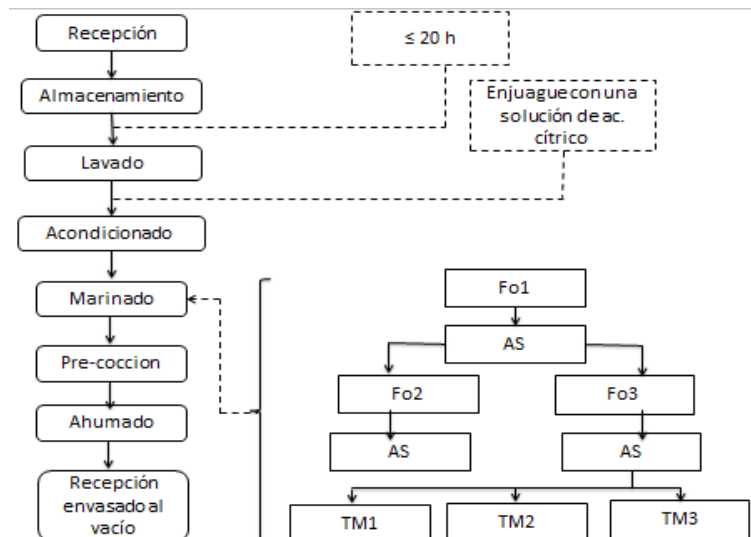
En la tabla 4 se muestran los indicadores financieros de la viabilidad del proyecto (Baca, 2010). Este estudio se realizó tomando en cuenta una tasa de inflación anual promedio del 5%, un incremento de ventas anual de 5% y una tasa de riesgo de 30%.

Se realizó el análisis de Punto de Equilibrio (Coss Bu, 2006), con la determinación de los costos fijos, los costos totales y el precio de venta, con la finalidad de saber la cantidad de Kg que se necesitan vender mensualmente para cubrir el total de costos y a partir de la siguiente unidad generar utilidades (Figura 2).

## 11.2 Resultados y discusión

### Resultados de las formulaciones realizadas:

**Figura 11** Proceso de elaboración de la Tilapia



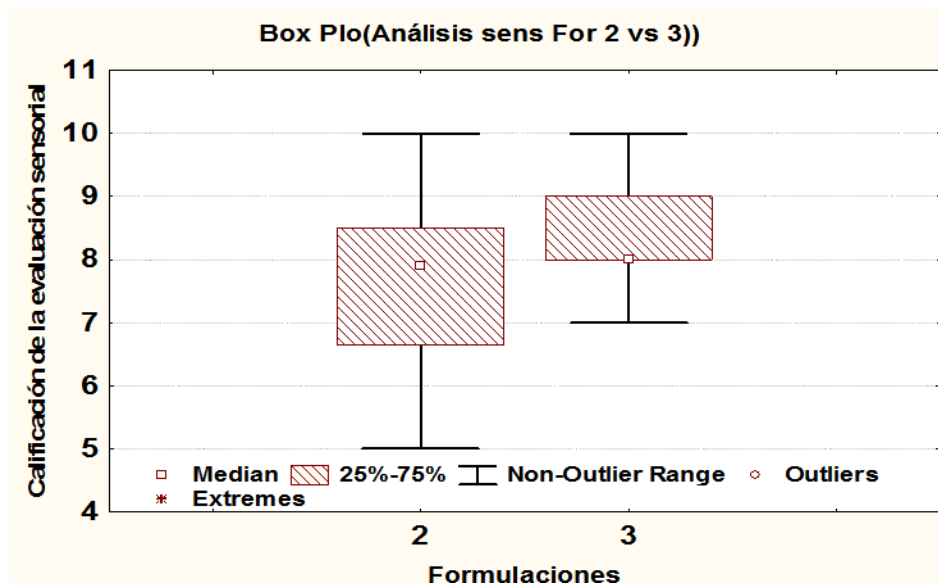
En la figura 1 se observan los factores que se evaluaron los cuales fueron formulación (Fo) y tiempo de marinado (TM), se estableció inicialmente una formulación (Fo 1) seguida de un análisis sensorial para efectuar los cambios pertinentes, con los resultados obtenidos de este análisis se propusieron dos nuevas formulaciones (Fo 2 y Fo 3) seguidas de su respectivo análisis sensorial, la descripción de cada una de las formulaciones se muestra en la tabla 1.

**Tabla 11** Formulaciones realizadas para 1 kg de producto

Formulación	Limón (mL)	NaCl (g)	Ac. Cítrico (g)
1	150	50	-----
2	250	55	1
3	445	60	1

Se utilizaron 3 formulaciones, en donde se modificó la cantidad de jugo de limón, sal y ácido cítrico, los productos elaborados con estas formulaciones se sometieron a evaluación sensorial, los resultados obtenidos muestran que la formulación 1 no agrado tanto a los evaluadores, por lo que se compararon estadísticamente las formulaciones 2 y 3, los resultados se presentan en la figura 2.

**Figura 11.1** Gráfica de comparación de las formuciones 2 y 3

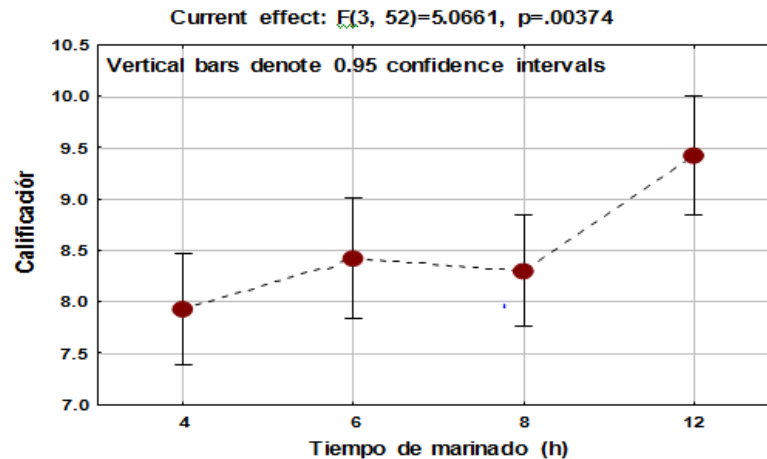


Los resultados de la figura 2 se obtuvieron mediante un ANOVA, los cuales indican que la formulación 3 fue la que mas agrado, ya que presenta valores superiores a la media,8.0. Además de que existe una diferencia significativa entre dichas formulaciones del  $p= 0.036156$  obtenidas con una prueba de confianza del 95%.

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la figura 2 se evaluaron los tiempos de marinado mediante un análisis sensorial, en la tabla 2 se observan estos cuatro tiempos, de los cuales, se selecciono el de mayor aceptación.

**Tabla 11.1** Tiempos de marinado

Marinado	Tiempo (h)
1	6
2	12
3	4
4	8

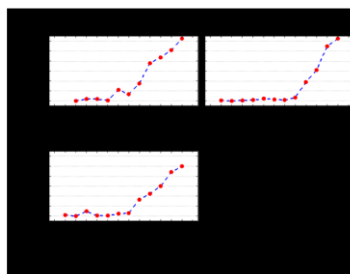
**Figura 11.2** Comparación de los tiempos de marinado con respecto a la aceptación del producto

Los resultados de la figura 3 obtenidos mediante un ANOVA, indican que el marinado que agradó a la mayoría de los evaluadores fue el de 12 horas con valores superiores al 9.0 a comparación de los marinados de 4, 6 y 8 horas en los que se obtuvieron valores menores al 8.5. existiendo una diferencia muy significativa entre estos tiempos de  $p=0.00374$  obtenidos con una prueba de confianza del 95%.

De acuerdo a los resultados obtenidos (tiempos de marinado y formulaciones) se estableció que para las pruebas a realizarse en este proyecto debería de ser un tiempo de marinado de 12 horas aplicando la formulación 3 que fueron las de mayor aceptación.

### 11.3 Resultados de análisis microbiológicos

Los resultados mostrados en los gráficos de análisis microbiológico corresponden a la determinación de bacterias mesófilas aerobias (BMA), de las muestras conservadas a temperaturas de refrigeración ( $5^{\circ}\text{C}$ ), ya que las muestras a temperatura ambiente ( $>25^{\circ}\text{C}$ ) presentaron como máximo 3 semanas en condiciones aceptables, después de las cuales se percibía mal olor y pérdida de vacío en el envase.

**Figura 11.3** Evolución de la calidad microbiológica de las 3 producciones realizadas

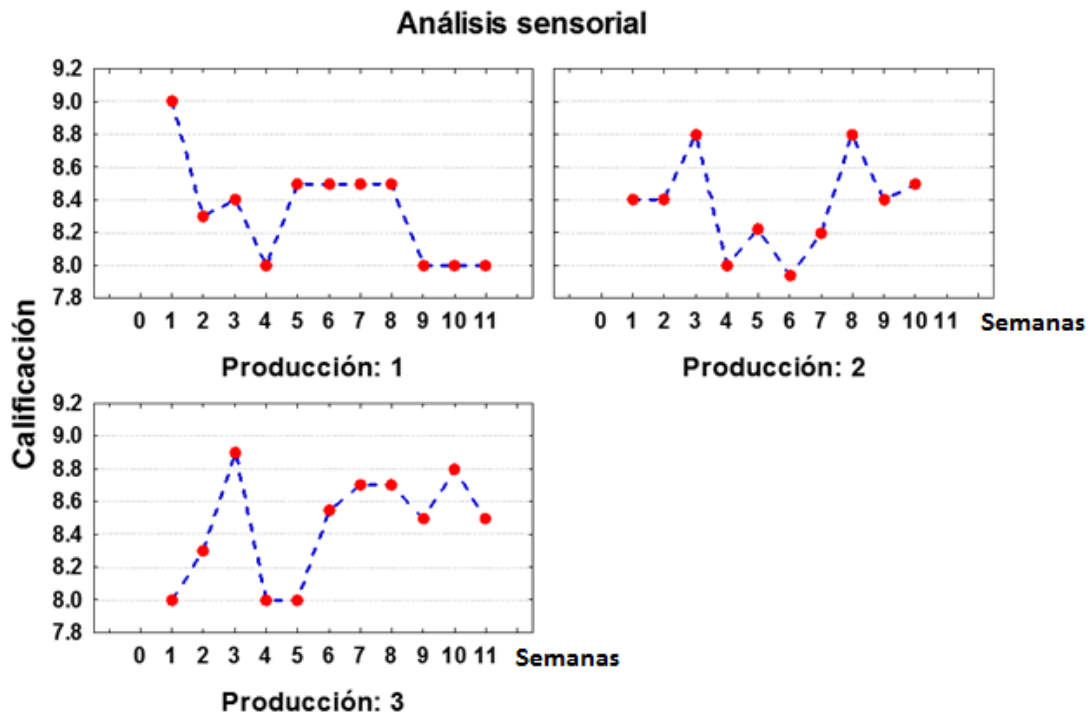
En la figura 4 se muestran la evolución del crecimiento microbiano por semana, donde se puede observar que permanece constante el desarrollo de microorganismos en el producto ahumado, incrementando ligeramente el crecimiento a partir de la sexta semana; sin embargo, cabe aclarar que de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-129-SSA1-1995, los límites máximos permisibles para producto terminado son de  $50 \times 10^4$  UFC/g, por lo que el producto bajo estas condiciones presenta crecimiento microbiano dentro de los límites permisibles.

Una vez obtenido el producto final se realizaron análisis microbiológicos para determinar la inocuidad del producto cuyo resultado se muestran en la tabla 3, en donde se aprecia que se satisfacen las especificaciones sanitarias de la NOM-129-SSA1-1995.

### Resultados de análisis sensoriales:

De igual forma, los análisis sensoriales solo se realizaron a las pruebas almacenadas a  $5^{\circ}\text{C}$ , ya que las muestras almacenadas a  $28^{\circ}\text{C}$  se deterioraron al cabo de 3 semanas, lo que afectó las características sensoriales como olor, sabor y textura, principalmente.

**Figura 11.4** Calificaciones obtenidas en el análisis sensorial de las 3 producciones realizadas



En la figura 5, se muestran los gráficos de la evaluación sensorial realizada por semana en cada producción, en donde se puede observar que las calificaciones varían ligeramente en cada una de las semanas, posiblemente, debido a que los catadores no fueron los mismos en cada una de las evaluaciones ya que las encuestas se realizaron al azar, a estudiantes, trabajadores y docentes del mismo centro de trabajo.

Cada uno de los encuestados estableció una calificación al producto degustado, la mayoría entre 8 y 9 según su propio criterio, por lo que se puede apreciar que existe una aceptación de este producto al obtener un valor mayor a 8 después de 10 semanas en condiciones de refrigeración.

**Resultados del estudio técnico-económico del producto:**

**Tabla 11.2** Estudio técnico-económico donde se muestra el costo de producción y el precio de venta sugerido

PRODUCTO: MOJARRA AHUMADA						
Número de productos considerados para el proyecto:				1		
COSTO UNITARIO						
Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Total (\$)	Costos Fijos	Costos Variables
<b>Materia Prima</b>						
total	2.708	kg	0.00	0.001		61.002
<b>Materiales indirectos</b>						
envase	4.0	pza	5.00	20.000		20.000
etiqueta	4.0	pza	0.60	2.400		2.400
<b>Suministros</b>						
energía eléctrica	0.500	kw	0.87	0.436	0.436	
Gas	0.300	kg	13.00	3.900	3.900	
<b>Mano de obra</b>						
Mano de obra directa	1.000	Persona	250.00	0.694		0.694
<b>Otros</b>						
Depreciaciones y amort.		Equipo o maq		0.403	0.403	
<b>Costo de producción:</b>				<b>88.84</b>	<b>4.739</b>	<b>84.096</b>
<b>Precio de venta</b>				<b>\$160.00</b>		
<b>Margen de utilidad</b>				<b>\$71.16</b>		

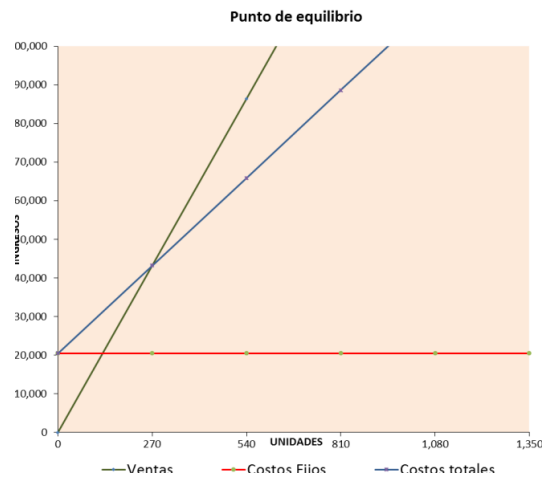
De acuerdo al estudio determinamos el costo de producción por kilo de tilapia ahumada que es de \$88.84 Con un precio de venta sugerido de \$160.00 por Kg, se obtiene una ganancia de \$71.16 por Kg (Tabla 3). El precio de venta sugerido no es exorbitante, tomando en cuenta que en los supermercados se venden lomos de tilapia crudos empacados al vacío a un precio de \$200.00 por Kg.

**Tabla 11.3** VAN y TIR del proyecto de elaboración de tilapia ahumada

<b>Valor Actual (VA)</b>	<b>740,904.72</b>
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>658.8%</b>
<b>Periodo de recuperación de la inversión</b>	<b>0.1371</b>

En la tabla 4 podemos observar los resultados de los indicadores financieros. Estimando un incremento en las ventas anual de un 5% se obtienen valores positivos tanto para el VAN como para la TIR, lo cual indica que el proyecto es económicamente viable, con un retorno de la inversión estimado en 2 meses.

**Figura 11.5** Análisis del punto de equilibrio





En la figura 6 se muestra el análisis del punto de equilibrio en el proceso de elaboración de la tilapia ahumada, el cual nos indica que no se obtienen pérdidas ni utilidades cuando se venden 270 Kg mensuales de una producción de 360 Kg en el mismo periodo.

### 11.3 Conclusiones

- Los resultados de los análisis sensoriales nos indican que el producto goza de gran aceptación del consumidor aún a las once semanas de conservación a 5°C.
- Con respecto a los tiempo de marinado establecidos, el de mayor aceptación fue el de 12 hrs, el cual se debe cumplir para un mejor sabor del producto final.
- Los análisis microbiológicos realizados al producto nos indican que el producto es inocuo y se cumple con las especificaciones sanitarias de la NOM-129-SSA1-1995.
- En el estudio tecno económico nos indica que con el precio de venta sugerido y los costos de producción, obtendremos atractivas utilidades y a un precio competitivo para beneficio del productor.
- En el análisis de Punto de Equilibrio podemos determinar la generación de utilidades al cumplir con la venta mínima mensual de 270 kg.
- Los indicadores financieros como VAN y TIR (positivos) nos indica la viabilidad del proyecto y con un tiempo del retorno de la inversión muy bajo ( 5 meses), haciéndolo un proyecto muy atractivo para los productores de tilapia de la región.

### 11.4 Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior (PADES) 2013, por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto.

### 11.5 Referencias

- Anzaldúa-Morales, A. (2005). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. España: Acribia Baca Urbina, G. (2010). Evaluación de Proyectos (6ª ed). México: Mc Graw Hill.
- Baca Urbina, G. (2010). Fundamentos de Ingeniería Económica (5ª ed). México: Mc Graw Hill
- Bassols Zavaleta, A. (2005). Microeconómica. México: Thomson.
- Blank, L., Tarquin A. (2006). Ingeniería Económica (6ª ed). México: Mc Graw Hill.
- Bello Gutiérrez, J. (2000). Ciencia Bromatológica, Principios Generales de los Alimentos. España: Díaz de Santos
- Charley, H. (2007). Tecnología de los Alimentos, Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. México: Limusa.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J. (2009). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros. México: Mc Graw Hill.

Coos Bu, R. (2006). Análisis y Evaluación de Proyectos de Investigación (2ª ed). México: Limusa.

De Esesante Gómez, E. (2002). Higiene en Alimentos y Bebidas. México: Trillas. Desrosier, N. W. (1997). Conservación de Alimentos. México: CECSA.

Equipo Editorial Logos, (2005). Manual de la Congelación de Alimentos. México: Diana.

Giolo, J., Clements, J.P. (2010). Administración Exitosa de Proyectos (3ª ed). México: Cengage Learning

Granados Pérez, R., Villaverde Peris, Ma. C. (2002). Microbiología. España: Thomson. Jay, J. L.

(2000). Microbiología Moderna de los Alimentos (4ª ed). España: Acribia.

Kirk, R.S., Sawyer, R., Egan, H. (2009). Composición y Análisis de Alimentos de Pearson (2ª ed), México: Patria.

Lesur, L. (2006). Manual de Conservación de Alimentos: Una Guía Paso a Paso. España: Trillas.

Leveau, J. Y., Bouix M. (2000). Microbiología Industrial. España: Acribia.

Méndez Morales, J.S. (1989). Economía y la Empresa. México: Mc Graw Hill. Montville, T. J. (2005).

Microbiología de los Alimentos. Introducción. España: Acribia.

Mossel, D. A. D., Moreno García, B. (2000). Microbiología de los Alimentos, Fundamentos Ecológicos para Garantizar y Comprobar la Inocuidad y calidad de los Alimentos. España: Acribia.

Moll, M., Moll, N. (2006). Compendio de Riesgos Alimentarios. España: Acribia. Nahmias, S. (2007).

Análisis de la Producción y las Operaciones. México: Mc Graw Hill. Prescott, L. M., Harley, J. P.,

Klein, D. A. (2004). Microbiología. España: Acribia.

Rees, J. A. G., Bettison, J. (1991). Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos. España: Acribia.

Riggs, J.L. (2004). Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control (3ª ed). México: Limusa Wiley

Tawfik, L. Chavrel, A. M. (1992). Administración de la Producción. México: Mc Graw Hill. Tucker, I.

B. (2002). Fundamentos de Economía (3ª ed). México: Thomson.

Villanua Fungairiño, L. (1990). Alimentos Congelados, Procesado y Distribución. España: Acribia.

Viscencio, H. (2002). Economía Para la Toma de Decisiones. México: Thomson.