



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y**  
**FORESTALES**

**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**OPCIÓN: CIENCIAS AGROPECUARIAS, FORESTALES Y**  
**AMBIENTALES**

**“COMPETITIVIDAD DE LA PORCICULTURA EN MICHOACÁN”**

**TESIS DOCTORAL**      Isidro Martínez Medina

**DIRECTOR DE TESIS**      Dr. Daniel Val Arreola

**ASESORES**

Dr. Rafael Tzintzun Rascón  
Dr. Jesús Conejo Nava  
Dr. Manuel Jaime Tena Martínez  
Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas  
Dr. José María Salas González

Morelia, Michoacán, septiembre de 2015

## **Abstract**

El presente estudio se elaboró considerando el enfoque de sistemas, a partir del contexto mundial de la porcicultura, se analizó la producción de la misma en México y en el estado de Michoacán, esta investigación se presenta como introducción general en el capítulo 1. El capítulo 2, describe el marco metodológico utilizado: el diseño de una Unidad de Producción Porcina (UPP), la aproximación de sistemas, el modelado como método de investigación de sistemas y el proceso de modelado. En el capítulo 3, se presenta el artículo “herramienta de apoyo a la toma de decisiones en unidades de producción porcina de Michoacán”, la herramienta está constituida por un modelo regional optimizado, estructurado en hoja de cálculo, siguiendo el marco metodológico de la investigación de operaciones. En el capítulo 4, se presenta el artículo “competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina”, estudio realizado con la primera parte de la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas (MAP), en el capítulo 5, se presenta el artículo “Efecto de los precios del sorgo y el cerdo en pie de 1997 a 2012 en la rentabilidad y competitividad privada de once unidades de producción porcina en Michoacán, México”. En el capítulo 6, se presenta el artículo “Ventaja comparativa de la producción de cerdo en pie en unidades representativas de la producción porcina”. Finalmente, en el capítulo 7, se discuten los capítulos anteriores de acuerdo con los objetivos propuestos.

Palabras Clave: Porcicultura, Competitividad Privada, Ventaja Comparativa, Análisis del punto de equilibrio.

## **Abstract**

The study was carried out considering the systems approach, taking into account the big picture in hog production, it was analyzed the production in Mexico and Michoacán state, this investigation is presented as a general introduction in chapter 1. Chapter 2 describes the methodological approach: the pig production units (PPU) design, systems theory approach, modeling as a systems research method and the process. Chapter 3, is about the article “A making-decision tool supporting tool for pig production units in Michoacán” the making-decision tool its constituted by a regional optimization model, structured in spreadsheet, following the operations research. Chapter 4 presents the article “private competitiveness, cost of production and break-even analysis of representative pig production units”, the study was performed using the first part of the policy analysis matrix structure (PAM), chapter 5 is about the article “Effect of the sorghum and live hog prices from 1997 to 2012 on private competitiveness and profitability in eleven pig production units in Michoacán, México”. Chapter 6 it’s about the article “Comparative advantage of hog production in representative pig production units”. Finally chapter 7 is a general discussion about the other chapters taking into account the proposed objectives.

## **Agradecimientos**

A Mi Tutor y Director de Tesis el Dr. Daniel Val Arreola, quien ha sido mi ejemplo, modelo a seguir, Dr. Daniel, lo admiro y le agradezco profundamente el apoyo que me ha brindado durante todos mis estudios de posgrado y desde luego en la conclusión de este trabajo de tesis.

Quiero agradecer por el apoyo incondicional a mis amados padres; Ernesto Martínez Melena y María Elena Medina Reyes, mis queridos hermanos; Elías Ernesto, Sara Elena, Juan José y Consuelo Bernarda, a mi mujer y a mi hijo; Jessica Zurisaday e Isidrito Zurit, muchas gracias querida familia.

Al Dr. Rafael Tzintzun quien fue y sigue siendo un pilar muy importante en la realización de mis estudios de posgrado, así como en la realización de este trabajo, su claridad mental, sus exigencias, experiencia, su gran ayuda y su incondicional apoyo que siempre me ha brindado, muchas gracias Dr.

Al Dr. Jesús Conejo Nava, durante mi formación, usted fue quien me enseñó a investigar, a ser exigente con la información y que sus fuentes sean confiables y actuales, a ser perseverante e ir siempre más allá, en pocas palabras me enseñó el concepto de estado del arte, muchas gracias Dr.

Al Dr. Jaime Tena Martínez por su compañerismo, buen humor, estar siempre disponible para brindarme su valiosa ayuda, aconsejarme, auxiliarme y apoyarme en todas y cada una de las tareas realizadas, muchas gracias Dr.

A La Dra. Leticia Myriam Sagarnaga Villegas y el Dr. José María Salas González por sus valiosos consejos, propuestas y opiniones que siempre me han brindado a pesar de sus múltiples y muy importantes actividades, muchas gracias Dra., Dr.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT que me apoyó durante mis estudios de doctorado, contribuyendo de manera medular a la realización de este trabajo de tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

Abstract .....	1
Agradecimientos .....	2
TABLA DE CONTENIDO .....	4
LISTA DE CUADROS.....	7
LISTA DE GRÁFICAS .....	8
<b>I. INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>9</b>
1.1. Sinopsis .....	9
1.2. La porcicultura en el mundo .....	9
1.2.1. Producción .....	9
1.2.2. Consumo.....	12
1.2.3. Principales exportadores .....	13
1.2.4. Principales importadores .....	13
1.3. La porcicultura en México .....	15
1.3.1. Porcicultura Tecnificada.....	17
1.3.2. Porcicultura Semitecnificada .....	18
1.3.3. Porcicultura de Traspatio .....	18
1.3.4. Producción .....	19
1.3.5. Consumo.....	20
1.4. La porcicultura en Michoacán.....	20
1.4.1. La porcicultura en La Piedad, Michoacán .....	26
1.4.2. La porcicultura en Huandacareo, Michoacán .....	28
1.4.3. La porcicultura en Purépero, Michoacán .....	33
1.5. REFERENCIAS .....	35
<b>II. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>38</b>
2.1. Sinopsis .....	38
2.2. Diseño de una UPP .....	38
2.3. La aproximación de sistemas .....	41
2.4. El modelado como método de investigación de sistemas .....	42
2.5. El Proceso de Modelado.....	46
2.5.1. Definición de objetivos.....	47

2.5.2. Provisión de un marco lógico .....	47
2.5.3. Las predicciones.....	48
2.5.4. La extrapolación.....	48
2.6. Objetivo del estudio .....	48
2.7. REFERENCIAS .....	50
<b>III. HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA DE MICHOACÁN .....</b>	<b>53</b>
3.1. INTRODUCCIÓN .....	55
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	57
3.2.1. Herramienta de apoyo a la toma de decisiones.....	57
3.2.2. Fuentes de información.....	58
3.2.3. Modelo de programación lineal. ....	59
3.2.4. Flujoograma o desarrollo de piara.....	60
3.2.5. Análisis financiero. ....	61
3.2.6. El valor presente neto.....	61
3.2.7. Tasa interna de retorno. ....	62
3.2.8. Punto de equilibrio.....	62
3.2.9. Análisis de sensibilidad de los índices biométricos.....	63
3.2.10. Análisis de sensibilidad de precios del alimento y del cerdo.....	63
3.2.11. Análisis de sensibilidad del tamaño y los precios de la infraestructura y construcción de instalaciones.....	64
3.3. RESULTADOS .....	64
3.4. DISCUSIÓN .....	73
3.5. CONCLUSIONES .....	77
3.6. REFERENCIAS .....	78
<b>IV. COMPETITIVIDAD PRIVADA, COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO DE LAS UNIDADES REPRESENTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN PORCINA EN MICHOACÁN, MÉXICO. ....</b>	<b>81</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	83
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	85
4.2.1. Precios Privados. ....	86
4.2.2. Utilidad Privada (D). ....	86

4.2.3. La Relación de Costo Privado (RCP).....	87
4.2.4. La Relación de Rentabilidad Privada (RRP).....	87
4.2.5. Valor agregado en Precios Privados (VA).....	88
4.2.6. El Análisis del Punto de Equilibrio (PE).....	88
4.2.7. UPP Consideradas en el estudio. ....	88
4.3. RESULTADOS .....	89
4.3.1. Competitividad Privada. ....	89
4.3.2. Estructura de costos.....	90
4.3.3. Punto de Equilibrio. ....	97
4.4. DISCUSIÓN .....	97
4.5. CONCLUSIONES .....	99
4.6. REFERENCIAS .....	100
<b>V. EFECTO DE LAS VARIACIONES EN LOS PRECIOS DEL SORGO Y EL CERDO EN PIE SOBRE LA COMPETITIVIDAD PRIVADA DE ONCE UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA EN MICHOACÁN, MÉXICO .....</b>	<b>102</b>
6.1. INTRODUCCIÓN .....	104
6.2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	106
6.3. RESULTADOS .....	109
6.3.1. Precios del cerdo en pie .....	109
6.3.2. Variación anual del precio del cerdo en pie.....	110
6.3.3. Variación mensual del precio del cerdo en pie .....	111
6.3.4. Precios del sorgo (grano).....	112
6.3.5. Análisis de sensibilidad del efecto de las variaciones del precio del cerdo en pie y el sorgo sobre la rentabilidad de los sistemas de producción porcina en Michoacán .....	116
6.4. DISCUSIÓN .....	116
6.5. CONCLUSIONES .....	119
6.6. REFERENCIAS .....	119
<b>VII. VENTAJA COMPARATIVA DE LA PRODUCCIÓN DE CERDO EN PIE EN UNIDADES REPRESENTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN PORCINA DE MICHOACÁN, MÉXICO .....</b>	<b>128</b>
8.1. INTRODUCCIÓN .....	130

<b>8.2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>132</b>
8.2.1. Los precios económicos .....	132
8.2.2. Metodología de cálculo de los precios económicos.....	133
8.2.3. Cálculo del precio económico en base al valor del producto marginal 133	
8.2.4. La Matriz de Análisis de Políticas .....	134
8.2.5. Coeficiente de Protección Nominal del bien final (CPN) .....	135
8.2.6. Coeficiente de Protección Efectiva (CPE).....	135
8.2.7. Equivalente de subsidio al productor (ESP).....	136
8.2.8. Subsidio social al productor (SSP).....	136
8.2.9. Costo de los recursos internos o ventaja comparativa (RCR).....	136
<b>8.3. RESULTADOS .....</b>	<b>137</b>
8.3.1. Utilidad.....	137
8.3.2. Coeficiente de Protección Nominal del Producto. ....	137
8.3.3. Coeficiente de Protección Efectiva.....	137
8.3.4. Equivalente de Subsidio al Productor y Subsidio Social al Productor. 138	
<b>8.4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>141</b>
<b>8.5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>142</b>
<b>8.6. REFERENCIAS .....</b>	<b>143</b>
<b>9.1. DISCUSIÓN GENERAL.....</b>	<b>144</b>

## **LISTA DE CUADROS**

<i>CUADRO I-1 Consumo de Carne de Cerdo en Diferentes Países.....</i>	<i>12</i>
<i>CUADRO I-2 Principales Exportadores de Carne de Cerdo en el Mundo.....</i>	<i>13</i>
<i>CUADRO I-3 Principales Importadores de Carne de Cerdo en el Mundo.....</i>	<i>14</i>
<i>CUADRO I-4 Sistemas de Producción Porcina en México.....</i>	<i>16</i>
<i>CUADRO I-5 Sistemas de Producción Porcina en México (Índices Biométricos).....</i>	<i>16</i>
<i>CUADRO I-6 Productores de cerdo en pie en Michoacán 2006-2012 .....</i>	<i>21</i>
<i>CUADRO I-7 Cerdos sacrificados (cabezas) en Michoacán 2007-2012 .....</i>	<i>24</i>
<i>CUADRO I-8 Producción de los tres estratos de la porcicultura en Michoacán .....</i>	<i>25</i>
<i>CUADRO I-9 Producción de cerdo en pie en Michoacán en 2010 y su representatividad porcentual .....</i>	<i>25</i>
<i>CUADRO I-10 Índices biométricos de la Porcicultura en La Piedad (1998-2003).....</i>	<i>27</i>
<i>CUADRO I-11 Índices biométricos de la Porcicultura en Huandacareo (1993-1996) .....</i>	<i>31</i>

CUADRO I-12 Índices Productivos y Reproductivos de la Porcicultura en Huandacareo (2010)....	31
CUADRO I-13 Característica generales de las UPP en Purépero, Michoacán.....	33
CUADRO I-14 Partos y cerdos vendidos por hembra por año en Purépero, Michoacán.....	34
CUADRO III-1 Características generales de las UPP utilizadas como fuentes de información.....	58
CUADRO III-2 Flujograma de Producción o Desarrollo de Piara .....	60
CUADRO III-3 Análisis de Sensibilidad 1 y Resultados.....	65
CUADRO III-4 Resultados del Análisis de Sensibilidad 2.....	68
CUADRO III-5 Resultados del Análisis de Sensibilidad 3.....	71
CUADRO IV-1 La Matriz de Análisis de Políticas de Monke y Pearson (1989) .....	86
CUADRO IV-2 Ubicación, capacidad instalada y nombre de las UPP estudiadas.....	89
CUADRO IV-3 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en Huandacareo, Michoacán .....	89
CUADRO IV-4 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en La Piedad, Michoacán.....	90
CUADRO IV-5 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en Purépero, Michoacán .....	91
CUADRO IV-6 Cantidades promedio de insumos comerciables, factores internos e insumos indirectamente comerciables utilizadas en las UPP de Huandacareo, Michoacán estudiadas durante el 2010.....	92
CUADRO IV-7 Cantidades promedio de insumos comerciables, factores internos e insumos indirectamente comerciables utilizados en las UPP de La Piedad, Michoacán, estudiadas durante el 2010.....	93
CUADRO IV-8 Cantidades promedio de insumos comerciables, factores internos e insumos indirectamente comerciables utilizados en las UPP de Purépero, Michoacán estudiadas durante 2010.....	95
CUADRO V-1 Explotaciones porcinas consideradas en el estudio.....	108
CUADRO VI-1 La Matriz de Análisis de Políticas de Monke y Pearson (1989) .....	136
CUADRO VI-2 Ubicación, capacidad instalada y nombre de las UPP estudiadas.....	137
CUADRO VI-3 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en Huandacareo, Michoacán .....	138
CUADRO VI-4 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en La Piedad, Michoacán .....	139
CUADRO VI-5 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en Purépero, Michoacán .....	139

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica I-1 Producción de Carne de Cerdo en el Mundo.....	10
Gráfica I-2 La Porcicultura en México .....	16
Gráfica I-3 Cerdos movilizados por la Asociación Local de Porcicultores de La Piedad, Michoacán de 2001 a 2008.....	28
Gráfica I-4 Evolución de la Producción de Carne de Cerdo en Huandacareo, Michoacán (1998-2008) .....	32
Gráfica I-5 Cerdos movilizados por la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, Michoacán (1994-2008) .....	32
Gráfica I-6 Agremiados de la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, Michoacán (1994-2008).....	33
Gráfica V-1 Series históricas de tiempo del precio del cerdo en pie 1997-2012 .....	107

<i>Gráfica V-2 Series histórica de tiempo del precio del sorgo 1997-2012.....</i>	<i>107</i>
<i>Gráfica V-3 Precios nominales y reales del cerdo en pie en Michoacán, México .....</i>	<i>110</i>
<i>Gráfica V-4 Índice estacional medio de los precios del cerdo en pie durante el periodo de estudio .....</i>	<i>111</i>
<i>Gráfica V-5 Variación media anual del precio del cerdo en pie en Michoacán, México .....</i>	<i>112</i>
<i>Gráfica V-6 Precios nominales y reales del sorgo originario de Michoacán, México .....</i>	<i>114</i>
<i>Gráfica V-7 Relación de precios cerdo-sorgo durante el periodo de estudio .....</i>	<i>115</i>
<i>Gráfica V-8 Variación media anual del precio del sorgo originario de Michoacán .....</i>	<i>115</i>

# **CAPÍTULO I**

---

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

---

## **I. INTRODUCCIÓN GENERAL**

---

### **1.1. Sinopsis**

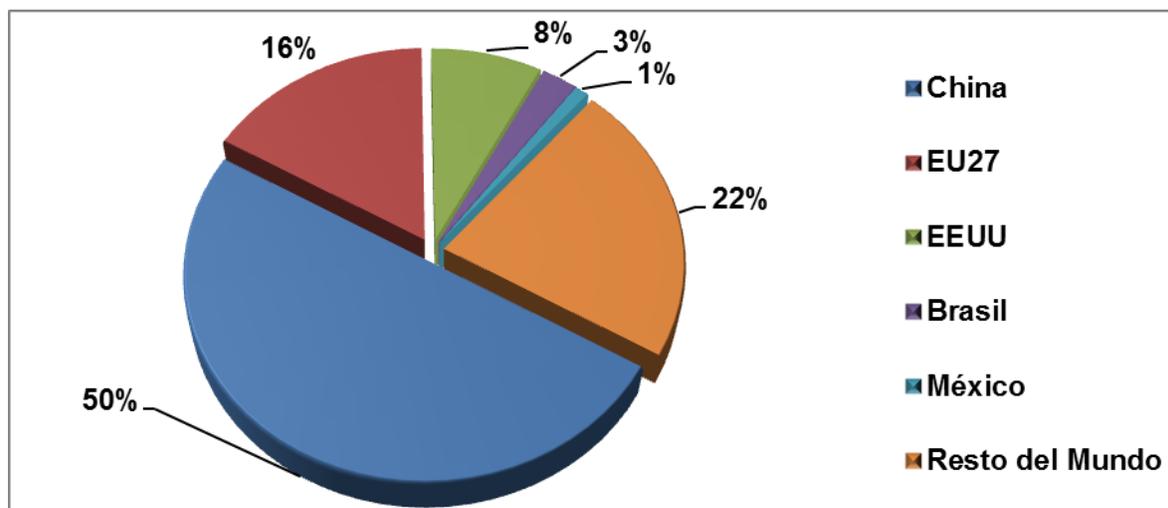
Este capítulo proporciona una visión de la porcicultura a partir del contexto mundial, posteriormente, el contexto nacional, los tres sistemas de producción de carne de cerdo que existen en el país; tecnificado, semitecnificado y de traspatio, sus características generales, índices biométricos, la producción de cerdo en pie en el estado de Michoacán; principales municipios productores de cerdo en pie en el estado en los últimos años; La Piedad, Huandacareo y Purépero, Michoacán, generalidades sobre la porcicultura, e índices biométricos de la porcicultura en UPP de los municipios mencionados anteriormente.

### **1.2. La porcicultura en el mundo**

#### **1.2.1. Producción**

La producción de carne de cerdo a nivel internacional se concentra en: China, La Unión Europea (EU-27) y Los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU), produciendo en conjunto más del ochenta por ciento del total de la carne de cerdo en el mundo (Mc Glone, 2013) (Gráfica I-1).

### Gráfica I-1 Producción de Carne de Cerdo en el Mundo



Fuente: Elaboración propia con información del FAPRI y USDA 2012

China es el mayor productor de carne de cerdo del mundo, en 2003 aportó 48, 140,000 ton, que representaron el cuarenta y seis por ciento del total mundial (Boal, 2008; Roppa, 2005), aportó 61,150,000 ton en 2007 de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) (FAO, 2009), para 2009 según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA, por sus siglas en inglés), aportó alrededor de la mitad de la producción total mundial, teniendo un crecimiento mayor a tres puntos porcentuales (1.2 millones de toneladas). Durante 2009 los porcicultores chinos lograron utilidades apoyadas en subsidios gubernamentales y el impulso de la actividad a través de estímulos en los impuestos, como resultado, disminuyeron las importaciones de carne de cerdo en veinticinco por ciento, para que estas se ubicaran en 360, 000 ton (USDA, 2009). La productividad por cabeza ha ido en aumento, es decir, el crecimiento intensivo, entre 2008 y 2010 la producción de carne de cerdo en China creció a una tasa

anual de 4%, mientras que los inventarios de ganado crecieron 1.8% según Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (José Renato Navarrete Pérez, 2012).

El segundo lugar en producción de carne de cerdo en el mundo es EU-27 (Boal, 2008; FAO, 2009; USDA, 2009). Produjo en 2007: 21, 861, 079 ton (FAO, 2009), sin embargo, hacia 2009 se indica que su producción se redujo como resultado del incremento en precios del alimento, que presionaron la producción y sacrificio del cerdo a la baja, las exportaciones se proyectaron en un descenso mayor a tres puntos porcentuales para ubicarse cerca de 1.4 millones de toneladas debido a la baja producción que redujo la oferta exportable (USDA, 2009). La producción de carne de cerdo creció anualmente 0.4% entre 2000 y 2006, mientras que la población de ganado porcino se redujo 0.2%, después de 2008 aunque el consumo no se ha recuperado de la crisis, la eficiencia se logró reduciendo 2.5% el inventario (José Renato Navarrete Pérez, 2012). Como tercer lugar en producción de carne de cerdo en el mundo se encuentra EEUU (Boal, 2008; FAO, 2009; USDA, 2009). Produjo en 2007: 9, 952, 709 ton (FAO, 2009). EEUU es el país con mayor productividad por cabeza, de 2000 a 2008 la producción de ganado en pie creció 14.2%, la producción de carne en canal creció 23.2% en este mismo lapso (José Renato Navarrete Pérez, 2012). Brasil ocupa el cuarto lugar en producción de carne de cerdo en el mundo (Boal, 2008; FAO, 2009; USDA, 2009). Su producción, en cuanto a volumen, no es comparable a la de los tres países anteriormente descritos pero está proyectada para crecer en más de tres puntos porcentuales y así ubicarse en 3.2 millones de toneladas. Su potencial de

crecimiento se reforzó por el crecimiento de la demanda doméstica e internacional de carne de cerdo, Brasil ha aprovechado los nichos de mercado dejados por EEUU y EU-27 (USDA, 2009). Debido a su gran producción de granos como maíz y soya en la región central oeste, los costos de producción alcanzaban USD \$0.50 por kg de peso vivo (o USD \$0.76 por kg en canal), en aquel entonces, uno de los costos de producción más bajos del mundo (Boal, 2008). Japón es el productor de carne de cerdo número nueve del mundo (FAO, 2009). Sin embargo, es también el mayor comprador de carne de cerdo en el mundo, adquirió en 2008; 1,289,000 ton (Mc Glone, 2013).

### **1.2.2. Consumo**

La carne de cerdo es la de mayor consumo en el mundo (Bobadilla Soto, 2010; FAO, 2010; Pond, 1991; USDA, 2010). Según José Renato Navarrete Pérez (2012) El consumo *per cápita* mundial de carne de cerdo durante 2010 fue de 14.8 kg. Este varía en función del país de referencia, como puede apreciarse en el cuadro I-1, mismo que también muestra una proyección de los consumos *per cápita* en años por venir en varios de los países considerados más representativos en cuanto al consumo de carne de cerdo.

**CUADRO I-1 Consumo de Carne de Cerdo en Diferentes Países**

País	Año									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Hong Kong</b>	64.7	65.1	64.7	64.8	65.5	66.2	66.7	67.2	67.4	67.4
<b>UE</b>	42.2	42.1	42.3	42.4	42.4	42.4	42.5	42.6	42.7	42.9
<b>Taiwán</b>	41.6	41.6	41.7	42.3	43.4	44.4	45.3	46.1	46.7	47.1
<b>China</b>	36.3	36.9	37.6	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3	43.4	44.2
<b>Corea S.</b>	29.1	29.2	29.6	30.2	31.2	32.2	33	33.7	34.1	34.2
<b>Rusia</b>	21.2	21.8	22.6	22.9	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2	24.5
<b>Japón</b>	19.7	19.6	19.6	19.8	20.2	20.6	20.9	21.1	21.3	21.4

<b>EEUU</b>	29.1	27.9	27.5	27.4	27.7	28.1	28.3	28.3	28.1	27.9
<b>México</b>	14.8	14.9	15	15.1	15.5	15.8	16.1	16.3	16.5	16.7
<b>Nueva Z.</b>	12.3	12.8	13.2	13.6	13.8	14	14.2	14.4	14.6	14.8
<b>Brasil</b>	13.4	13.7	13.7	13.9	14.3	14.6	14.8	15.1	15.2	15.3
<b>Paraguay</b>	16.5	16.3	16.2	16.2	16.4	16.5	16.6	16.7	16.7	16.7

Fuente: Elaboración propia con información de FAPRI

### **1.2.3.Principales exportadores**

Entre 2000 y 2010 las exportaciones mundiales de carne de cerdo crecieron a una tasa de crecimiento media anual de 9.8% (José Renato Navarrete Pérez, 2012) Además, considerando las estadísticas de FAPRI (Cuadro I-2), en 2011, el principal exportador de carne de cerdo en el mundo fue EEUU, que exportó 1,655,000 toneladas, le siguió Canadá, 896,000 toneladas, después, la Unión Europea, 851,000 toneladas, cabe destacar que Brasil ocupa el cuarto lugar en exportaciones, 795,000 toneladas y a lo largo del tiempo incrementa su participación en las exportaciones de manera trascendente.

**CUADRO I-2 Principales Exportadores de Carne de Cerdo en el Mundo**

<b>País</b>	<b>Año</b>									
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>EEUU</b>	1,501	1,618	1,655	1,716	1,796	1,911	2,020	2,110	2,184	2,235
<b>UE</b>	1,200	1,153	851	807	917	1,055	1,144	1,250	1,282	1,267
<b>Canadá</b>	960	862	896	925	932	916	893	858	829	831
<b>Brasil</b>	560	652	795	830	834	860	887	907	957	1,010
<b>Tailandia</b>	355	477	531	584	650	709	762	809	833	842

Fuente: Elaboración propia con información de FAPRI

Unidades: Miles de Toneladas Métricas

### **1.2.4.Principales importadores**

De acuerdo a estadísticas de FAPRI; el principal importador de carne de cerdo en el mundo es Japón, que en 2011 importó 1,103,000 ton, seguido por Rusia, que en este mismo año importó 794,000 ton, el tercer lugar lo ocupa México, que en 2011 importó 523,000 ton, el comportamiento así como proyecciones a futuro se muestran en el Cuadro I-3 De acuerdo con José Renato Navarrete Pérez (2012) en el mundo se comercializó únicamente el 6% de la carne disponible debido a que la mayoría de los países consumieron la carne producida, excepto Japón, que con su producción de 2010 solo cubrió el 52.5% de su consumo anual. El comercio mundial de carne de cerdo depende primordialmente de EEUU, que ha sido el país más estandarizado y de mayor volumen de intercambio 33.5% del volumen total de exportaciones en 2005, por su parte, China ha dejado de tener vocación exportadora ya que durante 2010 la totalidad de su producción fue insuficiente para cubrir su consumo interno (José Renato Navarrete Pérez, 2012).

### **CUADRO I-3 Principales Importadores de Carne de Cerdo en el Mundo**

<b>País</b>	<b>Año</b>									
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Japón</b>	1,210	1,179	1,103	1,084	1,707	1,131	1,163	1,190	1,196	1,192
<b>Rusia</b>	749	759	794	743	689	665	614	559	522	487
<b>México</b>	514	534	523	534	578	634	698	767	822	867
<b>Resto del M.</b>	572	516	433	446	456	466	476	486	496	506
<b>Corea del sur</b>	355	477	531	584	650	709	762	809	833	842
<b>Ucrania</b>	240	247	233	223	221	228	226	221	221	220
<b>Taiwán</b>	58	57	57	68	89	110	129	149	156	158
<b>Vietnam</b>	44	51	64	95	115	143	159	172	190	211
<b>Filipinas</b>	42	54	53	70	92	126	158	192	231	274
<b>Nueva Z.</b>	2	5	6	7	8	8	8	8	8	9

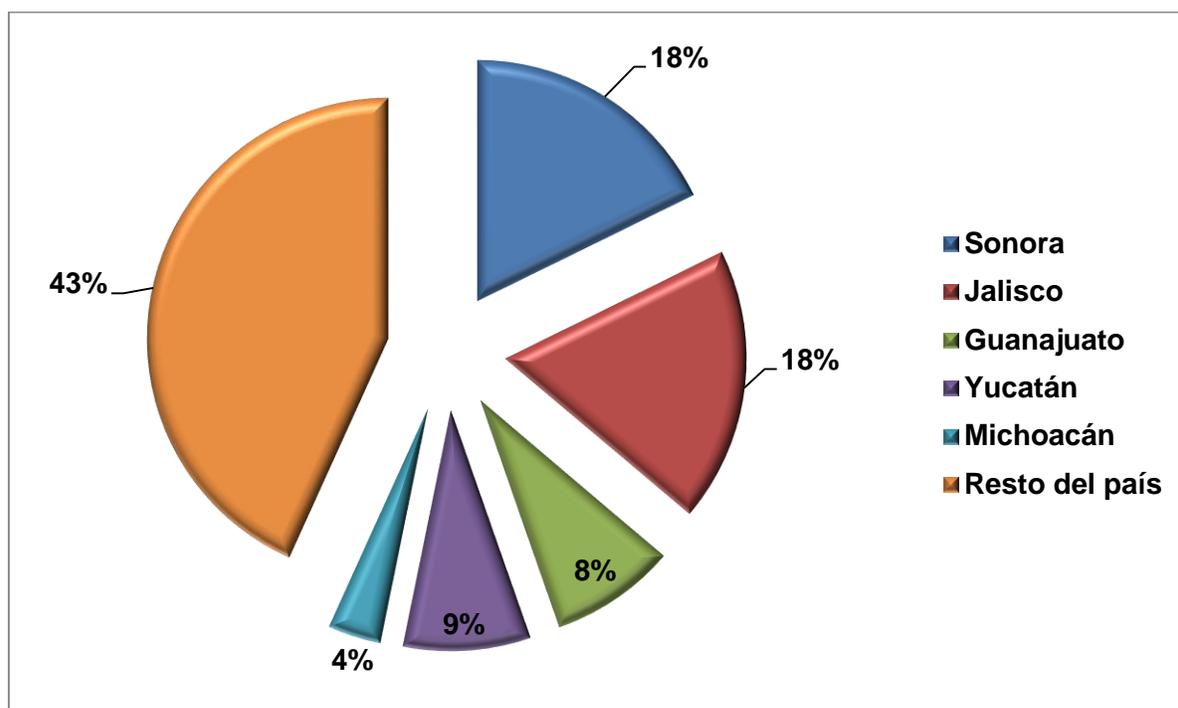
**Fuente: Elaboración propia con información de FAPRI**

**Unidades: Miles de Toneladas Métricas**

### **1.3. La porcicultura en México**

La explotación del cerdo en México comenzó cuando los españoles introdujeron cerdos ibéricos, napolitanos y célticos de Europa en el siglo XVI, mediante la Nao de China se adquirieron cerdos de origen asiático que al reproducirse sin control dieron origen a los cerdos criollos: cerdo cuino o cerdo enano de las tierras altas de México adaptado a zonas templadas y frías y el cerdo pelón mexicano, adaptado a las regiones tropicales de México. A inicios del siglo XX se importaron las razas Duroc y Poland China (Tinoco Jaramillo, 2004). En cuanto a números: el inventario porcino se contrajo 0.25% durante el periodo 2001-2008 pasando de 15,269 a 15,230 cabezas (SIAP, 2010). No existe una cifra oficial para el número de vientres en el país, sin embargo se estima entre 800,000 y 1,000,000 (Bobadilla Soto, 2010). La porcicultura generaba 350,000 empleos directos anualmente además de 1,500,000 indirectos, el valor de la producción era mayor a \$30,000 millones por año según la Confederación Mexicana de Porcicultores (CMP, 2010). México ocupa la posición número diez en la producción mundial de carne de cerdo, produjo en 2007: 1,200,000 ton (FAO, 2010), en 2011: 1,201,629 ton y en 2012: 1,238,625 (FAO, 2015).

**Gráfica I-2 La Porcicultura en México**



Fuente: Elaboración propia con información de SIAP, SAGARPA, 2010

**CUADRO I-4 Sistemas de Producción Porcina en México**

Característica	Intensivos	Semiintensivos	Traspatio
Tamaño	300-1000	150-500	10-50
Contribución <sup>1</sup>	57	15	28
Edad al destete <sup>2</sup>	26-35	35-45	45
Peso al destete <sup>3</sup>	6-8	7-12	8
Peso a mercado <sup>3</sup>	95-105	90-100	80-90
Días a mercado	150-170	170-180	>180
Conversión	2.8-3.2	3.2-4	-
Lechones/hembra/año	18-22	16-18	<16

Fuente: Elaboración propia, basándose en Batres *et al.*, 2006

<sup>1</sup>Se refiere al porcentaje de participación en la producción nacional

<sup>2</sup>Expresada en días

<sup>3</sup>kg

**CUADRO I-5 Sistemas de Producción Porcina en México (Índices Biométricos)**

Índice	Tecnificado	Semitecnificado	Traspatio
--------	-------------	-----------------	-----------

<b>Fertilidad (%)</b>	>85	80-85	<85
<b>Nacidos vivos/hembra<sup>1</sup></b>	>11	10-11	8-9
<b>Destetados/hembra/año</b>	20-23	17-19	<16
<b>Mortalidad en maternidad</b>	<10	10-14	>15
<b>Lactancia (días)</b>	<15	15-21	>21
<b>Partos/hembra/año</b>	>2.4	2.2-2.4	2
<b>Cerdos vendidos<sup>2</sup></b>	18-22	16-18	16 o <
<b>Días a mercado</b>	150-170	170-180	>180
<b>Peso a mercado (kg)</b>	95-105	90-100	80-90
<b>Conversión (kg)</b>	2.6-3.2	3.2	>4

**Fuente: (Doperto y Trujillo, 1996; FIRA, 1997).**

<sup>1</sup>Lechones nacidos vivos/hembra

<sup>2</sup>Cerdos de peso de mercado vendidos/hembra/año

La porcicultura en México opera en tres diferentes sistemas de producción (Batres Márquez, 2006), mismos que se muestran en los cuadros I-4 Y I-5, como puede apreciarse, básicamente señalan las diferencias entre los tres sistemas de producción porcina que se encuentran en el país, la diferencia entre la apreciación en .

### **1.3.1. Porcicultura Tecnificada**

Son sistemas de operación tecnológicamente avanzados, se cría a los cerdos en sitios especializados, se utilizan métodos avanzados de cría y se opera con estrictos controles sanitarios. La mayoría de estas explotaciones integradas verticalmente controlan todo el proceso, a partir de la producción del cerdo hasta la distribución de la carne producida. Las plantas en las que se sacrifican los cerdos son en su mayoría rastros TIF (Tipo Inspección Federal) y los mercados a los que sirven suelen ser los ubicados en áreas metropolitanas (Batres Márquez, 2006). De acuerdo con Flores (2005) los sistemas intensivos de producción porcina, se caracterizan por la eficiencia y estabilidad en sus procesos, la estabilidad dependerá de: La producción en cadena, procesos de administración

científica de recursos humanos y materiales, confinamiento total, animales de alto rendimiento, alimentación balanceada de acuerdo a la etapa productiva, programas de alta salud y su integración a las cadenas agroindustriales nacionales e internacionales (Flores, 2005). Según Bobadilla Soto (2010) las granjas tecnificadas mantienen el 30% del inventario y producen alrededor del 50% de la carne de cerdo en México. En 2008 se explotaron 9.4 millones de cerdos en 5,434 granjas tecnificadas (José Renato Navarrete Pérez, 2012).

### ***1.3.2. Porcicultura Semitecnificada***

Producen menos cerdos por unidad que las granjas intensivas, sus controles sanitarios y sistemas de comercialización son deficientes con respecto a la porcicultura intensiva, no son capaces de proveer al mercado consistentemente cerdos de alta calidad, tampoco reúnen las características para sacrificar sus cerdos en las plantas TIF; por lo tanto, los cerdos son sacrificados en mataderos con controles sanitarios deficientes como los rastros municipales (Batres Márquez, 2006). José Renato Navarrete Pérez (2012) afirma que en 2008 existían; 3.5 millones de cerdos en las granjas semitecnificadas. Estas granjas fluctúan entre el 25 y 30% del inventario, producen entre 20 y 30% de la carne de cerdo en México (Bobadilla Soto, 2010).

### ***1.3.3. Porcicultura de Traspatio***

La producción familiar o de traspatio produce entre el 20 y 30% de la carne de cerdo, con un inventario del 40% en México (Bobadilla Soto, 2010). Es muy común

en las regiones rurales y semiurbanas del país, esta porcicultura oferta carne de cerdo en áreas donde hay pocos o ningún canal de comercialización y la producción se orienta principalmente a la subsistencia. Los cerdos son sacrificados en las mismas explotaciones o en mataderos locales. Este sistema de producción no obedece a ningún procedimiento establecido de control sanitario, la calidad tanto del cerdo en pie como de la carne de cerdo es pobre. Sin embargo, este sistema es una fuente importante de carne de cerdo para muchos consumidores debido a su bajo precio y la percepción de que la carne fresca es preferible a la refrigerada o congelada (Batres Márquez, 2006). Existían en 2008, 2.1 millones de cerdos en explotaciones de traspatio, en su mayoría engordas (90%) (José Renato Navarrete Pérez, 2012).

#### ***1.3.4. Producción***

En México como en el mundo existe concentración de la producción de carne de cerdo, cuatro estados producen más de la mitad de la producción nacional (Gráfica I-2); Jalisco produjo en 2007: 221,685 ton, Sonora produjo en 2007: 212,524 ton, Yucatán produjo en 2007: 102,151 ton y Guanajuato produjo en 2007: 101,822 ton, según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de SAGARPA (SIAP, 2010). Para el año de 2012 en México se produjeron 16,138,048 cabezas de cerdo que se pagaron en promedio a \$20.45, pesando en promedio 99 kg y que en canal produjeron 1,238,625 ton, Sonora, Jalisco, Guanajuato y Yucatán produjeron en conjunto 55.25% de la producción nacional, sin embargo Puebla y Veracruz están aumentando su producción ocupando el 3er y 5to lugar respectivamente.

### **1.3.5. Consumo**

En México, en cuanto al consumo de carne, el consumo de la carne de pollo ocupa el primer lugar, seguido de la carne de res; el consumo de carne de cerdo se ubicaba en el tercer sitio (Corona, 2006; Del Moral Barrera, 2008; Pérez Espejo, 1986). Sin embargo, durante 2010 ocupó el segundo lugar después de la carne de pollo (José Renato Navarrete Pérez, 2012). El consumo *per cápita* de carne de cerdo en la década de los ochenta fue de veintidós kilogramos, años después esta cifra descendió a nueve kilogramos, se ha recuperado hasta llegar a catorce kilogramos (Corona, 2006; Gallardo Nieto, 2006). Según proyecciones de FAPRI (2012) el consumo de carne de cerdo aumentará en los años siguientes (Cuadro I-1).

### **1.4. La porcicultura en Michoacán**

Michoacán se situó como el séptimo estado productor de carne de cerdo a nivel nacional con una producción de 56,490 toneladas de ganado en pie; 42,857 toneladas de carne en canal en 2006; (Gallardo Nieto, 2006; SIAP, 2010). En 2012 Michoacán produjo 54,955 ton ocupando aun el séptimo lugar nacional (SIAP, 2013).

**CUADRO I-6 Productores de cerdo en pie en Michoacán 2006-2012**

Entidad	Producción						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2010
<b>Michoacán</b>	56,490	55,540	56,161	56,925	59,986	57,966	54,955
<b>La Piedad</b>	15,336	15,060	15,521	15,661	15,788	15,518	12,484
<b>Huandacareo</b>	5,844	5,956	6,296	6,297	6,299	6,299	6,317
<b>Purépero</b>	3,606	3,500	3,477	3,428	3,305	3,687	3,543
<b>Zacapu</b>	2,148	2,099	2,042	1,995	2,375	2,139	2,084
<b>Yurécuaro</b>	2,002	1,990	1,972	2,091	2,234	1,781	
<b>Tlazazalca</b>	1,946	1,938	1,876	1,850	1,873	1,989	1,853

**Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, SAGARPA (2013).**

Las etapas por las que ha transitado la porcicultura según Rosas Ruiz (2009) son las siguientes:

Auge de la porcicultura (1972-1986)

La región centro-occidente en la que se encuentra el estado de Michoacán se caracterizó en general por ser un centro de acopio en donde se engordaba cerdos en sistemas tradicionales de producción, con prácticas de manejo inadecuadas, sin instalaciones específicas, con condiciones sanitarias deficientes y con un escaso asesoramiento técnico, se dio la implementación de las UPP de ciclo completo, el 75% de la producción nacional fue generada por 9 estados: Jalisco con más de 282,000 ton, Michoacán con 169,000 ton y Sonora con 125,000 ton.

### Transformación de la actividad (1984-1997)

El auge declinó a causa de las continuas recesiones económicas, el cambio de política económica del país, en particular el capítulo agropecuario, se redujo el consumo de carne de cerdo por la pérdida de poder adquisitivo de la población, se incrementaron las tasas de interés lo que redujo el financiamiento y dificultó la capitalización de los productores, la inflación creció y se retiró el subsidio a los granos, incrementando los costos de producción (Del Moral Barrera, 2008; Hernández Moreno, 2001). Se relegó a la carne de cerdo al tercer lugar de consumo después de la carne de pollo y de vacuno.

### La problemática actual (1998-2015)

Aproximadamente 40% de los porcicultores pequeños y medianos abandonaron la actividad a principios del 2000, originando pérdidas de empleos directos e indirectos (Tinoco Jaramillo, 2004), se presentó la contingencia epidemiológica que disminuyó la producción y el consumo de carne de cerdo por la influenza AH1N, en un principio fue llamada influenza porcina (CMP, 2010), Michoacán está libre de Fiebre Porcina Clásica desde 2006, y de la Enfermedad de Aujeszky, de acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SAGARPA, 2014), no se cuenta con infraestructura necesaria para sacrificio del ganado porcino como lo demandan los estándares internacionales, en Michoacán, existen dos rastros TIF, uno es particular y otro, de reciente apertura en el Municipio de Huandacareo (LA JORNADA, 2015). La porcicultura mostró en la

región Centro Occidente una TMCA de -1.59% de 1980 a 2005. (Del Moral Barrera, 2008).

**CUADRO I-7 Cerdos sacrificados (cabezas) en Michoacán 2007-2012**

<b>Entidad</b>	<b>Año</b>						
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Michoacán</b>	561,942	554,213	556,817	582,556	614,894	596,248	564,934
<b>La Piedad</b>	145,709	143,238	141,486	155,686	157,485	154,816	123,951
<b>Huandacareo</b>	57,251	58,528	62,514	62,519	62,536	62,537	62,727
<b>Purépero</b>	36,096	36,852	33,590	36,092	34,778	36,152	37,295
<b>Zacapu</b>	21,277	20,833	20,361	19,882	23,704	21,347	20,551
<b>Yurécuaro</b>	20,349	19,934	19,664	20,872	22,291	2,698	17,413
<b>Tlazazalca</b>	19,428	19,380	18,128	19,478	19,719	19,478	19,511

**Elaboración propia con información de Siap, Sagarpa, 2013**

Los municipios productores de cerdo en orden de importancia en la entidad, (Cuadro I-7) son: La Piedad, Huandacareo, Purépero, Zacapu, Yurécuaro, Tlazazalca, Ixtlan, Zamora, Zináparo, Álvaro Obregón, Santa Ana Maya, Numarán, Penjamillo, Tanhuato, Cotija, Vista Hermosa y Morelia (INEGI, 2007).

**CUADRO I-8 Producción de los tres estratos de la porcicultura en Michoacán**

<b>UPP</b>	<b>Tecnicadas</b>	<b>Semitecnicadas</b>	<b>Rusticas</b>
<b>Tamaño (vientres)</b>	300-1500	50-300	10-300
<b>Peso a mercado (kg)</b>	90	90	100
<b>Meses a mercado</b>	5.5	6	7
<b>Costo de Producción (\$/kg)</b>	12.3	12.8	15
<b>Lechones por parto</b>	10	7.5	7.5
<b>Partos por año</b>	2.5	2.2	2.2
<b>Destete (%)</b>	95	70	70
<b>GDP por día (kg)</b>	1.44	1.1	1.1
<b>Utilidad por cerdo (\$)</b>	270	135	-
<b>Costo de producción por cerdo</b>	855	990	-
<b>Precio por cerdo producido (\$)</b>	1,125	1,125	-

Fuente: (Villaseñor Olloqui, 2008).

**CUADRO I-9 Producción de cerdo en pie en Michoacán en 2010 y su representatividad porcentual**

<b>Entidad</b>	<b>Producción (cabezas en pie)</b>	<b>Porcentaje de la producción del Estado de Michoacán</b>
<b>La Piedad, Michoacán</b>	157,485	26%
<b>UPP estudiadas en La Piedad</b>	16,044	3%
<b>Huandacareo, Michoacán</b>	62,536	10%
<b>UPP estudiadas en Huandacareo</b>	18,663	3%
<b>Purépero, Michoacán</b>	34,778	6%
<b>UPP estudiadas en Purépero</b>	6,795	1%
<b>Estado de Michoacán</b>	614,894	100%
<b>UPP estudiadas</b>	41,502	7%

Fuente: Elaboración propia con información de SAGARPA, 2013 e información recabada en los cuestionarios practicados a los tomadores de decisiones de las once UPP estudiadas en 2010.

#### **1.4.1. La porcicultura en La Piedad, Michoacán**

El Bajío (Michoacán, Jalisco y Guanajuato) es una región tradicionalmente productora de cerdo: en los años setentas, la región de la Piedad era el principal centro productor de cerdo del país, tenía un inventario mayor a un millón de vientres. La porcicultura en esta región estaba formada por empresas familiares con un nivel tecnológico de intermedio a avanzado, con construcciones especializadas, empleaban alimentos balanceados, mano de obra asalariada. Una baja proporción de las granjas se manejaban bajo el sistema de producción en confinamiento (tres sitios), se contrató asesoría de especialistas en nutrición y en genética. La situación geográfica cercana al Distrito Federal, a Guadalajara, los principales centros consumidores del país fue el factor de mayor peso para detonar el auge de la porcicultura (Lira Saade, 2003). Hasta 1980, La Piedad fue la zona productora de cerdo más importante del país, donde se engordaban más de un millón de cerdos anualmente (Chápela Mendoza, 1982; Pérez Espejo, 1986). Además, siendo una zona productora de grano, los costos de comercialización del producto y abasto de insumos eran relativamente bajos (Sagarnaga Villegas, 1999). Sin embargo, los cambios estructurales desencadenaron graves crisis en el sector, mismo que ha perdido auge y dinamismo, a causa principalmente de la desaparición del subsidio al grano de sorgo, la apertura comercial y la disminución del precio real del producto, motivando el retiro de productores de la actividad.

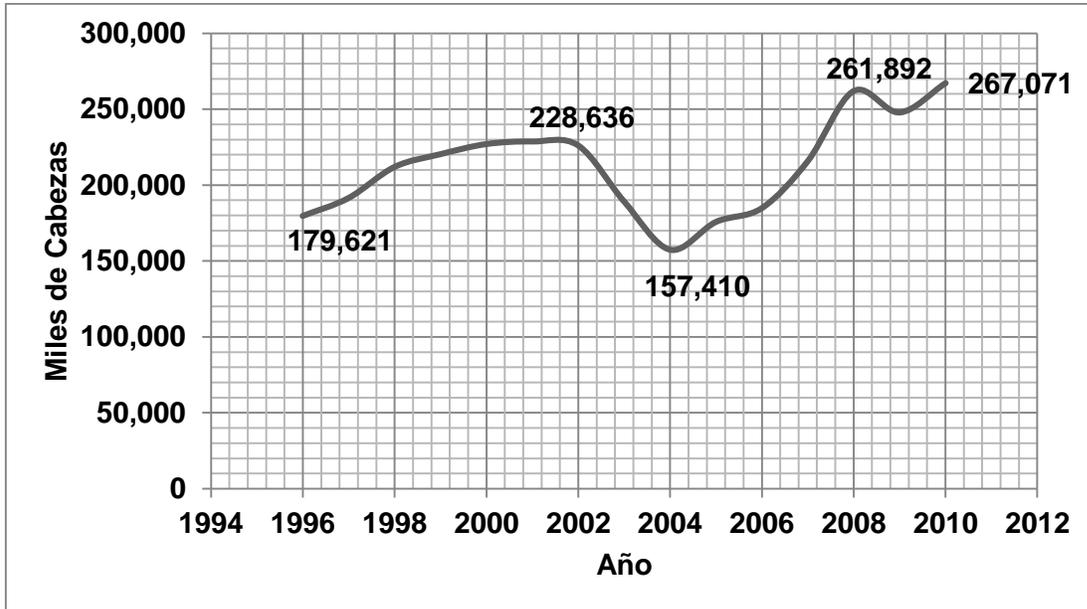
**CUADRO I-10 Índices biométricos de la Porcicultura en La Piedad (1998-2003)**

<b>Índice Biométrico<sup>1</sup></b>	<b>Pérez (2000)</b>	<b>Sánchez (1998)</b>	<b>Perea (2003)</b>
<b>Capacidad instalada</b>	2,125	1,150	2,125
<b>Capacidad usada</b>	1,978		
<b>Sementales</b>	37.5		
<b>Fertilidad (%)</b>	74.87	80.96	
<b>Días abiertos</b>			
<b>Intervalo entre partos</b>	178	146	
<b>Partos por hembra por año</b>	2.05	2.49	
<b>Destetados por hembra por año</b>	15.8	19.16	
<b>Nacidos por hembra por parto</b>	10.34		9.65
<b>Nacidos vivos</b>	8.29		8.96
<b>Lactancia (días)</b>	18.3	18.4	21.07

**Fuente:** Elaboración propia con información de: Pérez, 2000; Sánchez, 1998; Perea, 2003.

<sup>1</sup>Índices biométricos, se calculan a partir de la información de los registros, sirven para ubicar el funcionamiento de la UPP con respecto a metas y objetivos planeados y por lo tanto para tomar decisiones.

**Gráfica I-3 Cerdos movilizados por la Asociación Local de Porcicultores de La Piedad, Michoacán de 2001 a 2008**



**Fuente:** Elaboración propia con información de la Asociación Local de Porcicultores de La Piedad, Michoacán.

#### ***1.4.2. La porcicultura en Huandacareo, Michoacán***

Huandacareo forma parte del Bajío Michoacano, vivió el auge de la porcicultura a fines de la década de los años sesentas entre 1970 y 1980, el crecimiento fue explosivo incrementándose los inventarios porcinos en un 568.5% pasando de 5,980 cabezas registradas en 1970 a 28,009 en 1980 (Castro Castro, 1993). Para 1990, la entonces llamada S.A.R.H. estimó la existencia de un inventario de 25,000 cabezas, sin embargo, se consideró una subestimación de 15% debido a que los 75 agremiados que conformaban la Asociación Local de Porcicultores en esos años poseían en existencia 4,500 vientres, 350 sementales y unos 30,000 cerdos en engorda sin incluir los criados a nivel familiar (Bello Orbe, 1994). Las razas que se explotaban en el municipio eran: Yorkshire, Landrace, Duroc,

Chester White, Hampshire, Spotted y sus híbridos. Generalmente las cerdas se reemplazaban con el material genético de la granja. Castro Castro (1993) evaluó la productividad y rentabilidad de una UPP de ciclo completo con 75 vientres en producción, la explotación contaba en sementales con 8 lugares y requería de 6, servicios contaba con 6 lugares y requería 4, gestación contaba con 61 y requería 47, maternidad contaba con 30 lugares y requería 26, destete contaba con 96 y requería 137 y engorda contaba con 354 y requería 328, encontró fertilidad de primer servicio a parto de 93.6%, repetición a primer servicio de 6.4%, intervalo destete a primer servicio de 6 días, días abiertos; 60 días, intervalo entre partos; 171.4 días, tasa de desecho de vientres semestral: 18.6%, tamaño de camada al nacimiento; 10.34 lechones, lechones nacidos vivos por hembra por parto; 9.67 lechones, lechones nacidos muertos por hembra por parto; 0.67 lechones, porcentaje de nacidos muertos: 6.5%, lechones muertos en lactancia por hembra por parto; 2.16 lechones, mortalidad en lactancia: 15.22%, peso promedio de la camada al nacimiento; 12.77 kg, peso individual promedio al nacimiento; 1.24 kg, promedio de días de lactancia; 49.86 días, tamaño de camada al destete; 7.24 lechones, peso promedio de camada al destete; 63.88 kg, peso individual promedio al destete; 8.72 kg, partos por hembra por año; 2.0, cerdos destetados por hembra por año; 15.75, días promedio a la venta; 193, peso promedio a la venta; 108 kg, conversión alimenticia; 2.99 kg, ganancia diaria de peso; 624 gr, mortalidad en la engorda; 1.9%, el costo total de un lechón al destete fue de \$90,087, el costo total por kg de cerdo en pie fue de \$3,889 obteniéndose un margen de utilidad del 5.4% (Castro Castro, 1993). Ochoa Rosales (1996) realizaron un estudio de productividad en una UPP con capacidad instalada de

120 vientres, con 100 vientres en producción y 4 sementales, confinados en instalaciones antiguas con flujo de producción continuo de 6 servicios semanales o 5 partos; dos salas de maternidad equipadas con 10 jaulas individuales cada una y sala elevada de destete, el alimento se elaboraba en una planta de la propia explotación utilizando ingredientes del mercado nacional, la alimentación de las reproductoras consistía en el suministro de 2 kg de alimento en todas las etapas de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, en las cerdas gestantes se utilizaba cerdaza a razón del 30% del consumo estimado, misma que se obtenía en la granja y se preparaba mediante un separador de sólidos para ser suministrado en forma seca a las reproductoras. A los machos se les proveía la misma alimentación y a las crías el programa de alimentación consideraba lo siguiente: de 7 a 21 días alimento preiniciador de importación; de 21 días a 12 kg alimento preiniciador 2 de importación; de 12-18 kg iniciador de marca comercial y a partir de este peso, de acuerdo al peso corporal se les suministraba alimento preparado en la granja ad libitum dividido en las etapas de crecimiento chico (18-25 kg), crecimiento grande (25-50 kg), desarrollo (50-75 kg) y finalización (75-100 kg). El programa sanitario incluía inmunización preventiva conforme al esquema: Fiebre Porcina Clásica: reproductoras, al destete y cada seis meses; a las crías al destete, Parvovirus-Leptospira-Erisipela en las reproductoras se inmunizaba al momento de ingreso al servicio. Este trabajo se realizó durante seis meses (un ciclo productivo) evaluando el desempeño reproductivo ( $63.6 \pm 6\%$  de fertilidad a parto), desempeño parto-destete (prolificidad de  $9.9 \pm 0.4$  y  $8.3 \pm 0.3$  lechones totales y nacidos vivos, respectivamente) y productividad anual de la hembra y de piara ( $1.9 \pm 0.6$  partos/hembra/año,  $10.6 \pm 0.7$  lechones destetados/hembra/año y

164+-10 días de intervalo entre partos, la baja productividad de la UPP se asoció a la cantidad de patógenos circulantes, problemas del diseño de la UPP y manejo deficiente.

**CUADRO I-11 Índices biométricos de la Porcicultura en Huandacareo (1993-1996)**

Índice Biométrico <sup>1</sup>	Castro (1993)	Bello (1994)	Ochoa et al (1996)
Capacidad instalada	94	280	120
Capacidad usada	75	200	100
Sementales	6	10	4
Fertilidad (%)	93.6	75.96	63
Días abiertos	7.54	7.4	21
Intervalo entre partos	171.4	167.4	174
Partos por hembra por año	2	2.07	1.9
Destetados por hembra por año	15.75	16.87	10.6
Nacidos por hembra por parto	10.34	9.17	9.9
Nacidos vivos	9.67	9.01	8.3
Lactancia (días)	49.86	46.6	29

Fuente: Elaboración propia con información de: Bello, 1994; Castro, 1993; Ochoa et al., 1996.

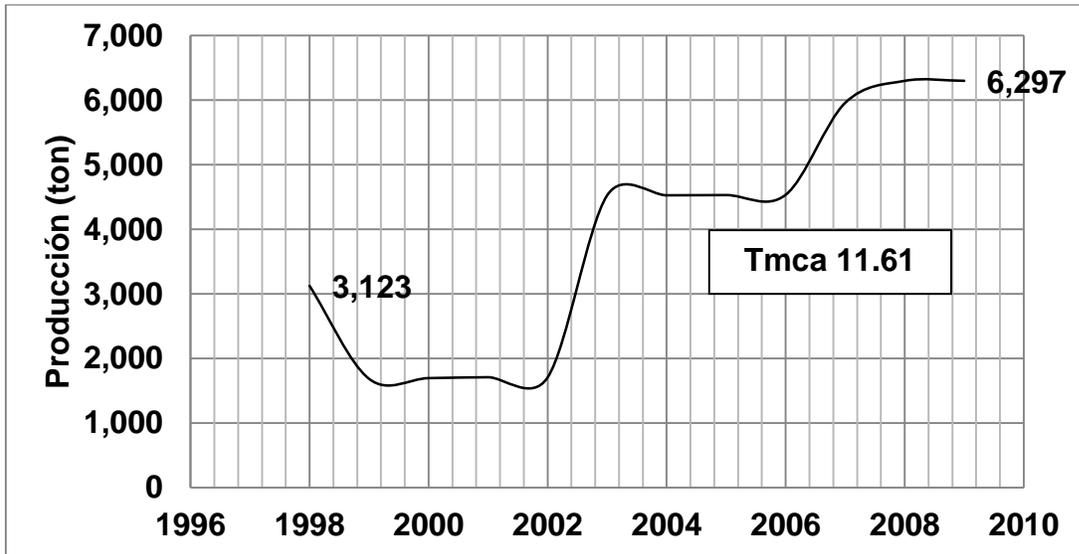
<sup>1</sup>Índices biométricos, se calculan a partir de la información de los registros, sirven para ubicar el funcionamiento de la UPP con respecto a metas y objetivos planeados y por lo tanto para tomar decisiones

**CUADRO I-12 Índices Productivos y Reproductivos de la Porcicultura en Huandacareo (2010)**

Índice Biométrico	H726	H120	H52
Capacidad instalada	900	112	60
Capacidad usada	726	120	52
Sementales	6	2	1
Fertilidad (%)	85	80	83
Días abiertos	7	-	-
Intervalo entre partos (días)	142	156.1	165.3
Partos por hembra por año	2.2	2.3	2.21
Destetados por hembra por año	17	18.27	18.43
Nacidos vivos por hembra por parto	9.5	10.3	9.8
Lactancia (días)	23	22.66	22.3

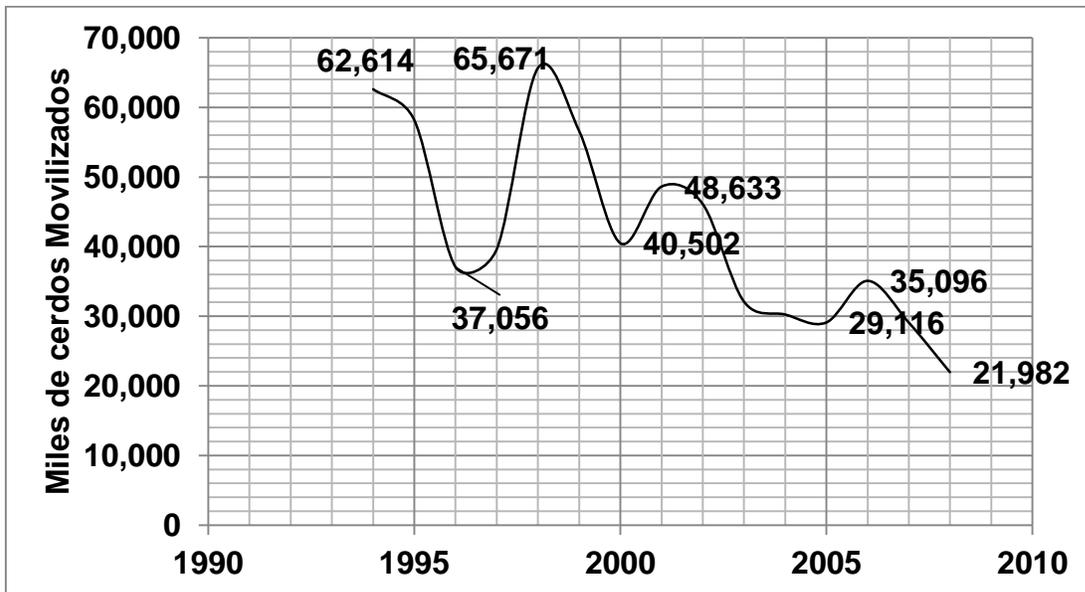
Fuente: Elaboración propia con información del cuestionario realizado a los productores.

**Gráfica I-4 Evolución de la Producción de Carne de Cerdo en Huandacareo, Michoacán (1998-2008)**



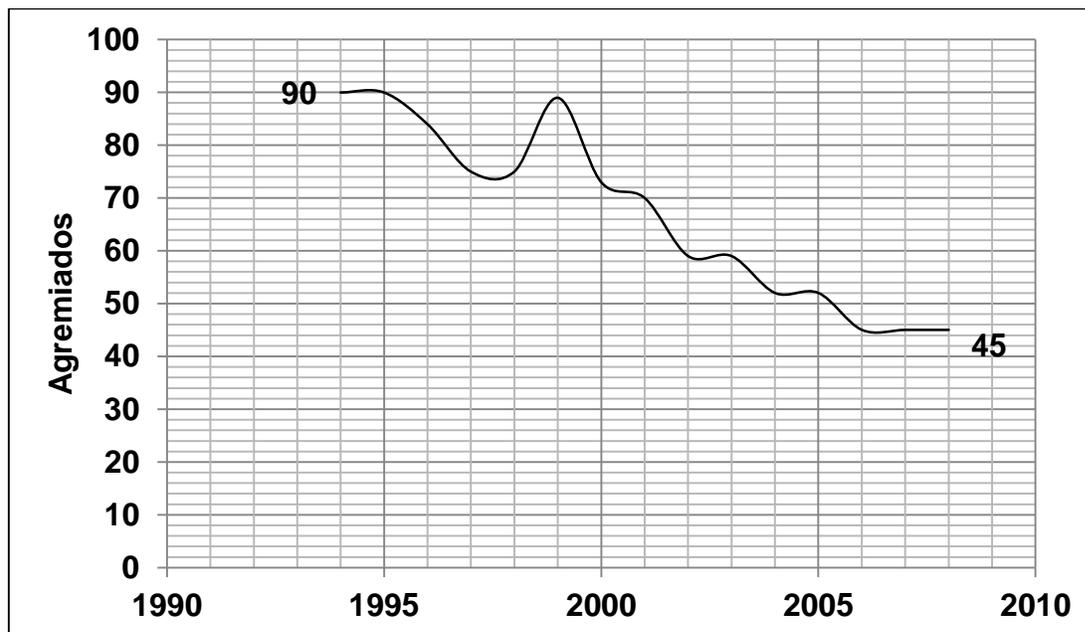
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI; SIAP 2010.

**Gráfica I-5 Cerdos movilizados por la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, Michoacán (1994-2008)**



Fuente: Elaboración propia con información de la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, 2008.

**Gráfica I-6 Agremiados de la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, Michoacán (1994-2008)**



Fuente: Elaboración propia con información de la Asociación Local de Porcicultores de Huandacareo, 2008.

#### **1.4.3. La porcicultura en Purépero, Michoacán**

Ortiz R (2008) analizaron 8 UPP de un total de 30 afiliadas a la Asociación Regional de Porcicultores de Purépero en aquel tiempo, utilizaron escenarios con 2 y 2.4 partos/hembra/año, establecieron que la totalidad de las UPP analizadas pertenecían a la categoría de sistemas semi-intensivos, que su tamaño oscilaba entre 36 a 350 hembras y que la información que registraban únicamente la utilizaban en forma parcial sin calcular índices biométricos que los ayudaran a tomar decisiones ni encontrar fallas productivas y/o reproductivas. Cuadro I-13.

**CUADRO I-13 Característica generales de las UPP en Purépero, Michoacán**

UPP	Hembras	Genotipo	Usan Registros
1	80	PIC-SHIGGERS	NO
2	90	SHIGGERS	PARCIAL
3	350	PIC	PARCIAL
4	36	HÍBRIDOS	PARCIAL

<b>5</b>	180	PIC	PARCIAL
<b>6</b>	66	PIC-SHIGGERS	NO
<b>7</b>	70	HÍBRIDOS	NO
<b>8</b>	56	SHIGGERS	PARCIAL

Tomado de Ortiz R (2008).

El número de partos/hembra/año en Purépero fue de 1.8, consecuentemente el número de cerdos vendidos/hembra por año fue de 8.7 Cuadro I-14.

**CUADRO I-14 Partos y cerdos vendidos por hembra por año en Purépero, Michoacán**

<b>Partos por hembra por año</b>	<b>2.4</b>	<b>2</b>	<b>1.8</b>
<b>Hembras en lactación</b>	168	193	165
<b>Hembras gestantes</b>	737	712	714
<b>Hembras vacías</b>	23	23	49
<b>TOTAL</b>	928	928	928
<b>Lechones</b>	905	1,126	1,444
<b>Destetados</b>	2,038	1,611	1,884
<b>En crecimiento</b>	1,552	1,352	1,842
<b>En engorda</b>	2,324	2,024	1,395
<b>TOTAL</b>	7,817	7,110	7,493
<b>Cerdos vendidos por hembra por año</b>	14,046	13,662	8,126

Tomado de (Ortiz R, 2008)

Se Concluyó que al corregir el manejo de los recursos humanos, tecnológicos, administrativos y zootécnicos se podrían incrementar la productividad y rentabilidad en 5,536 cerdos vendidos/hembra/año al incrementar de 1.8 a 2 partos/hembra por año y en 5,926 cerdos vendidos/hembra/año al incrementar de 1.8 a 2.4 partos/hembra/año.

## 1.5. REFERENCIAS

Batres Márquez, S. P., Clemens, RLB, Jensen, HH. (2006). The Changing Structure of Pork Trade, Production and Processing in Mexico. Retrieved from: [http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=matric\\_briefingpapers](http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=matric_briefingpapers)

Bello Orbe, R. (1994). *Productividad y Rentabilidad de una granja Porcina de Ciclo Completo con 200 vientres, en el municipio de Huandacareo, Michoacán.* (Licenciatura), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Boal, F. (2008). Global Growth in Pork Production. *Advances in Pork Production*, 19, 165-170. Retrieved from <http://www.prairieswine.com/> website: <http://www.prairieswine.com/pdf/36034.pdf>

Bobadilla Soto, E. E., Espinoza Ortega, A, Martínez Castañeda, FE. (2010). Dinámica de La Producción Porcina en México de 1980 a 2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(3), 251-268.

Bobadilla Soto, E. E., Martínez Castañeda FE. (2012). Comercio Exterior del Sector Porcino Mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3(2), 201-214.

Castro Castro, J. H. (1993). *Evaluación de la Productividad y Rentabilidad de una Empresa Porcina de Ciclo Completo en Huandacareo, Michoacán.* (Licenciatura), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Chápela Mendoza, G. (1982). La Producción Porcina en La Región de La Piedad. *Revista de Geografía Agrícola*, 135-150.

CMP. (2010). Emergencia Nacional. Retrieved from [www.porcimex.org](http://www.porcimex.org) website: <http://www.porcimex.org/noticias/COMUNICADODEPRENSA290409.pdf>

Corona, I. (2006). *El Estado del Arte y la Ciencia en Producción de Cerdos en el Mundo.*

Del Moral Barrera, L. E., Ramírez Gómez, BP, Muñoz Jumilla, AR. (2008). Crecimiento Regional de la Producción de Carne de Cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico*, 52(23), 272-290.

Doporto, D., Trujillo, OME. (1996). Algunos Aspectos Técnicos y Administrativos de Operaciones Porcícolas. In M. R. S. A. d. C.V. (Ed.), *Temas de Actualidad para la Industria Porcina.* México D.F.

FAO. (2009). FAOSTAT Producción y Consumo Per cápita de Carne de Cerdo Retrieved 26/01/2009, from FAO <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>,

FAO. (2010). FAOSTAT Producción y Consumo Per Cápita de Carne de Cerdo. Retrieved 1/06/2010, from FAO <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>

FAO. (2015). FAOSTAT Producción y Consumo Per Cápita de Carne de Cerdo. Retrieved 25/01/2015 <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>

FAPRI. (2012). U.S. and World Agricultural Outlook, FAPRI Staff Report 10-FSR 1. Retrieved 6/06/2013, from FAPRI <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2012/>

FIRA. (1997). Oportunidades de desarrollo de la porcicultura en México. Boletín Informativo No 296. *FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura* p. 48.

Flores, J. P. (2005). *Variabilidad de los Sistemas Intensivos de Producción Porcina de la Región de La Piedad, Michoacán*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Gallardo Nieto, J. L.

Gallardo Nieto, J. L. (2006). *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2006*. SAGARPA Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/14/sitpor06d.pdf>.

Hernández Moreno, M. (2001). Estrategias competitivas frente a la globalización: el caso de los porcicultores de Sonora (México). Retrieved from: (<http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/desrural/alianzas/pdf/moreno.pdf>)

INEGI. (2007). *Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*. INEGI Retrieved from [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados\\_Agricola/](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/).

LA JORNADA. (2015). Inauguran en Huandacareo rastro tipo TIF “detonará el potencial porcícola”. *LA JORNADA*. Retrieved from <http://lajornadamichoacan.com.mx/2015/03/inauguran-en-huandacareo-rastro-tipo-tif-detonara-el-potencial-porcicola/>

Lira Saade, C. (2003). EI CAMPO ANTE EL TLCAN. *LA JORNADA*. Retrieved from <http://www.jornada.unam.mx/2003/01/04/006n1pol.php?printver=1>

Martínez Medina, I., Val Arreola, D, Tzintzun Rascón, R, Conejo Nava, JJ, Tena Martínez, MJ. (2011). Diseño de una herramienta para el apoyo a la toma de decisiones en explotaciones porcinas del Bajío de Michoacán. In C. F. M. Álvarez (Ed.), *La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes* (Vol. 2, pp. 149-163). México: Universidad Autónoma Chapingo.

Martínez Medina, I., Val Arreola, D, Tzintzun Rascón, R, Conejo Nava, JJ, Tena Martínez MJ. (2015). Competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(2), 193-205.

Mc Glone, J. J. (2013). The Future of Pork Production in the World: Towards

Sustainable, Welfare-Positive Systems *Animals*, 3(2076-2615), 401-415. doi: 10.3390/ani3020401

Navarrete Pérez, J. R. (2012). Panorama Agroalimentario, Carne de Porcino. Retrieved from: <http://www.tmx0014184870.com/PORCINOTICIAS/Panorama.pdf>

Ochoa Rosales, C., Pérez Sánchez, RE. (1996). *Monitoreo Computarizado del Comportamiento Productivo y Seroperfil del Estado Sanitario de un Hato Porcino en Huandacareo, Michoacán*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Ortiz R, J., H, Gómez B, Pérez RE. (2008). ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS SEMI-INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN PORCINA DE PUREPERO, MICHOACÁN. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 15(3), 282-286.

Perea Peña, M. (2003). *Variabilidad de los Estimadores Reproductivos en un Sistema de Producción Porcina Afectado por el Síndrome Respiratorio y Reproductivo del Cerdo*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Perea Peña, M., Ortega R. (2006). Comportamiento de la Fertilidad a parto en un Sistema de Producción Porcina Afectado por el Síndrome Respiratorio y Reproductivo del Cerdo. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 13(2), 116-118.

Pérez Espejo, R. (1986). *Aspectos Económicos de la Porcicultura en México 1960-1985* (I. d. I. E. UNAM Ed.). México, D.F.: Asociación Americana de Soya.

Pond, G. W., Manner, HJ, Harris, DL. (1991). *Pork Production Systems Efficient Use of Swine Feed Resources* (Springer Ed.): Van Nostrand Reinhold.

Roppa, L. (2005). Competition from South American Pork Production. *Advances in Pork Production*. Retrieved from <http://www.thepigsite.com> website: <http://www.thepigsite.com/articles/6/production-and-mgmt/1471/competition-from-south-american-pork-pr>,

Rosas Ruiz, C. J. (2009). *Innovación y transformaciones territoriales. La actividad porcícola en la región de La Piedad, Michoacán, 1970-2007*. (Maestría), Centro de Estudios de

Geografía Humana, La Piedad, Michoacán.

Sagarnaga Villegas, L. M., Ochoa, FR, Salas González, JM, P Anderson, D, Richardson, WJ, Knutson, DR. (1999). *GRANJAS PORCINAS REPRESENTATIVAS EN MÉXICO*

*PANORAMA ECONÓMICO 1995-2004*. (AFPC Research Report 99-16). Universidad de Texas A&M

Texas A&M University: Retrieved from <https://www.afpc.tamu.edu/pubs/2/175/rr99-16.pdf>.

SAGARPA. (2014). *100% de granjas porcinas, libres de Aujeszky: SAGARPA*. (132). Morelia, Michoacán: SAGARPA Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/2014/septiembre/Documents/B1592014.PDF>.

Sánchez, S. (1998). *Perfiles serológicos en sistemas de producción porcina en uno y tres sitios*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

SIAP. (2008). *Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos*. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369).

SIAP. (2010). *Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos*. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369).

SIAP. (2013). *Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos*. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369).

Tinoco Jaramillo, J. L. (2004). *La Porcicultura Mexicana y el Tratado de Libre Comercio con América del Norte*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Trujillo Ortega, M. E. (2004). Parámetros. In O. E. Rivera Vergara (Ed.), *Cálculos para la Planeación y Control de Empresas Porcinas* (Mc Graw Hill Interamericana ed., pp. 1-9). México D.F.: Newball, Leonardo.

USDA. (2009). *EU-27 Livestock and products Semi-Annual Report*. United States of America: USDA Retrieved from [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_The%20Hague\\_EU-27\\_2-26-2009.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_The%20Hague_EU-27_2-26-2009.pdf).

USDA. (2010). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. United States of America: USDA Retrieved from <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma//2010s/2010/livestock-poultry-ma-10-15-2010.pdf>.

USDA. (2015). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. United States of America: USDA Retrieved from <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma//2010s/2015/livestock-poultry-ma-04-09-2015.pdf>.

Villaseñor Olloqui, J. L. (2008). *Plan Rector del Sistema Producto Porcícola de Michoacán*. SAGARPA, INCA RURAL Retrieved from <http://www.sistemaporcinos.org.mx/prmicho.pdf>.

## **CAPÍTULO II**

---

### **MARCO METODOLÓGICO**

---

## **II. MARCO METODOLÓGICO**

---

### **2.1. Sinopsis**

Este capítulo provee de una descripción del marco metodológico que se siguió en el estudio, tomando como punto de partida el diseño de una UPP, posteriormente se describen: la aproximación de sistemas, el modelo como método de investigación de sistemas y el proceso de modelado en sí, con su definición de objetivos, la provisión de un marco lógico, la declaración de predicciones, la extrapolación, finalmente se presenta el objetivo principal del estudio y los objetivos particulares del mismo.

### **2.2. Diseño de una UPP**

Los principios de planeación y diseño de una UPP están muy relacionados con el concepto de eficiencia, el cual involucra el uso de los recursos de tal manera que se logren los objetivos trazados. El manejo eficiente de una UPP requiere del conocimiento de varias disciplinas, e involucra tres componentes: Planeación, implementación y control (J. B. Dent, Harrison, & Woodford, 1986; Doyle, 1990). El primer componente implica la toma de decisiones para determinar las políticas o estrategias del negocio, lo cual también determina que cantidad de los recursos disponibles serán utilizados. Estas decisiones juegan un papel de gran trascendencia en la eficiencia de la UPP. El segundo componente del manejo es la implementación de las políticas apropiadas, la operación de las políticas y planeación para la organización, lo cual requiere una considerable inversión de tiempo para llevar a cabo tales cambios. Finalmente, uno de los componentes más importantes del manejo de la UPP es el control de los factores que determinan las

relaciones económicas. Esto involucra el control de varios factores tanto agrícolas como pecuarios (Slater & Throup, 1983).

Los productores están inmersos en un ambiente dinámico, lleno de incertidumbre en el cual, las variables biológicas y económicas están cambiando constantemente por lo que la planificación inicial es puesta a prueba completamente, este proceso debe ajustarse sobre una base que capture la dinámica del ambiente (J. B. Dent et al., 1986; Warren, 1992). Esta planificación o problemas de decisión pueden dividirse en tres grupos (Doyle, 1990):

1. Problemas de recurso-producto, tienen que ver con determinar la cantidad óptima de recursos a utilizar en la producción de un producto;
2. Problemas de recurso-recurso, se trata de encontrar las combinaciones óptimas de recursos para producir una cantidad específica de producto;
3. Problemas producto-producto, implica encontrar la mezcla más rentable de insumos para producir a partir de los recursos disponibles.

Los métodos clásicos para el diseño y la determinación del tamaño de las instalaciones de una UPP se basan en el intervalo de tiempo promedio de duración de un ciclo de producción, el cual a la vez, se compone de varios intervalos de tiempo para cada fase reproductiva.

Usualmente las operaciones en UPP se ordenan en fases reproductivas, por lo tanto, estos intervalos medios de tiempo son de gran importancia para la planeación de UPP, además, sirven para identificar la política de manejo reproductivo (Wittemore, 1998).

Las UPP no son estáticas en el tiempo, la toma de decisiones debe tomar en cuenta y anticiparse a las oportunidades y los costos asociados a la evolución futura del sistema (Chavas, Kliebenstein, & Crenshaw, 1985).

Algunas aproximaciones han sido modelos de simulación como Allen and Stewart (1983) que compararon las longitudes de lactancia de tres y seis semanas de longitud, (Singh, 1986) que propusieron un modelo de simulación para seleccionar la capacidad óptima de una UPP considerando el manejo en grupos, posteriormente, Lippus, Jalvingh, Metz, and Huirne (1996) adaptaron un modelo Markoviano desarrollado previamente por Jalvingh, Dijkhuizen, and Arendonk (1992) para apoyar la planeación estratégica de instalaciones para UPP considerando reemplazo inmediato de la cerda, tamaño constante de la pira y manejo semanal sin formar grupos de cerdas.

También se ha utilizado la programación lineal, modelos de optimización como Lansink and Reinhard (2004) que utilizaron el análisis envolvente de datos (DEA) por siglas en inglés, basado en la programación lineal para investigar las posibilidades de mejorar el rendimiento técnico, económico y medioambiental de UPP en Holanda; Plà, Faulín, and Rodríguez (2009) utilizaron La formulación de programación lineal de un proceso semi-Markoviano para aproximarse al diseño de instalaciones de UPP.

### **2.3. La aproximación de sistemas**

Uno de los marcos analíticos de análisis más efectivos para la solución de problemas de escala significativa en el sector agropecuario es la aproximación de sistemas, toma en cuenta la complejidad de los mismos además de las interrelaciones entre sus componentes (Bawden, 1987). La aproximación de sistemas asume que es inadecuado el estudio aislado de los componentes del sistema para lograr el entendimiento del sistema completo, por lo tanto, esta aproximación trata de utilizar métodos equilibrados entre cuantitativos y cualitativos para describir y revelar las estructuras de los fenómenos.

En el caso de los sistemas agropecuarios, la mayoría de los procesos son de naturaleza biológica y de gran complejidad. Sin embargo, también están involucrados elementos sociales y económicos, proporcionando al sistema su integridad organizacional así como su identidad. Dichos elementos deben ser vistos desde un punto de vista holístico con respecto a la asignación de recursos, donde se determina el nivel óptimo de los recursos a utilizar en un sistema, lo que involucra un entendimiento completo del sistema (Bawden, 1987; Castelan Ortega, 1997; J. Dent, 1990). De acuerdo con Doyle (1990), el significado real de la teoría de sistemas es que su aplicación completa ha tenido efectos profundos en las maneras de la evaluación de la asignación de recursos a nivel de granja. En particular, la adopción de la aproximación de sistemas provee un nuevo enfoque en:

1. El concepto de recurso;
2. La relación entre la eficiencia económica y la eficiencia técnica;

3. La dependencia de las decisiones de asignación de recursos en el tiempo;
4. Las influencias estocásticas en las decisiones de asignación de recursos;
5. Las consecuencias de objetivos múltiples en la toma de decisiones;
6. Las oportunidades para el control de los procesos.

Por lo tanto, la aproximación de sistemas permite el estudio de los conceptos relacionados a la eficiencia tanto técnica como económica, evitando divergencias entre ellas, estableciendo las bases apropiadas para entender y manipular las relaciones entre la toma de decisiones en las unidades de producción y la producción agrícola (Evans, 1978; Rehman, 1982).

#### ***2.4. El modelado como método de investigación de sistemas***

De acuerdo a la teoría de sistemas, un sistema es una parte de la realidad (física u organizacional) que puede ser separada del ambiente que la rodea. Por lo tanto, lo que se encuentra dentro de la frontera conceptual es parte del sistema y lo que se encuentra fuera de sus límites es el ambiente, los intercambios entre el ambiente y el sistema son llamados entradas y salidas (Sorensen, 1997). Intenta describir la realidad en términos simples mediante la utilización de modelos, superando problemas como lo impráctico o la imposibilidad de estudiar un sistema real. Aun asumiendo la existencia de un sistema real, la experimentación puede no ser factible debido a limitaciones de tiempo y recursos económicos. Finalmente, la actividad de medición puede distorsionar el sistema real a tal grado que las observaciones relacionadas sean artificiales o creadas (Doyle, 1990; Pandey & Hardaker, 1995). Estas consideraciones son retomadas en la definición propuesta por Spedding (1988): “un modelo es una abstracción y simplificación del mundo

real, específico, captura las principales interacciones y comportamiento del sistema estudiado, hace posible la manipulación experimental para proyectar las consecuencias de cambios en los determinantes del comportamiento del sistema”.

Pandey and Hardaker (1995) Señalaron que los modelos juegan tres papeles principales en los sistemas agropecuarios. Primero, el proceso de formulación del modelo demanda que el sistema sea estudiado y comprendido. Deben establecerse los límites, identificarse los principales componentes, así como cuantificarse las relaciones entre estos componentes. Segundo, los modelos son útiles para la identificación de opciones tecnológicas y prácticas de manejo dirigidas a mejorar el rendimiento del sistema o mediante la identificación de las restricciones que están limitando en mayor medida al sistema. Y tercero, el modelado puede mostrar inconsistencias entre los cambios tecnológicos recomendados, las necesidades de los productores y las circunstancias, identificando las razones por las que los cambios tecnológicos no son adoptados o solo son adoptadas parcialmente por el grupo de productores.

De acuerdo con Pinney (1987) los modelos matemáticos o simbólicos pueden clasificarse como determinísticos (tienen relaciones fijas) o estocásticos (teniendo relaciones aleatorias); estáticas (sin cambio en el tiempo) o dinámicas (con cambios en el tiempo); lineales (todas las variables tienen exponente cero o uno); univariadas (reaccionan a cambios en un factor) o multivariado (sensible a variaciones en muchos factores); y algorítmica (teniendo un procedimiento de solución conjunto) o heurístico (empleando procedimientos de prueba y error). Al considerar la asignación de problemas en los sistemas productivos, pueden

utilizarse una cantidad de modelos matemáticos, dependiendo de la complejidad del problema de asignación de recursos, como la simulación, programación lineal y la programación dinámica, o una combinación de las anteriores (J. Dent, 1990; Pandey & Hardaker, 1995).

Los modelos de simulación son relativamente flexibles debido a su naturaleza de forma libre. Pueden ser más apropiados para tratar aspectos de los sistemas productivos que son no lineales y sujetos a variación estocástica. Este tipo de modelo es usualmente utilizado para conducir algunos diseños experimentales sistemáticos con variables seleccionadas (usualmente, variables de decisión que pueden ser manipuladas en el sistema real), un grupo de valores de prueba y los rendimientos del sistema para cada uno de estos grupos se evalúa mediante varias corridas del modelo.

La programación lineal (y modelos relacionados) se distinguen por su capacidad para encontrar una solución óptima, dada una función objetivo y un grupo de restricciones. En años recientes, los algoritmos utilizados en la programación lineal han avanzado, por lo tanto, es posible considerar la incertidumbre (usando la programación estocástica), se ha superado la limitación de considerar únicamente relaciones lineales, utilizando software de programación no lineal.

Sin embargo, la programación lineal se ha utilizado principalmente para conducir análisis comparativos estáticos. Mediante la vinculación de modelos estáticos, puede llevarse a cabo análisis dinámicos para cada periodo de tiempo. De acuerdo con el tamaño y la complejidad de las actividades de la unidad de

producción, este método de investigación está adquiriendo mayor relevancia debido a su utilidad en el proceso de toma de decisiones. Puede aplicarse al contexto de unidades de producción porcina (Lansink & Reinhard, 2004; Plà et al., 2009).

La programación dinámica se concentra en procesos que involucran una secuencia de decisiones sobre un periodo de tiempo, siendo este, el horizonte de planeación. Posteriormente, se comparan los costos de oportunidad de cada decisión sobre un horizonte de tiempo. El proceso de estado se especifica mediante un grupo de parámetros llamadas las variables de estado, cada variable de estado puede tomar un número finito de valores distintos (Arendonk, 1984).

Un sistema puede definirse dentro de una jerarquía de sistemas. Debido al tamaño y complejidad de las operaciones que deben resolverse, un sistema de una unidad de producción incluye una cantidad de elementos y subsistemas que deben organizarse de acuerdo a cierto orden y jerarquía. Por lo tanto, cuando un elemento de los sistemas es modificado, es importante considerar el nivel jerárquico de cada uno de los elementos restantes (Sorensen, 1997). Es importante considerar las propiedades jerárquicas de los sistemas, tal como señalaron France and Thornley (1984):

- 1) Cada nivel tiene su lenguaje, conceptos y principios;
- 2) Cada nivel es una integración de los elementos de niveles inferiores;

- 3) La relación entre niveles no es simétrica. La operación exitosa de los niveles superiores requiere que los niveles inferiores funcionen efectivamente, pero no necesariamente viceversa.

### **2.5. El Proceso de Modelado**

Se han descrito varias fases cuando se desarrolla un modelo. Estas fases pueden ser resumidas en seis procesos básicos en el proceso de modelado: 1) abstracción, 2) construcción, 3) solución, 4) validación, 5) evaluación y 6) revisión. Los problemas del mundo real con frecuencia están mal estructurados y con falta de definición. El modelador reduce el problema a sus elementos de mayor importancia a través del proceso de abstracción y construye un modelo como se mencionó previamente, representando los factores principales que conforman la esencia del problema (Cooke, 1997). Sin embargo, cada tipo de modelo posee sus características propias y únicas, por otra parte, existen ciertas características comunes en todos los modelos de optimización (Pinney, 1987; H.A. Taha, 1987):

- 1) Un modelo debe tener uno o más objetivos, los cuales deben establecerse explícitamente. Existen factores que se tratan de optimizar al resolver el problema;
- 2) El modelo debe tener variables, mismas que representan los factores que pueden cambiar en el problema. Algunos son endógenos (controlables) y otros exógenos (valores fuera del sistema);
- 3) Además de estas variables, deben agregarse algunas cantidades constantes conocidas como parámetros;

- 4) El modelo debe tener la capacidad de expresar la relación entre variables y parámetros, en otras palabras, debe ser posible identificar relaciones casuales o fortuitas;
- 5) Deben establecerse los límites dentro de los cuales opera el modelo, para conservar su validez. Usualmente, estos se expresan como restricciones en un modelo de optimización;
- 6) Para construir un modelo confiable, este requiere acceder a información y datos que muestren estructura, organización y significado.

Con el objetivo de construir un modelo que conjugue todas estas características, Morley (1987) señalaron algunos aspectos que deben tomarse en cuenta durante el proceso de modelado:

#### ***2.5.1. Definición de objetivos.***

La construcción de modelos requiere de disciplina mediante la definición de objetivos por parte del investigador, tomador de decisiones o productor. Lo que sea que el objetivo señale, el usuario final debe mantenerse en mente y consultarse si es posible en cada etapa. Asumiendo este papel, el modelado puede ser confiable para reflejar la red de consecuencias de la toma de decisiones y las consecuencias de enfatizar cualquier parte de tal red.

#### ***2.5.2. Provisión de un marco lógico***

La construcción de un modelo provee de un marco lógico en el cual se hace uso de la información disponible. Esta es una conexión particularmente importante entre la investigación y el manejo, ambos con respecto a la identificación de falta

de información y en las consecuencias de aplicación de la investigación a la industria.

### ***2.5.3. Las predicciones***

Un modelo puede indicar los posibles efectos de los componentes del proceso y estructuras del sistema en cuestión. Por lo tanto, el modelo ayuda a identificar procesos y procedimientos que pueden imponer límites sobre la eficiencia con la que los recursos son utilizados.

### ***2.5.4. La extrapolación***

Sitios, temporadas e investigadores por si mismos limitan mayormente la información obtenida a partir de experimentos, entrevistas y estudios de caso. La extrapolación y la generalización son pasos necesarios en el uso de información y ambos procesos requieren de modelos. La introducción de un modelo formal requiere disciplina mediante el reconocimiento de supuestos e interrelaciones.

## ***2.6. Objetivo del estudio***

En el estudio se utiliza el modelado como un método de investigación para generar información de calidad que permita argumentar estrategias que contribuyan a consolidar la rentabilidad, competitividad privada y ventaja comparativa de la porcicultura en Michoacán, aplicando las metodologías de la Matriz de Análisis de Políticas y un modelo regional optimizado. Considerando tanto el aspecto biológico como el económico:

- a. Determinar la tasa media de crecimiento anual (TMCA) de la producción de cerdo en pie en Michoacán, La Piedad,

Huandacareo, Purépero y las UPP consideradas durante el periodo de estudio.

- b. Estimar la cantidad de cerdos producidos anualmente en pie, en las UPP consideradas en el estudio y su representatividad en la producción estatal.
- c. Calcular los índices biométricos: tasa de fertilidad, número de lechones nacidos vivos/ventre/parto, días de duración de la lactancia y número de partos/ventre/año con los que trabajaron las UPP consideradas en el año de estudio con base en los registros productivos y reproductivos, así como un cuestionario para tomadores de decisiones.
- d. Estudiar los precios del sorgo y el cerdo en pie, a partir de 1997, hasta 2014 para determinar sus respectivas TMCA.
- e. Estudiar los precios del sorgo a partir de 1997, hasta 2014 y determinar su efecto sobre los precios del cerdo en pie.
- f. Caracterizar la tecnología utilizada en las UPP estudiadas, investigando cantidades de insumos comerciables, indirectamente comerciables y factores internos utilizados.

- g. Efectuar un análisis de costos e ingresos, considerando precios privados o de mercado para determinar la rentabilidad, la competitividad y el punto de equilibrio de las UPP en el año de estudio.
- h. Evaluar el tamaño óptimo y el funcionamiento para que una UPP sea una inversión rentable y competitiva en Michoacán, México.
- i. Identificar los factores propios y externos a las UPP que determinan su rentabilidad, competitividad privada y ventaja comparativa.
- j. Llevar a cabo un análisis de sensibilidad para analizar y evaluar la competitividad, experimentando variaciones en efectos de factores propios y externos a las UPP.
- k. Analizar la ventaja comparativa de la producción de cerdo en pie de las UPP a través de los indicadores de la Matriz de Análisis de Políticas.

## **2.7. REFERENCIAS**

Allen, M. A., & Stewart, T. S. (1983). A simulation model for a swine breeding unit producing feeder pigs. *Agricultural Systems*, 10(4), 193-211. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(83\)90045-8](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(83)90045-8)

Arendonk, J. A. M. v. (1984). Studies on the replacement policies in dairy cattle. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*, 101(1-5), 330-340. doi: 10.1111/j.1439-0388.1984.tb00054.x

Bawden, R. J., Ison RL, Macadam, RD, Packam, RG, Valentine I. (1987). A research paradigm for systems agriculture. In Canberra (Ed.), *Agricultural systems research for developing countries* (pp. 31-42). N.S.W. Australia: Australian Centre for International Agricultural Research Richmond.

Castelan Ortega, O., Arriaga Jordan, C, Fawcett R. (1997). *Informal and Informal approaches use in Agricultural Systems research. The case of the peasant milk production*. Paper presented at the Reearch for the rural development: ten years of experience from CICA Toluca, México.

Chavas, J.-P., Kliebenstein, J., & Crenshaw, T. D. (1985). Modeling Dynamic Agricultural Production Response: The Case of Swine Production. *American Journal of Agricultural Economics*, 67(3), 636-646. doi: 10.2307/1241087

Cooke, J. (1997). *Using mathematics as a problem-solving tool* Paper presented at the Agricultural Systems: modelling and simulation

Dent, J. (1975). *The aplication of the system theory in agriculture*. Paper presented at the The study of agricultural systems, London, England.

Dent, J. (1990). *Optimizing the mixture of enterprises in a farming system* Paper presented at the Systems Theory applied to agriculture and the food chain Essex England.

Dent, J. B., Harrison, S. R., & Woodford, K. B. (1986). Chapter 1 - The Principles of Farm Planning. In J. B. D. R. H. B. Woodford (Ed.), *Farm Planning with Linear Programming: Concept and Practice* (pp. 1-7): Butterworth-Heinemann.

Doyle, C. (1990). *Application of the system theory to farm planningg and control: modelling resource allocation* Paper presented at the System theory applied to agriculture and the food chain Essex, England.

Evans, G. R. (1978). Systems Approach for Land Resource Analysis and Planning of Limited Renewable Natural Resources. *Journal of Animal Science*, 46(3), 819-822. doi: 10.2134/jas1978.463819x

France, J., & Thornley, J. H. M. (1984). *Mathematical models in agriculture: a quantitative approach to problems in agriculture and related sciences*: Butterworths.

Glen, J. J., Studies, E. U. D. o. B., & Studies, U. o. E. D. o. B. (1985). *Mathematical Models in Farm Planning: A Survey*. University of Edinburgh, Department of Business Studies.

- Jalvingh, A. W., Dijkhuizen, A.A., Van Arendonk, J.A.M. (1992). Dynamic probabilistic modelling of reproduction and replacement management in sow herds. General aspects and model description. *Agricultural Systems*, 39(2), 133-152.
- Lansink, A. O., & Reinhard, S. (2004). Investigating technical efficiency and potential technological change in Dutch pig farming. *Agricultural Systems*, 79(3), 353-367. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00091-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00091-X)
- Lippus, A. C., Jalvingh, A. W., Metz, J. H. M., & Huirne, R. B. M. (1996). A dynamic probabilistic model for planning housing facilities for sows. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 39, 1215 - 1223. doi: [urn:nbn:nl:ui:32-32913](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-521X(95)92109-J)
- Morley, F. H. W., Withe D.H. (1987). *Modelling biological systems*. Paper presented at the Agricultural systems research for developing countries.
- Pandey, S., & Hardaker, J. B. (1995). The role of modelling in the quest for sustainable farming systems. *Agricultural Systems*, 47(4), 439-450. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)92109-J](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(95)92109-J)
- Pinney, W. E., McWilliams, D.B. (1987). *Management science: An introduction to quantitative analysis for management*. New York: Harper&Row.
- Plà, L. M., Faulín, J., & Rodríguez, S. V. (2009). A Linear Programming Formulation of a Semi-Markov Model to Design Pig Facilities. *The Journal of the Operational Research Society*, 60(5), 619-625. doi: [10.2307/40206778](http://dx.doi.org/10.2307/40206778)
- Rehman, T. (1982). Technical and economic criteria in agricultural production: A case for a systems approach to farm decision-making in the Pakistan Punjab. *Agricultural Systems*, 9(1), 43-55. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(82\)90039-7](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(82)90039-7)
- Singh, D. (1986). *Simulated -aided capacity selection of confinement facilities for swine production*. Paper presented at the Transactions of the ASAE.
- Slater, K., & Throup, G. (1983). *Dairy farm business management*. SUFFOLK, ENGLAND: Farming Press.
- Sorensen, J. T. (1997). Modeling and Simulation in applied livestock production science. . In R. Peart, Curry, RB (Ed.), *Agricultural systems: Modeling and simulation* (pp. 475-494): Marcel Dekker Inc.
- Spedding, C. R. W. (1988). General aspects of modeling and its application in livestock production. In V. A. J. A. M. Korver S. (Ed.), *Modeling of Livestock Production Systems* (pp. 3-9). London: Kluwer Academic Publishers.

Taha, H. A. (1987). *Operation Research: an introduction*. London. New York, London: Mc Millan, Collier Mc Millan.

Warren, M. F. (1992). *Building a framework: Financial management for farmers* Leckhampton U.K.: Staley Thornes.

Wittemore, C. (1998). *The Science and Practice of Pig Production* Ltd, Oxford: Blackwell Science.

## **CAPÍTULO III**

---

# **HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA DE MICHOACÁN**

---

### III. HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA DE MICHOACÁN

---

**Resumen.** Se diseñó una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en hoja de cálculo considerando el marco de la investigación de operaciones, utilizando información de 16 unidades de producción porcina (UPP) ubicadas en Michoacán, para obtener índices biométricos. Generando inicialmente un modelo de programación lineal para determinar el tamaño óptimo de una UPP para 1 ha de terreno. Luego se construyó, el flujograma para determinar requerimientos de espacio y alimento, evaluando la rentabilidad financiera de la UPP como sistema; considerando: el punto de equilibrio (PE), margen bruto (MG), valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR). Luego se estudió el tamaño óptimo y funcionamiento que una UPP requiere para ser rentable a través de tres análisis de sensibilidad: 1) índices biométricos (número de cerdos destetados, longitud de lactancia y porcentaje de fertilidad), 2) variación de los precios del alimento y del cerdo y 3) variando el tamaño (número de vientres) y precios. La herramienta diseñada en el presente estudio a partir del modelo de programación lineal, el flujograma y el análisis financiero, resultó útil para monitorear los índices biométricos con los que trabajaron cada uno de los escenarios, los precios de productos e insumos, que permite analizar el impacto de la variación de índices biométricos, precios y tamaño en la rentabilidad financiera de los escenarios estudiados, apoyando la toma de decisiones estratégicas.

**Palabras clave:** Granja porcina, modelo de optimización, tamaño óptimo, tasa interna de retorno, valor presente neto

**ABSTRACT.** A making-decision tool was designed using a spreadsheet. It was used data from 16 farrow to finish pig production units (PPU) locate at Michoacán state in order to obtain biometric indexes. First, it was formulate a linear programming model to determine the optimum farm size considering 1 Ha as a constraint. Secondly it was constructed flowcharts to calculate spaces and feed needs. Finally break-even point (PE), gross margin (MG), net present value (VPN), and internal rate of return (TIR) were computed in order to evaluate UPP profitability. With this model it was analyzed optimum size that a UPP required in order to be profitable. Thus, three sensibility analyses were performed: 1) Biometric indexes; number of weaned piglets, lactation length and fertility rate. 2) Pig and food prices fluctuation, and 3) size (number of sows) and construction costs. As a result it was designed a tool from a linear programming model, flowcharts and a financial analysis that was useful to monitor the biometric indexes of each different scenario, prices fluctuation and different sizes and construction cost of PPU in the financial profitabitability supporting the strategic taking decision process.

**Keywords:** Pig farm, optimization model, optimum size, internal rate of return, net present value

### **3.1. INTRODUCCIÓN**

La importancia de la carne de cerdo radica en que es la más consumida en el mundo (FAO, 2013). En México, durante 2010 ocupó el segundo lugar después de la carne de pollo (J.R. Navarrete Pérez, 2012). La porcicultura nacional mostró durante el periodo de 2000 a 2013 una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 1.5%; Michoacán, tuvo en ese mismo periodo tuvo una TMCA de -1.86% (SIAP-SAGARPA, 2014). Siendo la región de La Piedad, Michoacán, desde los años setentas hasta 1985 el principal centro porcícola del país, donde se engordaban más de 1 000 000 de cerdos anualmente (Chapela Mendoza, 1982). El estado de Michoacán ocupa en la actualidad el séptimo lugar nacional en la producción de cerdo, produjo 1 139 814 cerdos, 3.2% de la producción nacional en 2012. (SIAP-SAGARPA, 2014).

La Piedad, Michoacán participó en 2012 con el 22.71% de la producción estatal; 12 484 ton en pie, 6 616 cabezas, lo cual representó sólo el 0.66% de lo que producía en su época de auge. Las UPP en Michoacán han disminuido su participación en el mercado en relación con las existentes en otros estados del país como Sonora y Jalisco (Moral Barrera, 2008), Guanajuato y Yucatán (Mazcorro Velarde, 2009). En este contexto, las importaciones de carne de cerdo están aumentando, de continuar esta tendencia para el 2018 solo 60% del consumo nacional se podrá abastecer con la producción nacional, lo que generará una salida de divisas de alrededor de 1 100 000 000 de dólares americanos anuales (Leos-Rodríguez, 2012).

Para mantener la rentabilidad de las UPP en un contexto en el que se ha intensificado la producción, los precios de los insumos y productos fluctúan continuamente, se ha incrementado la competitividad, reduciéndose los márgenes de utilidad (Pla, 2007). El tomador de decisiones requiere estimar la rentabilidad financiera, los índices biométricos de la UPP a lo largo del tiempo, evaluando diferentes escenarios de producción. Con diferentes propósitos, se han desarrollado múltiples herramientas para el apoyo a la toma de decisiones en UPP: enfocándose en el manejo (Bracke, Spruijt, Metz, & Schouten, 2002; Cornou, Strudsholm, & Kristensen, 2005; Jalvingh et al., 1992; Lemke & Valle Zárate, 2008; Morel, Sirisatien, & Wood, 2012; Seddon, Cain, Guy, & Edwards, 2013), el número de parto óptimo de reemplazo de la cerda (Rodríguez-Sánchez, Plà-Aragonés, & Albornoz, 2012), parámetros reproductivos (Pomar, Harris, Savoie, & Minvielle, 1991) y Bienestar y confort de la cerda (Bracke et al., 2002). Se requiere diseñar una herramienta para apoyar la toma de decisiones, que posibilite analizar con un enfoque sistémico los índices biométricos, precios de insumos y productos que determinan la viabilidad financiera de las UPP en Michoacán, permitiendo el diseño de UPP rentables, su evaluación y seguimiento. Sin embargo, esta herramienta debe además de calcular la utilidad (margen bruto o beneficio neto) como lo hicieron Lemke and Valle Zárate (2008), incorporar el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el punto de equilibrio para evaluar el punto en el que los costos y los ingresos se equiparan, la inversión a realizar y sus retornos.

La simulación estocástica y los modelos de Markov como los desarrollados por Jalvingh et al. (1992), Backus, Timmer, Dijkhuizen, Eidman, and Vos (1995),

Pomar et al. (1991) y Morel et al. (2012) trabajan con distribuciones de probabilidad que descansan en bases de datos que no se han generado para las UPP en Michoacán. Es conveniente que la herramienta de apoyo a la toma de decisiones sea simple y manejable, basada en un modelo de programación lineal, flujogramas o desarrollos de piara y un modelo de análisis financiero para analizar las UPP y generar bases de datos sobre los índices biométricos y financieros de funcionamiento. Al respecto Rodríguez-Sánchez et al. (2012) desarrollaron una herramienta de optimización lineal que proporciona una política de reemplazo óptima de la cerda, la herramienta a desarrollar debe estimar el presupuesto de inversión inicial, el presupuesto de alimentación y construcción de instalaciones, evaluar impactos en índices biométricos; la fertilidad, el número de lechones nacidos vivos, la longitud de lactancia, el tamaño, fluctuaciones de los precios con la finalidad de apoyar decisiones de diseño de UPP que sea financieramente viable. El objetivo del estudio fue desarrollar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que permita analizar el impacto de fluctuaciones de índices biométricos, de precios del cerdo, el alimento, diferentes tamaños y costos de construcción de la UPP en la rentabilidad financiera de los escenarios considerados.

### **3.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.2.1. Herramienta de apoyo a la toma de decisiones.**

La herramienta fue estructurada en hoja de cálculo, Microsoft Excel, considerando el marco de la investigación de operaciones (Hamdy A. Taha, 2012), se diseñó basándose en las fuentes de información de 16 UPP para construir un modelo de

programación lineal, las salidas del modelo de programación lineal se utilizaron como entradas del flujograma o desarrollo de piara, así mismo, las salidas del flujograma o desarrollo de piara se utilizaron como entradas del análisis financiero en el que se consideró el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el punto de equilibrio.

### **3.2.2. Fuentes de información.**

Se obtuvieron a partir de 16 UPP (Cuadro III-1) ubicadas en Michoacán, nueve en La Piedad y siete en Huandacareo, estas UPP tienen elementos y funcionamiento de una UPP económicamente rentable, en las cuales se investigaron los índices biométricos de funcionamiento, así como las condiciones de explotación de los cerdos y el tipo de instalaciones utilizadas, además, el mercado donde se comercializaron los cerdos.

**CUADRO III-1 Características generales de las UPP utilizadas como fuentes de información**

UPP	Tamaño (vientres)	Empleados (número)	Empleados permanentes	Empleados eventuales	Mano de obra familiar
A	359	18	18	1	4
B	500	13	13		4
C	750	21	21	2	6
D	600	23	23	1	3
E	600	27	27	1	7
F	850	16	16	2	3
G	260	8	8	1	5
H	950	12	12	2	3

I	300	7	7	1	4
J	100	5	5	4	
K	105	3	3		2
L	700	18	18	1	6
M	400	21	21		5
N	300	10	10	1	5
Ñ	600	20	20		4
O	1200	22	22		5

### 3.2.3. Modelo de programación lineal.

La notación matemática del modelo de programación lineal se presenta en la ecuación 1

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^{j_{13}} cx_j \quad (1)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum X_j \leq \sum X_{j-1}, \sum aX_j \leq b_1, X \geq 0$$

Dónde:  $c$ = ingreso mínimo por cerda considerando el periodo  $j$ ,  $X$ = número de cerdas en el periodo  $j$ ,  $a$ = requerimiento de espacio por cerda,  $b_1$ = espacio total disponible y  $Z$ = ingresos totales por venta de cerdos.

La función objetivo del modelo de programación lineal es maximizar los ingresos totales por la venta de cerdos = a la sumatoria del ingreso mínimo considerado por cerda multiplicado por el número de cerdas en los periodos desde  $j_1$  hasta  $j_{13}$

Sujeto a las siguientes restricciones: 1) que la sumatoria del número de cerdas en el periodo  $j$  sea menor o igual al número de cerdas en el periodo inmediato anterior ( $j-1$ ), 2) que la sumatoria de los requerimientos de espacios de las cerdas en el periodo  $j_1$  hasta  $j_{13}$  sea igual o menor al espacio total de que se dispone y 3) que el número de cerdas en el periodo  $j$  sea mayor o igual a cero.

### **3.2.4. Flujograma o desarrollo de piara.**

El flujograma o desarrollo de piara se elaboró en hoja de cálculo, tomando como entradas las salidas generadas por el modelo de programación lineal y considerando las expresiones que se presentan en la (Cuadro III-2)

**CUADRO III-2 Flujograma de Producción o Desarrollo de Piara**

INDICADOR	ECUACIÓN
Número de hembras que ingresan por periodo	$a/b$
Número de hembras en la UPP	$c+c+c+c\dots c=a$
Número de machos requeridos en la UPP	$a/d$
Número de servicios realizados en la UPP	$c+f$
Número de partos en la UPP	$g*h$
Número de lechones nacidos por periodo de 28 días (0-4 semanas)	$i*j$
Número de cerdos (4-8 semanas)	$k-i$
Número de cerdos (8-12 semanas)	$m-n$
Número de cerdos (12-16 semanas)	$o-p$
Número de cerdos (16-20 semanas)	$q-r$
Número de cerdos (20-24 semanas)	$s-t$

<sup>1</sup>Dónde:

<sup>1</sup> LITERAL	SIGNIFICADO
a	Número total de hembras planeado para la UPP.
b	Promedio del número de periodos que dura el ciclo reproductivo de las hembras en la UPP.
c	Número de hembras que ingresan a la UPP por periodo.
d	Relación macho: hembra en la UPP.
e	Número de machos requeridos en la UPP.
f	Promedio del porcentaje de repeticiones de las hembras en la UPP.
g	Número de servicios realizados en la UPP.
h	Porcentaje de fertilidad expresado en decimales.
i	Número de partos por periodo en la UPP.
j	Promedio de lechones nacidos vivos por camada en la UPP.
k	Número de lechones de 0 a 4 semanas.
l	Porcentaje de mortalidad establecido en la lactancia de 0 a 4 semanas.
m	Número de cerdos de 4 a 8 semanas.
n	Porcentaje de mortalidad establecido de 4 a 8 semanas.
o	Número de cerdos de 8 a 12 semanas.
p	Porcentaje de mortalidad establecido de 8 a 12 semanas.
q	Número de cerdos de 12 a 16 semanas.
r	Porcentaje de mortalidad establecido de 12 a 16 semanas.
s	Número de cerdos de 16 a 20 semanas.
t	Porcentaje de mortalidad establecido de 16 a 20 semanas.
u	Número de cerdos de 20 a 24 semanas.

### **3.2.5. Análisis financiero.**

Se llevó a cabo en hoja de cálculo Microsoft Excel, utilizando como entradas las salidas generadas por el flujograma o desarrollo de piara, donde se consideraron los siguientes criterios para su elaboración.

### **3.2.6. El valor presente neto.**

valor actual neto es un método que permite determinar los flujos futuros de efectivo que produce una inversión, calculando el valor de dichos flujos a una determinada tasa de interés conocida como el costo de capital que puede ser el costo de un préstamo monetario o la tasa de interés que desee el inversionista, de acuerdo con la ecuación 2

$$NPV = -A + \frac{Q_1}{1 + K_1} + \frac{Q_2}{1 + K_1} * (1 + k_2) + \dots + \frac{Q_n}{1 + K_1} \dots (1 + k_n) \quad (2)$$

Dónde: NPV= valor presente neto, A= valor de la inversión inicial, Qi=valor neto de los distintos flujos de caja, ki=tasa de retorno del periodo o costo del capital por periodo (Altuve, 2004; Zima, 2005).

### **3.2.7. Tasa interna de retorno.**

Se define como la tasa de interés que produce un valor presente neto cero, es la tasa que da respuesta a la ecuación 3:

$$F_0 = F_1 (1+i)^{-1} + F_2 (1+i)^{-2} + F_3 (1+i)^{-3} + \dots + F_n (1+i)^{-n} = F_0 = A \quad (3)$$

Dónde:  $-F_0=A$  es la inversión original (el flujo negativo de efectivo),  $F_1, F_2, \dots, F_n$  son todos positivos. El rendimiento al vencimiento de un bono y la tasa interna de retorno de un presupuesto de capital son matemáticamente equivalentes. Si alguno de los flujos de efectivo  $F_1, F_2, \dots, F_n$  también es negativo, existe la posibilidad de tener varias tasas internas de retorno (Sarmiento Sabogal, 2003; Zima, 2005).

### **3.2.8. Punto de equilibrio.**

Es el punto de actividad que existe cuando los gastos son iguales a los ingresos, por lo que no hay pérdidas ni ganancias. El Punto de equilibrio en ventas, en porcentaje y en unidades producidas se calculó con las ecuaciones 4,5 y 6 (Erossa Martín, 1986; García Martínez, 1995).

$$\text{Punto de equilibrio en ventas} = \text{costos fijos} * \frac{1}{1} - \text{costos} \frac{\text{variables}}{\text{ventas}} \text{ totales} \quad (4)$$

*Punto de equilibrio en porcentaje*

$$= \text{costos} \frac{\text{fijos}}{\text{ventas}} \text{ totales} - \text{costos variables} * 100 \quad (5)$$

*Punto de equilibrio en unidades producidas = costos fijos \**

$$\text{unidades} \frac{\text{producidas}}{\text{ventas}} \text{ totales} - \text{costos variables} \quad (6)$$

### **3.2.9. Análisis de sensibilidad de los índices biométricos.**

Se estudió el impacto de variaciones en los índices biométricos longitud de la lactancia 12, 21, 27 y 50 días, se consideraron 10 lechones nacidos vivos, lechones destetados 6, 8, 9 y 10, porcentaje de fertilidad 54 %, 80 % y 94 %. Resultando 24 escenarios con diferente desempeño productivo en sus índices biométricos, se consideró escenario base 21 días de lactancia, 10 lechones nacidos vivos, 9 lechones destetados y 80 % de fertilidad a parto, como escenario menos deseable 50 días de lactancia, 10 lechones nacidos vivos, 6 lechones destetados y 80 % de fertilidad a parto. El escenario más deseable 12 días de lactancia, 10 lechones nacidos vivos, 10 lechones destetados y 80 % de fertilidad a parto.

### **3.2.10. Análisis de sensibilidad de precios del alimento y del cerdo.**

De los insumos utilizados en la producción del cerdo, el de mayor representatividad es el alimento (Hernández-Martínez, 2008), se estudiaron los

precios del alimento y de venta del cerdo, se calculó el promedio del precio del alimento y del precio de venta del cerdo, posteriormente, se estudiaron escenarios en los que estos precios se modificaron 5 % por encima de su promedio y 5 % por debajo del mismo.

### ***3.2.11. Análisis de sensibilidad del tamaño y los precios de la infraestructura y construcción de instalaciones.***

Considerando tamaño de la UPP de 53 y 140 vientres, además de precios de la infraestructura y construcción de los años 2008 y 2010.

## **3.3. RESULTADOS**

Los resultados de la UPP basada en las fuentes de información considerada como escenario base o promedio se muestran en el Cuadro III-3, también se muestran los resultados del análisis de sensibilidad de los índices biométricos, interpretados como valores de TIR, VPN, PE y margen bruto en función de los escenarios señalados, los resultados se ordenaron a partir del más favorable al menos favorable, considerando el VPN como principal indicador, la rentabilidad financiera de la UPP estudiada corresponde con los escenarios en los que la duración de la lactancia fue de 12, 21 y 27 días. En relación con los índices biométricos, deben destetarse ocho cerdos y la tasa de fertilidad debe fluctuar entre 80 y 94 %. La diferencia en lo que respecta a rentabilidad financiera entre los escenarios de fertilidad de 94 y 80 % es mínima, se estrecha al reducirse el número de lechones y se agranda al aumentar el mismo. La UPP estudiada no es rentable a partir del escenario 16 en que se asume 54 % de fertilidad a parto, ocho.

**CUADRO III-3 Análisis de Sensibilidad 1 y Resultados**

A	B	C	D	E	Escenario	TIR (%)	VPN (\$)	PE (\$)	PE (%)	PE (U)	MB (\$)
	21	10	9	80	23	17	1 063 310	630 017	24	300	693 711
1	21	10	6	94	7	16	814 490	676 243	26	322	649 374
2	21	10	6	80	21	15	648 611	709 722	27	338	619 816
3	21	10	6	54	Base	14	418 463	660 061	28	314	545 776
4	21	10	8	94	14	13	343 802	614 772	28	293	503 252
5	21	10	8	54	8	13	333 842	557 715	26	266	541 362
6	21	10	10	94	15	13	271 255	592 859	28	282	486 515
7	21	10	10	80	4	12	85 548	676 142	31	322	457 234
8	21	10	10	54	18	11	12 738	862 758	33	411	506 511
9	50	10	8	94	16	11	-70 748	489 563	28	233	407 614
10	50	10	8	80	12	10	-86 622	722 177	33	344	426 555
11	50	10	8	54	20	10	-143 444	696 485	33	332	412 620
12	27	10	8	94	5	9	-275 091	538 586	31	256	371 203
13	27	10	8	54	13	8	-411 320	575 380	33	274	346 928

14	12	10	8	94	22	7	-520 799	600 278	38	286	279 319
15	12	10	8	80	1	5	-745 351	722 900	44	344	242 182
16	12	10	8	54	9	6	-746 605	951 498	43	453	308 954
17	50	10	6	80	2	5	-769 619	697 570	44	332	234 983
18	50	10	10	80	10	5	-779 317	917 795	44	437	299 315
19	27	10	6	80	3	3	-884 024	578 204	45	275	201 043
20	27	10	8	80	11	4	-933 531	758 942	44	361	253 876
21	27	10	10	80	19	3	-935 499	777 222	49	370	205 425
22	12	10	6	80	17	-4	-1 571 371	1 289 509	82	614	92 119
23	12	10	10	80							

**A Escenario base; B longitud de la lactancia; C lechones nacidos vivos; D lechones destetados; E porcentaje de mortalidad**

Cerdos destetados y 12 días de lactancia. Para conservar la rentabilidad financiera, al disminuir el porcentaje de fertilidad a 54%, debe incrementarse el número de cerdos destetados a 10, y la duración de la lactancia debe ser de 21 días. Incluso, considerando un porcentaje de fertilidad de 80 %, deben destetarse ocho cerdos para mantener la rentabilidad financiera de la UPP (Cuadro III-3).

En lo respectivo al análisis de sensibilidad de los precios del alimento y del cerdo, se observó que el aumento del precio del alimento en más de dos puntos porcentuales sin el correspondiente aumento en el precio del cerdo en pie, causa que la UPP no sea rentable (Cuadro III-4).

**CUADRO III-4 Resultados del Análisis de Sensibilidad 2**

Variación aplicada sobre precios base promedio (%)				TIR (%)	VPN (\$)
A	5	B	0	22	626 155.01
A	5	B	1	21	545 863.10
A	4	B	0	21	536 967.05
A	5	B	2	19	465 571.2
A	4	B	1	19	456 675.10
A	3	B	0	19	447 779.10
A	5	B	3	18	385 279.31
A	4	B	2	18	376 383.20
A	3	B	1	18	367 487.20
A	2	B	0	18	358 591.11
A	5	B	4	17	304 987.41
A	4	B	3	16	296 091.34
A	2	B	1	16	278 299.20
A	3	B	2	16	278 195.30
A	1	B	0	16	269 403.14
A	5	B	5	15	224 695.50
A	4	B	4	15	215 799.44
A	3	B	3	15	206 903.40
A	2	B	2	15	198 007.30
A	1	B	1	15	189 111.20
A	0	B	0	14	180 215.20
A	4	B	5	14	135 507.50
A	3	B	4	13	126 611.50
A	2	B	3	13	117 715.41
A	1	B	2	13	108 819.30
A	0	B	1	13	99 923.27
A	3	B	5	12	46 319.60
A	2	B	4	12	37 423.51
A	1	B	3	12	28 527.40
A	0	B	2	11	19 631.40
A	2	B	5	10	-42 868.40
A	1	B	4	10	-51 764.50
A	0	B	3	10	-60 660.50
A	1	B	5	8	-132 056.40
A	0	B	4	8	-147 044.50
A	0	B	5	7	-228 859.40

A Precio del cerdo en pie; B precio del alimento.

En relación con el análisis de sensibilidad del efecto del tamaño o escala, considerando los precios de la construcción e infraestructura de los años 2008 y 2010, además, de dos tamaños de la UPP de 53 y 140 vientres. Resultaron al introducir los dos esquemas de precios al modelo de programación lineal, implicando ahorros de escala de \$9 331 en la inversión inicial/ventre que pueden apreciarse al contrastar los escenarios B3 y B6 que consideran el escenario de funcionamiento más deseable. Este ahorro fue de \$9 321 al considerar el funcionamiento del escenario base, promedio o más probable B1 y B4 y de \$9 322 al considerar el funcionamiento del escenario menos deseable B2 y B5. Dicho efecto también se observó en el punto de equilibrio, en el escenario B6 deberían venderse 924 cerdos/año para cubrir los costos fijos y variables, cuando el escenario considera vender 3 474, resultando una utilidad de 2 550 cerdos. El funcionamiento del escenario B3 considera la venta de 575 cerdos/año para equiparar los costos, al vender 1 300 cerdos/año, produce una utilidad de 725 cerdos finalizados, el escenario B4 requeriría vender 1 048 cerdos para alcanzar el equilibrio y considera vender 3 013 logrando una utilidad de 1 965 cerdos finalizados. El escenario B1 requeriría vender 1 058 cerdos y de acuerdo a su funcionamiento considera vender 1 131 produciendo apenas una utilidad de 73 cerdos, el escenario B5 requiere vender 3 324 cerdos/año para equiparar sus gastos, considera vender 1 649 lo que no alcanza para cubrir sus gastos y le significa una pérdida igual a 1 675 cerdos que puede observarse en la (Cuadro III-5).

En cuanto al porcentaje de fertilidad, este repercutió en \$2 034/unidad de cambio /año, en lo que respecta a la longitud de lactancia tanto el aumento como la

**CUADRO III-5 Resultados del Análisis de Sensibilidad 3**

<b>Escenario</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B5</b>	<b>B6</b>
Tamaño (hembras)	53	53	53	140	140	140
Finalizados por vientre por año (cerdos)	1 131	619	1 300	3 013	1 649	3 474
Margen bruto por año (\$)	79 207	-1 087 226	452 848	1 392 190	-175 553	1 975 716
Margen bruto por vientre por año (\$)	1 494	-20 513	8 544	26 267	-3 312	37 277
Margen bruto por día laborado (\$)	217	-2 978	1 240	3 814	-480	5 412
Conversión alimenticia (kg)	3.67	3.72	3.66	3.67	3.71	3.66
Punto de equilibrio (cerdos)	1 058	-256.9	575	1 048	3 324	924
Valor Presente Neto (\$)	-70 976	-167 062	-40 181	52 600	-81 254	103 149
Tasa interna de retorno (%)	-1	-	11	33	-	44
Inversión inicial por vientre (\$)	81 928	66 386	87 109	72 607	57 064	77 788

Disminución de un día significó una diferencia en el margen bruto de 4 926 año<sup>-1</sup>. Es importante monitorear el funcionamiento de las UPP con regularidad, cada análisis es parecido a una fotografía; los índices biométricos y los precios de insumos y productos en las mismas son fluctuantes en el tiempo al depender de un gran número de variables internas y externas a las UPP, el número de lechones destetados por cerda debe ser de ocho, considerando 80 % de fertilidad y lactancias de 21 días de duración, o bien, destetar 10 lechones con 54 % de fertilidad y lactancias de 21 días de duración. Incluso, pueden programarse lactancias de 27 días de duración siempre y cuando se desteten 10 lechones y se trabaje con

80 % de fertilidad. Se observó que el indicador más manipulable en la UPP propuesta fue la longitud de lactancia, al acortarla a 12 días, se disminuye el periodo entre partos y se eleva el número de partos por hembra por año, esto conlleva gastos a realizar en las instalaciones y el equipo para llevar a cabo lactancias de 12 días de duración sin incrementos en la mortalidad. Se estimaron los índices biométricos; lechones nacidos vivos, porcentaje de fertilidad, lechones destetados, días de lactancia, posteriormente, se monitorearon de manera específica para cada escenario de producción, las variaciones en los índices biométricos, cambios en los precios y el tamaño reflejaron esta variación en los indicadores de La herramienta diseñada en hoja de cálculo; el margen bruto, el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el punto de equilibrio apoyando a los productores y diseñadores de políticas en la toma de decisiones, mediante la evaluación de varios escenarios de funcionamiento, sin embargo, acceder a una mayor calidad y cantidad de información posibilitaría estudiar el parto óptimo de reemplazo de una cerda en cada UPP de acuerdo a su costo y rendimiento, comparar la producción convencional con la producción orgánica, efectos de la temporada del año sobre los índices reproductivos de las UPP, estrategias de alimentación y lotificación de los cerdos, la herramienta diseñada también estimó el costo de producción de un cerdo por concepto de alimentación considerando los índices biométricos de cada escenario.

### **3.4. DISCUSIÓN**

Pomar et al. (1991) Consideraron una tasa de fertilidad de 83 %, mientras que en el presente estudio se consideraron fluctuaciones entre 54 % y 94 %, número de lechones nacidos vivos de 8.25, mientras que en el presente estudio con menos de 8 lechones destetados la UPP no fue rentable.

Por otra parte, el número de vientres considerado en el escenario base fue distinto en los estudios revisados, Pomar et al. (1991) 250 vientres, Jalvingh et al. (1992) 130 vientres, (Rodríguez, 2009) 2 330 vientres, en el presente estudio se consideraron 53 y 140 vientres.

El trabajo realizado por Lemke and Valle Zárate (2008) al igual que el presente estudio consideró un escenario de funcionamiento más deseable, en ambos estudios, el margen bruto se incrementó notablemente como resultado de camadas más numerosas y reducción de la mortalidad pre destete.

En lo relacionado a los escenarios donde se estudió las variaciones de los precios de los insumos, el margen bruto se incrementó con la reducción del precio del alimento y viceversa.

El margen bruto, en el estudio de Lemke and Valle Zárate (2008) aumentó al incrementarse los precios del cerdo, al destete y el cerdo a peso de mercado, en el presente estudio, el valor presente neto fue positivo desde que la diferencia entre el precio del cerdo en pie es menor 2 % al precio del alimento.

El margen bruto fue negativo a partir de que los precios del alimento se incrementaron 100%, (Lemke & Valle Zárate, 2008), en el caso del presente estudio, se perdió la rentabilidad a partir de que el precio del alimento aumentó tres puntos porcentuales más que el precio del cerdo en pie.

Rodríguez-Sánchez et al. (2012) Encontraron una utilidad para su escenario base fue de 699 cientos de Euros, este estudio fue realizado en España para planificar una UPP productora de lechones, en el presente estudio, el margen bruto del escenario base fue de \$ 545 776.

Morel et al. (2012) Llegaron al nivel de estudiar las variaciones en los precios de los ingredientes de las dietas de los cerdos, así como el precio del cerdo en canal, en el presente estudio, únicamente se estudiaron los precios del alimento y el cerdo en pie.

En el presente estudio no se tuvo acceso a registros de una UPP durante varios años, esto es necesario para determinar el número de ciclos que las cerdas deben permanecer en la UPP, en el caso del estudio realizado por Rodríguez-Sánchez et al. (2012) fue hasta el final del sexto.

El presente estudio se basa en un modelo de programación lineal, modelo determinístico, que apoya las decisiones de inversión, describe a la UPP con su presupuesto. Por otra parte, los análisis de sensibilidad efectuados con la herramienta desarrollada en hoja de cálculo considera diferentes escenarios de índices biométricos , variaciones de los precios del alimento y del cerdo y dos diferentes tamaños y precios de infraestructura y construcción del 2008 y 2010, los

estudiados por Lemke and Valle Zárate (2008) consideraron incrementos en rendimiento a través de mejoras en el manejo, modificación y variación de los productos finales, costos de insumos y precios de los productos finales. En la herramienta diseñada se utilizó el punto de equilibrio (PE), margen bruto (MG), valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR) como indicadores financieros, mientras que Lemke and Valle Zárate (2008) consideran como variables de evaluación el margen bruto, y el beneficio neto de la producción. Dicho estudio analiza sistemas de producción porcina de pequeña escala en Vietnam, considerando cruza y aspectos genéticos. En el presente estudio no se consideraron aspectos genéticos, sin embargo, al tener acceso a información a nivel de granja de las UPP pueden registrarse y monitorearse los desempeños de las razas y/o líneas presentes en las UPP de Michoacán. Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones pueden apoyar a los productores en la exploración del manejo estratégico, sin tener que pagar por posibles errores, un prerequisite para utilizar estas herramientas es tener el tiempo necesario para recabar información. En relación con el trabajo realizado por Backus et al. (1995), desarrollaron un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la planeación estratégica de granjas porcinas, basándose en un modelo de simulación estocástica para tomar decisiones de inversión, describiendo una UPP con su presupuesto y un edificio, utilizando 23 variables. Con un horizonte máximo de 20 años, estudiando 6 diferentes estrategias de reemplazo y teniendo como variables de respuesta la tasa de rotación, la tasa de conversión de alimento, el porcentaje de carne, el tamaño de la UPP, gastos familiares y la experiencia, variables que según el autor explicarían el éxito o el fracaso futuro de la UPP.

Se diseñó un modelo de optimización lineal, considerando un horizonte de planeación basado en periodos semanales, el modelo construido por Rodríguez-Sánchez et al. (2012) maximiza la utilidad de la UPP, tomando en cuenta la dinámica de la piara de cerdas, las instalaciones de alojamiento, el manejo reproductivo y las razas o líneas disponibles. A diferencia de este, el presente estudio consideró periodos de 28 días, el modelo de programación maximiza la utilidad de la UPP, la dinámica de la piara de cerdas se representó a través de flujogramas de producción, incluyendo las instalaciones de alojamiento con su respectivo costo de construcción, el modelo de programación lineal se resolvió con Solver de Microsoft Office Excel. En lo que respecta a las razas o líneas disponibles, no se incluyó su efecto, debido a la falta de información de registros productivos y reproductivos. Por otra parte, Seddon et al. (2013) utilizaron la hoja de cálculo para construir un modelo financiero de simulación en el que puede seleccionarse entre ocho diferentes tipos de alojamiento de la cerda y cuatro sistemas de alojamiento en gestación, con variaciones en tipo de piso, sistema de alimentación. El número de cerdas de la UPP y los índices biométricos de productividad se introducen en una celda activa, utilizando los costos de los ingresos, el modelo calcula los costos de producir un cerdo de 8 kg a las 4 semanas de edad en cada sistema de alojamiento seleccionado. Estimaron la sensibilidad, cambiando los índices biométricos de rendimiento de la UPP. En el presente estudio del mismo modo se trabajó en hoja de cálculo, una parte de la herramienta desarrollada es un modelo financiero, se estimó el costo de producción del cerdo a peso de mercado o finalización, en promedio de 100 kg, por ser el peso de venta en las UPP en Michoacán, sin embargo, es posible

estudiar los costos de llevar al cerdo a diferentes pesos de mercado con distintas duraciones, evaluando la rentabilidad de cada escenario con los indicadores financieros; valor presente neto, tasa interna de retorno, punto de equilibrio y margen bruto. Otra de las semejanzas con el presente estudio fue el procedimiento de los análisis de sensibilidad que se efectuaron cambiando los índices biométricos, los precios y el número de cerdas, mientras se observaban los rendimientos de los diferentes escenarios en los indicadores de rentabilidad financiera.

### **3.5. CONCLUSIONES**

La herramienta diseñada en hoja de cálculo permitió analizar el impacto de las variaciones en índices biométricos; longitud de lactancia, número de lechones destetados por cerda y tasa de fertilidad (%) sobre la rentabilidad financiera de cada uno de los escenarios estudiados.

Asimismo, fluctuaciones de los precios del sorgo y el cerdo, dos diferentes tamaños y costos de las instalaciones de la UPP en la rentabilidad financiera de cada escenario; margen bruto, valor presente neto, tasa interna de retorno y punto de equilibrio.

El número de vientres de capacidad instalada de la UPP varía en función del lugar donde se ubique y su objetivo de producción.

El uso de la herramienta diseñada en distintas UPP puede proveer a los productores y diseñadores de política de información cuantitativa de calidad en la

producción de cerdos, considerando diferentes escenarios de rendimiento, tamaño, precios, apoyando la toma de decisiones estratégicas.

El valor presente neto, la tasa interna de retorno y el margen bruto aumentaron principalmente como respuesta a la reducción del precio del alimento, al aumento del número de lechones nacidos vivos y a la reducción de la mortalidad en la maternidad (destete).

### **3.6. REFERENCIAS**

Altuve, J. G. (2004, julio-diciembre 2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Revista Actualidad Contable Faces*, 111.

Backus, G. B. C., Timmer, G. T., Dijkhuizen, A. A., Eidman, V. R., & Vos, F. (1995). A decision support system for strategic planning on pig farms. *Agricultural Economics*, 13(2), 101-108. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150\(95\)01155-2](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150(95)01155-2).

Barrón Aguilar; Juan Francisco, G. M., R., Mora Flores, J.S., López Díaz, S., Pró Martínez A., García Sánchez, R.C. (2000). Competitividad y efectos de política económica en la producción de cerdo en pie de 13 granjas porcícolas en el Estado de Michoacán, 1995. *Agrociencia*, 34(3), 369-377.

Bracke, M. B., Spruijt, B. M., Metz, J. H., & Schouten, W. G. (2002). Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows A: model structure and weighting procedure. *J Anim Sci*, 80(7), 1819-1834.

Chapela Mendoza, G. (1982, julio 1982). La producción porcina en la región de La Piedad. Informe de un trabajo de campo. Planteamiento para una línea de investigación. *Revista de geografía agrícola*, 150.

Cornou, C., Strudsholm, K., & Kristensen, T. (2005). Simulated consequences of different housing and management strategies for growing pigs on productivity and the indoor area required. *Livestock Production Science*, 97(2-3), 283-292. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.02.011>

Dorfman, R., Samuelson, P.A., Solow, M.R. (1986). *Linear Programming and Economic Analysis*. United States of America: Dover Publications Inc.

Erossa Martín, V. E. (1986). *Proyectos de inversión en ingeniería: su metodología* / V.E. Erossa Martín; prol. de Marco Antonio Reyes Sánchez: México : Limusa.

FAO. (2013). *Consumo de carne de cerdo en el mundo* Retrieved 26/01/2013, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

García Martínez, A., Rodríguez Alcaide, J.J., Acero de la Cruz, R. y Martos Peinado, J. (1995). Análisis del punto de equilibrio de las explotaciones de vacuno de aptitud lechera de la campiña cordobesa. *Archivos de Zootecnia*, 44(165), 31-38.

Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Rojo-Rubio, R., García-Salazar, J.A., Guzmán-Soria, Martínez-Tinajero, J.J., Díaz-Carreño, M.A. (2008). Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y ciencia*, 24(2), 117-124.

Hillier S., F., Lieberman J.G. (1989). *Introducción a la Investigación de Operaciones* (Novena ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.

Jalvingh, A. W., Dijkhuizen, A. A., & Arendonk, J. A. M. v. (1992). Dynamic probabilistic modelling of reproduction and replacement management in sow herds. General aspects and model description. *Agricultural Systems*, 39, 133-152.

Koketsu, Y. (2002). Reproductive productivity measurements in Japanese swine breeding herds. *J Vet Med Sci*, 64(3), 195-198.

Kristensen, A. R., & Søllested, T. A. A sow replacement model using Bayesian updating in a three-level hierarchic Markov process. *Livestock Production Science*, 87(1), 25-36. doi: 10.1016/j.livprodsci.2003.07.005

Lee, I. C. (2004). *Swine Production Systems*. 163-169. Retrieved from: <http://www.ag.auburn.edu/~chibale/sw02productionsystems.pdf>

Lemke, U., & Valle Zárate, A. (2008). Dynamics and developmental trends of smallholder pig production systems in North Vietnam. *Agricultural Systems*, 96(1-3), 207-223. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2007.08.003>

Leos-Rodríguez, J. A., Sagarnaga-Villegas, L. M., Salas-González, J. M., Zavala-Pineda, M. J. (2012). Construcción de unidades representativas de producción porcina y análisis de su viabilidad económica en el período 2009-2018. *agro Agrocencia*, 46(7), 731-743.

Lippus, A. C., Jalvingh A.W., Metz, J.H.M., Huirne R.B.M. (1996). A dynamic probabilistic model for planning housing facilities for sows. Paper presented at the Transactions of the ASAE 39.

Magaña Magaña, M. A., Matus Gardea, J.A., García Mata R., Santiago Cruz M.J., Martínez Damián, M.A., Martínez Garza A. (2002). Rentabilidad y efectos de

política económica en la producción de carne de cerdo en Yucatán. *Agrociencia*, 36(6), 737-747.

Mazcorro Velarde, E. (2009). La Organización como Mecanismo para la Continuidad del Crecimiento Porcícola de México. *Artículos y Ensayos de Sociología Rural*, 9-34.

Moral Barrera, L. E. D., Ramírez Gómez, B.P., Muñoz Jumilla, A.R. (2008). Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico*, XXIII(52), 271-290.

Morel, P. C. H., Sirisatien, D., & Wood, G. R. (2012). Effect of pig type, costs and prices, and dietary restraints on dietary nutrient specification for maximum profitability in grower-finisher pig herds: A theoretical approach. *Livestock Science*, 148(3), 255-267. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.06.015>

Navarrete Pérez, J. R. (2012). Panorama Agroalimentario, carne de porcino 2012. Retrieved from: <http://www.tmx0014184870.com/PORCINOTICIAS/Panorama.pdf>

Parisutthikul, S., Faarungsang, S., Duangjinda, M., Thongpan, A. (2010). Algorithms for Calculating the Indices Determining the Production Efficiency of Swine Breeding Herds: Pigs Weaned Per Sow Per Year and Litters Per Sow Per Year. *Natural Sciences*, 44(4), 691-702.

Pérez Espejo, R. (1986). Aspectos económicos de la porcicultura en México: 1960-1985. México, D.F.: Asociación Americana de Soya.

Pinney, W. E., & McWilliams, D. B. (1987). *Management science : an introduction to quantitative analysis for management*. Cambridge: Harper.

Pla, L. M. (2007). Review of mathematical models for sow herd management. *Livestock Science*, 106(2-3), 107-119.

Plà, L. M., Pomar, C., & Pomar, J. (2003). A Markov decision sow model representing the productive lifespan of herd sows. *Agricultural Systems Agricultural Systems*, 76(1), 253-272.

Pomar, C., Harris, D. L., Savoie, P., & Minvielle, F. (1991). Computer simulation model of swine production systems: III. A dynamic herd simulation model including reproduction. *Journal of animal science*, 69(7), 2822-2836.

Rodríguez, S. V., Albornoz, V.M., Pláa, L.M. (2009). A two-stage stochastic programming model for scheduling replacements in sow farms. *TOP*, 17(1), 171-189.

Rodríguez-Sánchez, S. V., Plà-Aragonés, L. M., & Albornoz, V. M. (2012). Modeling tactical planning decisions through a linear optimization model in sow farms. *Livestock Science*, 143(2-3), 162-171. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.006>

Sarmiento Sabogal, J. A. (2003). Metodología para el cálculo de la tasa interna de retorno ponderada de alternativa con flujos no convencionales. Cuadernos de Administración, 16(25), 195-217.

Seddon, Y. M., Cain, P. J., Guy, J. H., & Edwards, S. A. (2013). Development of a spreadsheet based financial model for pig producers considering high welfare farrowing systems. Livestock Science, 157(1), 317-321. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.07.003>

SIAP.

SIAP-SAGARPA. (2011). Producción de carne de cerdo en México 2009. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=371](http://www.siap.gob.mx/?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371).

SIAP-SAGARPA. (2014). Michoacán: producción, precio, valor, animales sacrificados y peso 2012. Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=371](http://www.siap.gob.mx/?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371).

SNIIM. (2012). Precio del Cerdo en pie procedente de Michoacán; Precio del Sorgo (grano). Retrieved from [www.economia-sniim.gob.mx](http://www.economia-sniim.gob.mx).

Taha, H. A. (2012). Investigación de Operaciones (G. López Ballesteros Ed. Novena Edición ed.). México: Pearson Educación Prentice Hall.

Villamar, L. (2009). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2009. México: SAGARPA Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/27/sitpor09a.pdf>.

Zima, P., Brown, L.R. (2005). Matemáticas Financieras (Segunda edición ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Interamericana.

## **CAPÍTULO IV**

---

# **COMPETITIVIDAD PRIVADA, COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO DE UNIDADES REPRESENTATIVAS DE PRODUCCIÓN PORCINA**

---

Publicada en la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias Rev Mex Cienc Pecu 2015;6(2):193-20

#### **IV. COMPETITIVIDAD PRIVADA, COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO DE LAS UNIDADES REPRESENTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN PORCINA EN MICHOACÁN, MÉXICO.**

---

##### **RESUMEN**

Se utilizó la Matriz de Análisis de Políticas (MAP) y el Análisis del Punto de Equilibrio (PE) para determinar la competitividad privada, la estructura de costos y el punto de equilibrio de once unidades de producción porcina (UPP). Considerando precios corrientes de mercado de 2010; las UPP: L340, L234, H726, P55, P250, H52 y H120 fueron rentables y competitivas. Cada \$0.4 y \$0.9 invertidos en factores internos generaron un valor agregado de \$1, cubriendo los costos de los factores internos de producción, generando ganancia que fluctuó entre 1% y 10%. El costo de producción promedio de 1kg de cerdo en pie en las UPP estudiadas durante 2010 fue de \$22.3, constituido por los insumos comerciables, los factores internos y los insumos indirectamente comerciables: 86.5%, 6.8% y 6.7% respectivamente, los rubros más representativos fueron: el alimento (75.9%), las medicinas (8.1%), la mano de obra (5.2%) y los combustibles (1.6%). El costo de producción más alto se encontró en las UPP ubicadas en Huandacareo; (\$22.8) seguidas por las UPP de La Piedad (\$22.3) y Purépero (\$21.9). Las UPP utilizaron entre el 44.1% y 115.4% de sus ingresos para equiparar sus costos y alcanzar su punto de equilibrio. El tamaño no fue una condicionante de la mayor

rentabilidad, la mayor competitividad privada, los menores costos de producción y el punto de equilibrio más bajo en las UPP estudiadas.

**Palabras clave:** Matriz de análisis de políticas, Punto de Equilibrio, Michoacán, Competitividad Privada, costos de producción

## **ABSTRACT**

It was used The Policy Analysis Matrix (PAM) and the Break Even Analysis (PE) to determine private competitiveness, production costs structure and break-even point of eleven pig production units (PPU). Considering current market prices of 2010, the UPP: L340, L234, H726, P55, P250, H52 and H120 were profitable and competitive. Each \$0.4 and \$0.9 spent on internal factors generated an aggregate value of \$1, covering domestic factors of production costs, generating income that ranged between 1% and 10%. Average production cost of 1 kg of live hog on the UPP studied during 2010 was \$22.3; main components were tradable inputs, domestic factors and indirectly tradable inputs: 86.5%, 6.8% and 6.7% respectively, most representative items were food (75.9%), medicines (8.1%), labor (5.2%) and fuel (1.6%). Highest production cost was found in the UPP located in Huandacareo, (\$22.8) followed by La Piedad's UPP (\$22.3) and Purépero's (\$21.9). UPP studied required between 44.1% and 115.4% of their income to equate their costs. Larger scale was not a determinant of higher profitability, greater competitiveness, lower private production costs and smaller break-even point on the UPP studied.

**Keywords:** Policy Analysis Matrix, Break-even point, Michoacán, private competitiveness

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

Se han aplicado políticas neoliberales al sector porcícola: se retiró el subsidio al sorgo, incrementando los costos de producción de la carne de cerdo, no existe crédito para la actividad (Moral *et al.*, 2008), se eliminaron los permisos previos para la importación de productos de cerdo, se redujeron los aranceles y se removieron las cuotas compensatorias (Sagarnaga *et al.*, 2006) resultando en un incremento de las importaciones nacionales de 515.7% durante el lapso transcurrido de 1988 a 2007 (Pérez-Vera, 2010), generando un déficit de 700,000 ton que son importadas de EEUU y Canadá (Vargas-Palma, 2014).

Las encuestas de rentabilidad porcina de FIRA señalaban desde 1998 que 10 UPP en Michoacán mostraron indicadores de los más bajos de dichas encuestas a nivel nacional (Tinoco, 2004), Michoacán es de los estados con mayor contracción de la porcicultura en el periodo transcurrido entre 1990 y 2008 (Bobadilla-Soto *et al.*, 2010).

En 1995 se realizaron diversos estudios sobre la competitividad de las UPP en México, con la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas, mismos que se publicaron en la década del 2000, señalando en general que: la competitividad y rentabilidad privada aumentó con el tamaño de las UPP, además, las 13 UPP estudiadas en aquellos años en Michoacán (Barrón *et al.*, 2000) considerando el

análisis agregado con promedios ponderados, presentaron indicadores de mayor competitividad y rentabilidad privada a los encontrados en UPP de Guanajuato(Sosa, 2000), sin embargo, se encontraron indicadores de mayor competitividad y rentabilidad privada en UPP ubicadas en Puebla(García-Sánchez, 2000), el estado de México(Hernández-Martínez, 2008) y en Yucatán:(Magaña-Magaña, 2002).

En un estudio de UPP productoras de lechón en el Estado de México durante 2010, resultaron con indicadores de competitividad privada positivos. Su estructura de costos estuvo compuesta principalmente por el alimento con 64.97% (Bobadilla-Soto *et al.*, 2013).

El rubro de mayor importancia en la estructura de los costos de las UPP estudiadas en Michoacán durante 1995 fue el alimento, representó el 95.9%(Barrón *et al.*, 2000).

En Yucatán, en 2007 el rubro de mayor importancia en la estructura de costos fue el alimento que representó 72%, con utilidad/ kg producido en pie de \$5.22 (Nava-Navarrete, 2007).

En Guanajuato el alimento representó 71.3% del costo de producción, la utilidad/kg producido en pie fue de \$1.88 (Osorio-Herrera, 2007).

En los estudios de competitividad, rentabilidad privada y estructura de costos de la porcicultura en Michoacán y en el país no se incluyó el estudio del punto de equilibrio, siendo de gran utilidad para observar en que momento de la producción de la UPP equipara los costos y los ingresos, sin tener pérdidas ni utilidades.

No existe información de calidad que apoye la toma de decisiones de los productores, la elaboración de instrumentos de política que consoliden la competitividad de la actividad en la entidad; se carece de reportes de UPP ubicadas en Michoacán que permitan conocer su competitividad privada, su estructura de costos y su punto de equilibrio. En este contexto, se plantearon como objetivos del estudio: Generar información de calidad a nivel de UPP que permitan impulsar la competitividad de la porcicultura en Michoacán empleando la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas, elaborar una herramienta para obtener información de costos, insumos, ingresos y rendimiento biológico a partir de los productores y sus registros productivos y reproductivos, desarrollar un modelo atendiendo a la metodología de la MAP, determinar la competitividad privada y estructura de costos de producción de 11 UPP ubicadas en Michoacán con la metodología de la MAP además de realizar un análisis del punto de equilibrio de cada UPP.

#### **4.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

La Matriz de Análisis de Políticas (MAP). Es el método vigente para dar seguimiento a las políticas agropecuarias en el contexto actual de apertura comercial: producto de dos identidades de contabilidad, una que define la rentabilidad como la diferencia entre ingresos y costos y la otra que mide los efectos de las divergencias (distorsiones de políticas y fallas de mercado) considerando las diferencias entre los parámetros observados y los que permanecerían si se removieran las divergencias: mediante la Matriz de Análisis de Políticas se pueden medir las transferencias ocasionadas por los efectos de

política que actúan sobre el sistema así como la eficiencia económica del mismo. La utilidad se define como la diferencia (total o unitaria) entre los ingresos y los costos de producción. Esta definición genera la primera identidad de la matriz de contabilidad. En la Matriz de Análisis de Políticas, la rentabilidad es medida horizontalmente entre las columnas de la matriz. La utilidad se calcula mediante la sustracción de los costos, dados en las dos columnas del centro, a partir de los ingresos indicados en la columna de la izquierda. Por lo tanto, cada una de las entradas de la columna es un componente de la identidad de rentabilidad ingresos-costos=utilidad. Cada Matriz de Análisis de Políticas contiene dos columnas, una para insumos comerciables y la otra para factores domésticos (Cuadro 4.1).

**CUADRO 4-1 La Matriz de Análisis de Políticas de Monke y Pearson (1989)**

	<b>Ingresos</b>	<b>Insumos Comerciables</b>	<b>Factores Domésticos</b>	<b>Utilidad</b>
<b>Precios Privados</b>	A	B	C	D
<b>Precios Económicos</b>	E	F	G	H
<b>Divergencias</b>	I	J	K	L

#### **4.2.1. Precios Privados.**

En la construcción de la Matriz de Análisis de Políticas se utilizaron precios de insumos y productos del año 2010 tomados de las asociaciones locales de La Piedad, Purépero y Huandacareo y el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) la Secretaría de Economía.

#### **4.2.2. Utilidad Privada (D).**

Se calcula  $A-B-C=D$ , (Tabla 4.1), el termino privado se refiere a que considera los precios corrientes de mercado, pagados y cobrados por los productores en el

sistema, los precios privados incorporan los costos y valores económicos más el efecto de las políticas y las fallas de mercado, la primera fila de la Matriz de Análisis de Políticas considera únicamente precios privados, el estudio de la rentabilidad privada muestra la competitividad del sistema agropecuario dadas las tecnologías utilizadas, valores de productos, costos de insumos y transferencias de política. El costo de capital que se define como el retorno antes de impuestos que los poseedores de capital requieren para mantener su inversión en el sistema está incluido en los costos privados (C), por lo tanto, las utilidades (D) son utilidades en exceso o que superan el retorno normal de capital para los productores.

Si la utilidad es negativa ( $D < 0$ ), los productores están recibiendo una tasa de retorno por debajo de la normal, se esperaría su salida de la actividad a menos que se incremente al menos al nivel normal ( $D = 0$ ). Si la utilidad privada es positiva ( $D > 0$ ) indica que existen retornos por encima de los normales y que llevaría a una expansión del sistema a menos que el área no pueda ser expandida o existan otras actividades más rentables en términos privados (Monke *et al.*, 1989).

#### **4.2.3. La Relación de Costo Privado (RCP).**

Se utiliza para comparar sistemas que generan diferentes productos, es la relación de costos de los factores domésticos (C) al valor agregado en precios privados (A-B);  $RCP = C / (A - B)$ . La RCP es un indicador de competitividad. Si  $0 < RCP \leq 1$ , el sistema es rentable y competitivo (Monke *et al.*, 1989).

#### **4.2.4. La Relación de Rentabilidad Privada (RRP).**

Es el cociente de las ganancias privadas (D) entre el costo privado de producción (B+C) (Monke *et al.*, 1989).

#### **4.2.5. Valor agregado en Precios Privados (VA).**

Es la contribución de la actividad al ingreso del sector agropecuario o bien el monto del ingreso total de la UPP utilizado en pagar: mano de obra, créditos, agua, electricidad y administración. Es el pago o remuneración de los factores internos de producción, refleja el efecto de la producción hacia el interior del sector, se calcula  $A-B= (\$VA)$ ,  $(VA\%)=(A-B)/A$  (Monke *et al.*, 1989).

#### **4.2.6. El Análisis del Punto de Equilibrio (PE).**

Es el punto de actividad que existe cuando los costos y los ingresos se equiparan, en este punto la empresa no experimenta pérdidas ni tampoco utilidades, punto de equilibrio en ventas (PE)  $\$ = \text{costos fijos} * 1 / (1 - \text{costos variables} / \text{ventas totales})$ , punto de equilibrio en porcentaje

$(PE) \% = \text{costos fijos} / \text{ventas totales} - \text{costos variables} * 100$ , punto de equilibrio en unidades producidas (PE)  $U = \text{costos fijos} * \text{unidades producidas} / \text{ventas totales} - \text{costos variables}$  (Mbaso *et al.*, 2013; Phiri, 2012).

#### **4.2.7. UPP Consideradas en el estudio.**

Se estudiaron 11 UPP ubicadas en los tres municipios de mayor producción de carne de cerdo; La Piedad, Huandacareo y Purépero, municipios que en conjunto produjeron el 41% de la carne de cerdo en Michoacán (SIAP, 2012), se presentan

en la Tabla 4.2. Los criterios de inclusión de las UPP en el estudio fueron: 1. La disposición del tomador de decisiones a participar en el estudio, 2. Ser una UPP productora de cerdo en pie con el mayor tiempo en funcionamiento y 3. Que se dedicaran a la actividad tiempo completo, se revisaron registros productivos y reproductivos de las UPP, además de realizar un cuestionario a los tomadores de decisiones de las mismas obteniendo información de insumos y productos utilizados durante 2010.

### **4.3. RESULTADOS**

#### **4.3.1. Competitividad Privada.**

De las once UPP estudiadas, (H52, H120, H726, L234, L340, P55 y P250) resultaron ser rentables y competitivas considerando precios privados de 2010 (Cuadros 4.2, 4.3 y 4.4).

#### **CUADRO 0-2 Ubicación, capacidad instalada y nombre de las UPP estudiadas**

<b>UPP</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Escala (Hembras)</b>	<b>Nombre</b>
1	Huandacareo	726	H726
2	Huandacareo	120	H120
3	Huandacareo	52	H52
4	Huandacareo	179	H179
5	La Piedad	150	L150
6	La Piedad	234	L234
7	La Piedad	250	L250
8	La Piedad	340	L340
9	Purépero	55	P55
10	Purépero	160	P160
11	Purépero	250	P250

#### **CUADRO 0-3 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en Huandacareo, Michoacán**

<b>UPP</b>	<b>H726</b>	<b>H120</b>	<b>H52</b>	<b>H179</b>
<b>Utilidad (\$)</b>	1,547,379	42,514	35,712	-150,916

<b>Valor agregado (\$)</b>	816,980	366,775	175,811	-640,547
<b>RRP (%)</b>	6	1	2	-3
<b>RCP</b>	0.5	0.9	0.8	3.2
<b>PE (%)</b>	77.6	109.8	115.4	-245
<b>PE (U)</b>	10,068	2,154	2,073	-10,797
<b>PE (\$)</b>	21,748,930	4,653,861	960.3	-4,595,299

**CUADRO 0-4 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en La Piedad, Michoacán**

<b>UPP</b>	<b>L150</b>	<b>L234</b>	<b>L250</b>	<b>L340</b>
<b>Utilidad (\$)</b>	-943,891	596,394	-409,593	1,941,382
<b>Valor agregado (\$)</b>	-472,760	1,108,400	-539,506	1,801,560
<b>RRP (%)</b>	-16	8	-4	12
<b>RCP</b>	-1	0.49	1.76	0.3
<b>PE (%)</b>	556.9	60.5	173.4	28.3
<b>PE (U)</b>	13,699	2,035	8,672	1,399
<b>PE (\$)</b>	29,595,428	4,395,953	18,732,689	73,022,352

La UPP más rentable y competitiva del estudio fue L340, sin ser la de mayor escala sustenta su competitividad con el costo de producción de \$19.7 y el punto de equilibrio más bajo 28.3%. Esto permitió que obtuviera una utilidad/kg de cerdo vendido de \$4.9, mismo se reflejó en su RCP de 0.3 y su RRP de 12%, también fue la unidad que en mayor medida remuneró a los factores de producción: electricidad, mano de obra y administración \$1,801,56 (Cuadro 4.4).

**4.3.2. Estructura de costos.**

El costo de producción promedio general en las UPP estudiadas durante el año 2010 fue de \$22.3 del cual \$19.3, el 86.5% fueron insumos comerciables, de este rubro \$17, el 72.3% lo representó la alimentación, \$1.8, el 8.1% lo representaron los medicamentos, los combustibles representaron \$0.4, el 1.6%, los factores internos representaron \$1.5, el 6.8% y los insumos indirectamente comerciables

\$1.5, el 6.7%. El costo de producción más alto se encontró en las UPP de Huandacareo (\$22.8) seguidas por las UPP de La Piedad (\$22.3) y Purépero (\$21.9). Individualmente en orden del mayor al menor costo de producción; L150 (\$26.4), H179 (\$25.9), P160 (\$23.1), L250 (\$22.8), H52 (\$22.2), H120 (\$22), P55 (\$21.4), P250 (\$21.3), H726 (\$21.1), L234 (\$20.4) y L340 (\$19.7). (Tablas 4.5, 4.6 y 4.7).

**CUADRO 0-5 Indicadores de competitividad privada y punto de equilibrio de las UPP estudiadas en Purépero, Michoacán**

<b>UPP</b>	<b>P55</b>	<b>P160</b>	<b>P250</b>
<b>Utilidad (\$)</b>	-78,303	88,493	381,244
<b>Valor agregado (\$)</b>	-262,383	-2,472,928	550,942
<b>RRP (%)</b>	5	-2	3
<b>RCP</b>	0.7	1.67	0.31
<b>PE (%)</b>	94.1	188.2	86.7
<b>PE (U)</b>	732.8	3,285	3,375
<b>PE (\$)</b>	1,538,747	7,110,313	7,303,653

**CUADRO 0-6 CANTIDADES PROMEDIO DE INSUMOS COMERCIALES, FACTORES INTERNOS E INSUMOS INDIRECTAMENTE COMERCIALES UTILIZADAS EN LAS UPP DE HUANDACAREO, MICHOACÁN ESTUDIADAS DURANTE EL 2010**

Tecnología Utilizada	UPP				Porcentaje (%)
	H726	H120	H52	H179	
<b>INSUMOS COMERCIALES</b>	18.5	18.8	18.8	19.3	87
Alimento (\$)	15.3	15.5	15.6	18.7	71.5
Medicina (\$)	2.6	2.6	2.4	3.4	12
Desinfectantes (\$)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
Materiales diversos (\$)	0	0	0	0.7	0.1
Combustibles (\$)	0.4	0.6	0.7	0.4	3
<b>FACTORES INTERNOS</b>	1	1.7	2	1.6	6.4
Mano de Obra	0.8	1.4	1.7	1.2	5.3
Créditos	0	0	0	0	0
Electricidad	0.2	0.1	0.1	0.3	0.6
Agua	0	0.1	0.1	0	0.3
Teléfono	0	0.1	0.1	0.1	0.2

Internet	0	0	0	0	0.2
Otros	0	0	0	0	0
<b>INDIRECTAMENTE COMERCIABLES</b>	1.7	2	1.4	1.6	6.8
Pie de cría	0.1	0.5	0	0.2	0.2
Vehículos	0	0	0	0	0
Instalaciones	0.6	0.5	0.4	0.4	2.4
Gastos diversos	1	1	1	1	4.2
Costo de Producción de 1 kg de cerdo	21.1	22	22.2	25.9	

**CUADRO 0-7 Cantidades promedio de insumos comerciables, factores internos e insumos indirectamente comerciables utilizados en las UPP de La Piedad, Michoacán, estudiadas durante el 2010**

Tecnología Utilizada	UPP				Porcentaje (%)
	L150	L250	L234	L340	
<b>INSUMOS COMERCIABLES (\$)</b>	22.7	19.7	17.6	15.4	86.6
Alimento (\$)	21.1	18.6	16.6	14.2	79

Medicina (\$)	1.2	1	0.9	1.1	4.7
Desinfectantes (\$)	0.1	0	0	0	0.2
Materiales diversos (\$)	0	0	0	0	0.1
Combustibles (\$)	0.3	0.1	0.1	0.1	0.6
<b>FACTORES INTERNOS</b>	2.1	1.9	1.5	1.2	7
Mano de Obra	1.3	1.2	1.2	0.9	5
Créditos	0	0	0	0	0
Electricidad	0.8	0.7	0.3	0.3	2
Agua	0	0	0	0	0
Teléfono	0	0	0	0	0
Internet	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0
<b>INDIRECTAMENTE COMERCIABLES</b>	1.6	1.2	1.3	1.5	6
Pie de cría	0.5	0.2	0.3	0.8	2
Vehículos	0	0	0	0	0
Instalaciones	0	0	0	0	0

Gastos diversos	1.1	1	1	0.7	4
Costo de Producción de 1 kg de cerdo	26.4	22.8	20.4	19.7	

**CUADRO 0-8 Cantidades promedio de insumos comerciables, factores internos e insumos indirectamente comerciables utilizados en las UPP de Purépero, Michoacán estudiadas durante 2010**

Tecnología Utilizada	UPP			Porcentaje (%)
	P55	P160	P250	
<b>INSUMOS COMERCIALES (\$)</b>	17.3	20.1	19.6	86.6
Alimento (\$)	14.3	18.1	18.5	77.3
Medicina (\$)	2.3	1.7	1	7.6
Desinfectantes (\$)	0.1	0.1	0	0.4
Materiales diversos (\$)	0	0	0	0
Combustibles (\$)	0.5	0.2	0.1	1.3
<b>FACTORES INTERNOS</b>	2.4	1.3	0.4	6.2
Mano de Obra	2	1.1	0.4	5

Créditos	0	0	0	0
Electricidad	0.4	0.1	0	0.7
Agua	0	0	0	0.1
Teléfono	0	0	0	0.4
Internet	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0
<b>INDIRECTAMENTE COMERCIABLES</b>	1.7	1.8	1.3	7.2
Pie de cría	0	0	0	0
Vehículos	0	0	0	0
Instalaciones	0.9	0.7	0.3	2.5
Gastos diversos	0.8	1.1	1	4.7
Costo de Producción de 1 kg de cerdo	21.4	23.1	21.3	

La utilidad por kg producido durante el año 2010 fue en promedio de \$0.5; en las UPP de Huandacareo fue de -\$0.3, en La Piedad de \$1.4 y en Purépero de \$0.5. (Tabla 4.6, 4.7 y 4.8)

#### **4.3.3. Punto de Equilibrio.**

Las UPP estudiadas utilizaron entre el 28.3% y el 556.9% de sus ingresos para equiparar sus costos, en orden de menor a mayor punto de equilibrio las UPP: L340, L234, H726, P250, P55, H120, H52, L250, P160, H179 y L150. Encontrándose que el tamaño de las UPP que tuvieron un punto de equilibrio más manejable, que requirieron de menores ingresos para cubrir sus costos, se encontró entre 234 y 340 vientres, según su tamaño, clasificadas como pequeñas y semitecnificadas (Tablas 4.6, 4.7 y 4.8).

#### **4.4. DISCUSIÓN**

Considerando el análisis agregado utilizando promedios ponderados las UPP estudiadas durante 2010 mostraron indicadores de mayor competitividad privada a los encontrados por Barrón *et al* (2000) en Michoacán en 1995, Sosa *et al* (2000) en Guanajuato en 1995, García Sánchez (2000) en Puebla en 1995 y menores a los encontrados en el estado de México (Hernández-Martínez *et al.*, 2008), Yucatán (Magaña-Magaña, 2002), y las UPP productoras de lechón estudiadas por Bobadilla-Soto *et al* (2010).

Al comparar los indicadores de las UPP estudiadas en 2010 con las analizadas inicialmente por Barrón *et al* (2000) se aprecia que el segmento de las UPP pequeñas (100-300) es más numeroso en el presente estudio, su rentabilidad y

competitividad son más altas acercándose al segmento de medianas (301-600) del estudio que se llevó a cabo en Michoacán en 1995, en 2010 se encontraron UPP representantes del segmento medianas y grandes (601-1000) que fueron más rentables y más competitivas a las estudiadas anteriormente.

Son múltiples las variables que afectaron la competitividad privada de las UPP en Michoacán, se observó que la estructura de costos es distinta en relación al estudio anterior realizado en Michoacán; siendo mayores 6.4% los insumos comerciables: erogaron una mayor cantidad de recursos en la compra de medicinas, vacunas, combustibles, desinfectantes y materiales diversos, también fueron mayores 1.76% los factores internos: la mano de obra, los créditos, la energía eléctrica, los gastos de administración y gastos diversos, los insumos indirectamente comerciables: recursos utilizados en pie de cría, vehículos, equipamiento e instalaciones fueron menores 47.31%, el rubro del alimento fue 23% menor. Las UPP estudiadas en 2010 mostraron una mayor competitividad a las estudiadas anteriormente en Michoacán (Barrón *et al.*, 2000).

En relación con las UPP productoras de lechón estudiadas el mismo año que el presente estudio (Bobadilla-Soto *et al.*, 2013), las UPP presentaron insumos comerciables 15% más altos, factores internos 20% más bajos, insumos indirectamente comerciables 5% más altos y el alimento 7.3% más bajo.

La utilidad/kg producido en las UPP de Yucatán y Guanajuato en 2007 fue 10.77 y 3.76 veces mayor al encontrado en las UPP estudiadas en Michoacán durante 2010. Esto se debió a las diferencias en los costos de producción, En cuanto a la

porcicultura en Guanajuato, cuenta con la ventaja de ser el tercer productor de sorgo a nivel nacional, de esta producción, la tercera parte se destina a la porcicultura, Por otra parte, Yucatán cuenta con ventajas de gran demanda en el mercado interno, además, atiende a un nicho de mercado de exportación muy rentable que le permite ofrecer precios/kg mayores al promedio nacional (Mazcorro *et al.*, 2009).

#### **4.5. CONCLUSIONES**

El tamaño no fue una condición para el funcionamiento eficiente de una UPP en Michoacán durante 2010, frente a escenarios adversos, podrían ser las UPP como L340 y L234 las que mayor capacidad tengan para adaptarse a los movimientos del mercado debido a su punto de equilibrio y costos de producción más bajos.

El punto de equilibrio mostró ser más riguroso como indicador que los indicadores de la MAP, algunas UPP como H120 y H52, fueron rentables y competitivas considerando la RRP y la RCP, tuvieron un PE que excedía en 100% de sus ingresos, esto se debe a que el cálculo del punto de equilibrio se realiza por producto, en el mismo, solo se toma en cuenta a los cerdos producidos de peso de mercado y no a los cerdos de desecho, que también se consideran en la MAP, el análisis del punto de equilibrio robusteció el panorama de la MAP, mostrando la cantidad precisa de cerdos de peso de mercado, porcentaje y ventas que requiere producir cada UPP para equiparar sus costos sin pérdidas ni utilidades.

#### **4.6. REFERENCIAS**

- Barrón-Aguilar JF, García-Mata R, Mora-Flores JS, López-Díaz S, Pró-Martínez A, García-Sánchez RC (2000) Competitividad y efectos de política económica en la producción de cerdo en pie de 13 granjas porcícolas en el estado de Michoacán, 1995. *Agrociencia*; 34: 369-377.
- Bobadilla-Soto E, Espinoza A, Martínez F. (2010) Dinámica de la Producción Porcina en México de 1980 a 2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2010; 1:251-268.
- Bobadilla-Soto EE, Espinoza-Ortega A, Martínez-Castañeda FE. (2013) Competitividad y rentabilidad en granjas porcinas productoras de lechón. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*; 4(1) 87-92.
- García-Sánchez RB, Matus-Gardea JA, García-Mata R, Omaña-Silvestre M, García-Delgado G. (2000) Competitividad de nueve granjas porcícolas en Tehuacán, Puebla, en 1995. *Agrociencia*; 34:99-106.
- Hernández-Martínez J, Rebollar-Rebollar S, Rojo-Rubio R, García-Salazar JA, Guzmán-Soria E, Martínez-Tinajero JJ, Díaz-Carreño, MA. (2008) Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia*; 24(2):117-124.
- Magaña-Magaña MA, Matus-Gardea JA, García-Mata R, Santiago-Cruz MJ, Martínez-Damián MA, Martínez-Garza A. (2002) Rentabilidad y efectos de política económica en la producción de carne de cerdo en Yucatán. *Agrociencia*; 36: 737-747.
- Mazcorro-Velarde E, Trueta-Santiago R. (2009) La organización como mecanismo para la continuidad del crecimiento porcícola en México. Estudio de caso: Yucatán y Guanajuato. *Artículos y Ensayos de Sociología Rural*; 7 pp9-34.
- Mbaso M, Kamwana B. (2013) Comparative analysis of profitability among feeder-pig, pig-finishing, and farrow-to-finish production systems under the Smallholder Improvement Management System in Ntcheu District of Central Malawi. *Livestock Research for Rural Development*; 25 (10).
- Monke E, Pearson S. (1989) *The Policy Analysis Matrix for agricultural Development*. Cornell University Press. Ithaca and London; 220 p.
- Moral-Barrera LED, Ramírez-Gómez BP, Muñoz-Jumilla AR. (2008) Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico*; XXIII271-290.
- Nava-Navarrete JJ. (2007) *Porcicultura de ciclo completo del estado de Yucatán*. Tesis de Maestría. FMVZ-UNAM, México, D.F.

Osorio Herrera ME. (2007) Impacto del TLCAN en empresas porcícolas de ciclo completo en el estado de Guanajuato. Tesis de Maestría FMVZ-UNAM. México, D.F.

Pérez-Vera FC, García-Mata R., Martínez DMA, Mora FJS, Vaquera HH, González EA. (2010) Efecto de las importaciones de carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias; 1(2): 115-126.

Phiri RE. (2013) Determination of piggery business profitability in Balaka District in Malawi. Livestock Research for Rural Development. 2012; 24, Article #147. Retrieved December 11, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/phir24147.htm>

Sagarnaga-Villegas LM. (2006) Panorama económico de granjas porcinas representativas del estado de Guanajuato 2002-2009. 1era edición en español. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Plaza y Valdés Editores, México; 19-21, 34-35, 61-62, 99, 108.

SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2012) Estadística Agropecuaria. Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos [en línea]. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369). Consultado el 5 de marzo de 2013.

Sosa MM, García MR, Omaña SJM, López LE. (2000) Rentabilidad de doce granjas porcícolas en la región noroeste de Guanajuato en 1995. Agrociencia; (34): 107-113.

Tinoco-Jaramillo JL (2004) La Porcicultura Mexicana y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Universidad Nacional Autónoma de México; 199-200.

Vargas-Palma (2014) Oportunidades y Retos en la Porcicultura Mexicana. El Economista. 2014. Disponible: <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2014/04/23/oportunidades-retos-porcicultura-mexicana-ii>Accesado: 23 de abril de 2014.

## **CAPÍTULO V**

---

# **EFECTO DE LOS PRECIOS DEL SORGO Y EL CERDO EN PIE DE 1997 A 2012 EN LA RENTABILIDAD Y COMPETITIVIDAD PRIVADA DE ONCE UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA EN MICHOACÁN, MÉXICO**

---

## **V. EFECTO DE LAS VARIACIONES EN LOS PRECIOS DEL SORGO Y EL CERDO EN PIE SOBRE LA COMPETITIVIDAD PRIVADA DE ONCE UNIDADES DE PRODUCCIÓN PORCINA EN MICHOACÁN, MÉXICO**

---

### **RESUMEN**

El objetivo principal fue estudiar los precios del cerdo en pie y del sorgo de 1997 a 2012 y su efecto en la rentabilidad y competitividad privada de once Unidades de Producción Porcina (UPP) de Michoacán, México empleando un modelo regional optimizado y la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas (MAP), se consideró: la utilidad (D), el punto de equilibrio (PE), la relación de costo privado (RCP) y la relación de rentabilidad privada (RRP). Recabando los precios mensuales del sorgo y el cerdo en pie, se deflactaron con el Índice Nacional de Precios al consumidor, la variabilidad en el precio nominal del sorgo explicó en un setenta y tres por ciento ( $r^2=0.73$ ) la variabilidad en el precio nominal del cerdo en pie de acuerdo al modelo de regresión no lineal. Se realizó un análisis de sensibilidad incluyendo variaciones mínimas, medias y máximas anuales. Las variaciones en los precios nominales ocasionaron pérdidas medias de \$9,050/ventre en la parte baja del ciclo, relación 5:1 (2011) y ganancias medias de \$5,421/ventre en las crestas o picos del ciclo, 11:1 (2000), a partir de la relación de precios cerdo: sorgo 9:1 que se presentó en 1998 y 2010, las explotaciones porcinas tuvieron ganancias medias de \$1,366/ventre. La tasa media de crecimiento anual (TMCA) calculada con el modelo exponencial para los precios nominales del

sorgo y el cerdo en pie fueron de 8% y 5% respectivamente. El precio real del cerdo en pie exhibió una tendencia a la baja.

**Palabras clave:** modelo regional optimizado, precio sorgo, precio cerdo en pie, rentabilidad privada.

## **ABSTRACT**

Main objective was to study the sorghum and hog prices from 1997 to 2012 and its effect on private profitability and competitiveness of eleven pig production units (PPU) in Michoacán, Mexico using an optimized regional model and the policy analysis matrix methodology, it was considered: utility (D), the break-even point (PE), the private cost ratio (RCP) and the private profitability ratio (RRP). Collecting sorghum and hog monthly prices, was deflated with the national index of prices to the consumer, variability in the nominal price of sorghum explained by seventy-three per cent ( $r^2 = 0.73$ ) variability in the nominal price of hog price according to the non-linear regression model. A sensitivity analysis was performed including minimum, average and maximum annual variations in nominal prices which caused losses of \$ 9,050/sow in the bottom of the cycle, ratio 5:1 (2011) and average earnings of \$5,421/sow in the cycle peaks or crests 11:1 (2000), from the relationship 9:1 of hog: sorghum prices which was presented in 1998 and 2010, pig farms had an average utility of \$1,366/sow. The average rate of annual growth (tmca) calculated with the exponential model for nominal prices of sorghum and hog were of 8% y 5% respectively. Hog price showed a real tendency to decrease.

**Keywords:** regional optimized model, sorghum Price, live hog Price, private profitability.

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

Las fluctuaciones cíclicas del precio del cerdo han sido estudiadas en EEUU por Lee *et al.*, (2008) y Dorfman, (2009); en el mercado español por Rouco *et al.*, (1992), entre otros, en México; Martínez *et al.*, (2011) examinaron el periodo transcurrido entre 1987-2002 estableciendo que el ciclo completo de la producción fue de 49 meses con un ciclo medio de 24.5 meses, las magnitudes medias que encontraron fueron de 12% y -15% con valores máximos y mínimos de 33% y -30%, indicando fuertes desbalances económicos, en periodos de 49 meses el precio osciló 60%. Sagarnaga *et al.*, (2006) determinaron que durante 1995-2004 transcurrieron dos ciclos; el precio nominal del cerdo en pie llegó a su máximo nivel en 1997 y al mínimo en 1998, en el segundo ciclo, llegó al máximo nivel en 2001 y al mínimo en 2003, la depresión próxima se esperaba en 2006 (Sagarnaga *et al.*, 2006). La disminución de rentabilidad de la porcicultura en México se debe a varios factores entre los principales se encuentran los precios internos; el precio del cerdo en pie que en términos reales ha presentado fluctuaciones cíclicas con una tendencia real a la baja (Fira, 1995). Sagarnaga *et al.*, (1995) concluyen que los precios internos han contribuido a la pérdida del poder adquisitivo de los ingresos generados en la venta del cerdo en pie, además, el precio de los insumos se incrementó en mayor medida que el del cerdo (Sagarnaga *et al.*, 1995).

En diversos estudios se ha establecido que el rubro de mayor representatividad en la estructura de costos de un sistema de producción porcina es la alimentación (Hernández *et al.*, 2008; Sagarpa, 2009). De acuerdo con Tinoco (2004) y Sagarnaga *et al.*, (2006) La dieta de los cerdos en México está compuesta hasta en un ochenta por ciento de sorgo. La relación entre el precio del sorgo y el precio del cerdo en pie en Michoacán, México puede ser similar a la que transcurre entre el precio del cerdo y el maíz en Estados Unidos de América, llamada “la regla de hierro” o “diez a uno” (Shannon, 1945), estudios posteriores sugieren que dicha relación es ligeramente mayor, alrededor de “once a uno” (Craig *et al.*, 2008), además, Holt y Lee (2006) encontraron evidencia de que la relación de precios entre el cerdo y el maíz en el periodo entre 1910-2004 podía ser descrita con un modelo no lineal.

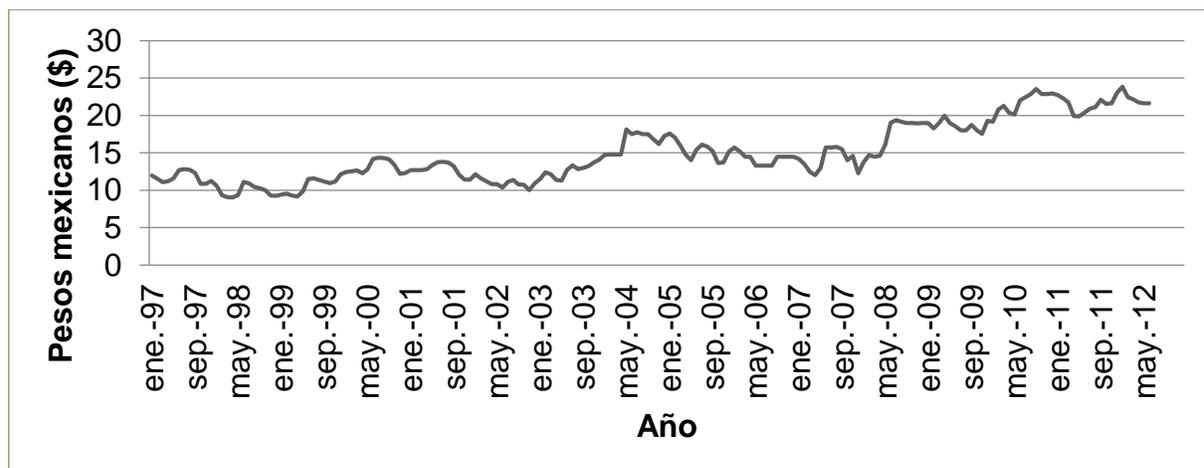
Mientras que, Mathew *et al* (2006) aseveraron que “Un cerdo no es más que 15 o 20 bushel de maíz” un bushel de maíz puede ser convertido en 10 libras netas de cerdo, equivalente a 25.4 kg, un cerdo no es más que 305-508 kg de maíz (Mathew *et al.*, 2006). Por otra parte, la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas se ha utilizado para determinar la rentabilidad y competitividad privada de varias actividades en México; Zetina *et al.*, (2006) utilizaron la primera parte del esquema de la MAP conjuntamente con el punto de equilibrio para analizar seis agro ecosistemas con un componente acuícola en diversos municipios del estado de Veracruz, concluyendo que la utilidad aumentó conforme la tipología del productor fue más alta de acuerdo a la

clasificación: Inicial, Artesanal, Intermedio y Empresarial. En el Estado de México se utilizó la primera parte de la metodología MAP para determinar la RCP que se situó entre 0.50 y 0.79 sugiriendo una alta competitividad, en 2009 concluyeron que la producción de bovinos en corral permitió pagar el valor de mercado de los factores internos, incluyendo la tasa de retorno normal del capital, quedando un margen de ganancia positivo, la actividad fue rentable (Rebollar-Rebollar *et al.*, 2011). También en el estado de México se determinó la rentabilidad y competitividad privada de la producción de lechón, siendo (D) positiva por estratos de acuerdo al número de cerdas reproductoras: 1) de 5 a 10 cerdas: \$36, 2) de 11 a 49 cerdas: \$157, 3) de 50 a 100: \$169/lechón. La RRP fue de: 6, 35 y 39% respectivamente.

## **6.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

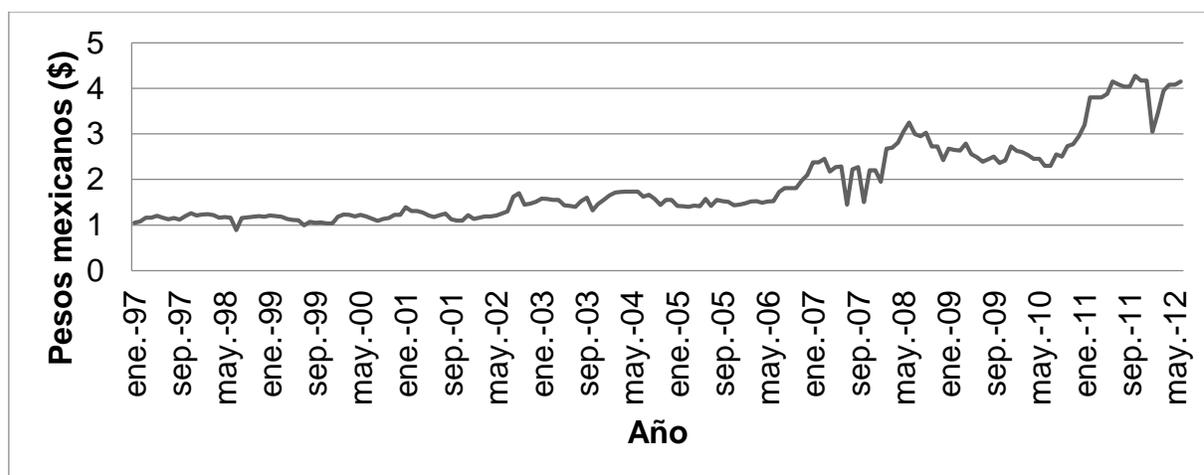
La información de los precios mensuales tanto del cerdo en pie (Figura 5.1), como del sorgo (grano) (Figura 5.2) fue obtenida a partir de la Secretaría de Economía (SNIIM, 2012) y las Asociaciones Locales de Porcicultores, este precio se deflactó con el Índice Nacional de Precios al consumidor (INEGI, 2012) con la finalidad de eliminar el efecto de la inflación.

**Gráfica VI-1 Series históricas de tiempo del precio del cerdo en pie 1997-2012**



**Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM y las asociaciones locales de poricultores.**

**Gráfica VI-2 Series histórica de tiempo del precio del sorgo 1997-2012**



**Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM y las asociaciones locales de poricultores.**

Se utilizó el software estadístico XLSTAT versión 2014 para calcular la media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo, realizar pruebas de normalidad a los datos de la serie de tiempo, Se determinaron las variaciones mínimas medias y máximas de los precios del sorgo y del cerdo en pie en el periodo comprendido entre 1997 y 2012. con la finalidad de estudiar la relación entre las variables, se

llevó a cabo una regresión utilizando los precios del cerdo como variable dependiente y los precios del sorgo grano como variable explicativa para determinar que tanto explica una variación en el precio del sorgo (grano) a una variación en el precio del cerdo en pie. Se calculó la tasa media de crecimiento anual de las variables: precio del cerdo en pie y precio del sorgo mediante el método exponencial, mismo que consiste en:  $Y_t = \alpha \cdot e^{\beta x}$  aplicamos logaritmos naturales  $\ln Y_t = \ln \alpha + \beta \cdot x$ , la tasa de crecimiento anual está representada en este caso por el valor estimado de la pendiente:  $r = \beta$  (Gujarati, 2004). Se utilizó información de once explotaciones porcinas ubicadas en Huandacareo, Michoacán (4), La Piedad, Michoacán (4) y Purépero, Michoacán (3) (Cuadro 5.1)

#### **CUADRO VI-1 Explotaciones porcinas consideradas en el estudio**

<b>Ubicación</b>	<b>Capacidad (hembras)</b>	<b>Nombre</b>
Huandacareo, Michoacán	726	H726
Huandacareo, Michoacán	179	H179
Huandacareo, Michoacán	120	H120
Huandacareo, Michoacán	52	H52
La Piedad, Michoacán	340	L340
La Piedad, Michoacán	250	L250
La Piedad, Michoacán	234	L234
La Piedad, Michoacán	150	L150
Purépero, Michoacán	250	P250
Purépero, Michoacán	160	P160
Purépero, Michoacán	55	P55

**Fuente:** Elaboración propia con información de los productores.

Se utilizó la primera parte del esquema de la Metodología de la Matriz de Análisis de Políticas para determinar los indicadores de rentabilidad y competitividad privada (Cuadros 5.2 y 5.3).

## CUADRO VI-2 La Matriz de Análisis de Políticas de Monke y Pearson (1989)

	Ingresos	Insumos Comerciables	Factores Domésticos	Utilidad
Precios Privados	A	B	C	D
Precios Económicos	E	F	G	H
Divergencias	I	J	K	L

Fuente: Monke y Pearson 1989.

## CUADRO VI-3 Indicadores de rentabilidad y competitividad privada

Indicador	Ecuación
(D) Utilidad	A-B-C
(RRP) Relación de Rentabilidad Privada	D/(B+C)
(RCP) Relación de Costo Privado	C/(A-B)

Fuente: Monke y Pearson 1989.

También se consideró el punto de equilibrio que se calculó con la siguiente fórmula:

Punto de equilibrio expresado en Porcentaje (%) =  $\frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Ventas Totales} - \text{Costos Variables}}$  (Erossa, 1986).

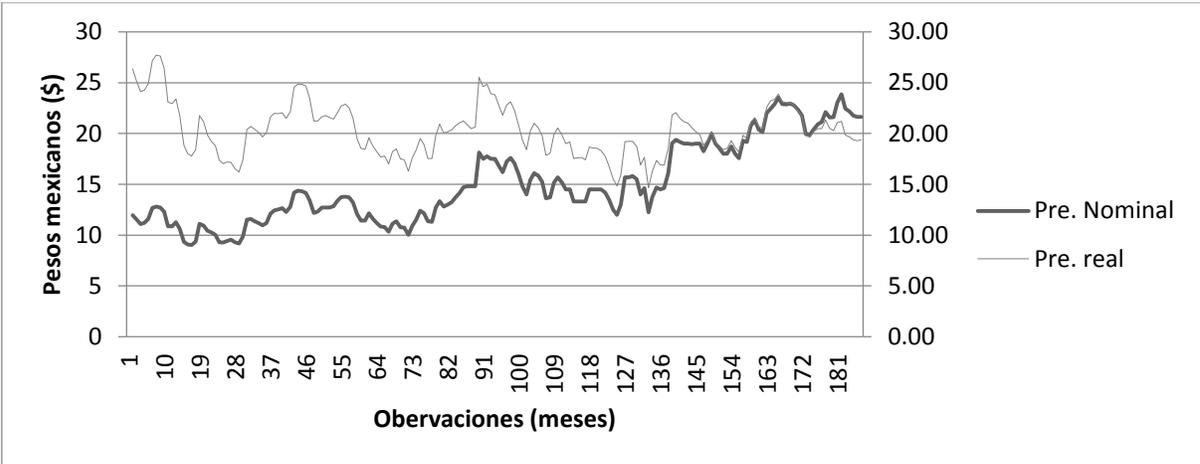
### 6.3. RESULTADOS

#### 6.3.1. Precios del cerdo en pie

Los precios nominales mensuales del cerdo en pie originario de Michoacán a partir de enero de 1997 a junio de 2012 n=186, no siguieron una distribución normal durante el periodo de estudio ( $p < 0.01$ ), el mínimo presentado fue \$9.03 y el máximo \$23.85, rango = \$14.82;  $x \pm s = \$14.98 \pm \$3.94$ ;  $M_e = \$14.05$ ; CV= 26.3%, Mostrando una variación de 98.9% y 105.5% entre el mínimo y máximo, al considerar la media o la mediana respectivamente.

Los precios nominales mensuales del cerdo en pie fueron deflactados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor con la finalidad de eliminar el efecto de la inflación, el comportamiento de los precios reales es cíclico con tendencia a la baja (Gráfica 5.3).

**Gráfica VI-3 Precios nominales y reales del cerdo en pie en Michoacán, México**



**Fuente: Elaboración propia con información del SNIIM SE, deflactados con el Índice Nacional de Precios al consumidor INEGI (2012).**

Se determinaron las tasas medias de crecimiento anual tanto para los precios nominales (5%) como para los precios reales (-0.5%) del cerdo en pie, utilizando el método exponencial.

**6.3.2. Variación anual del precio del cerdo en pie**

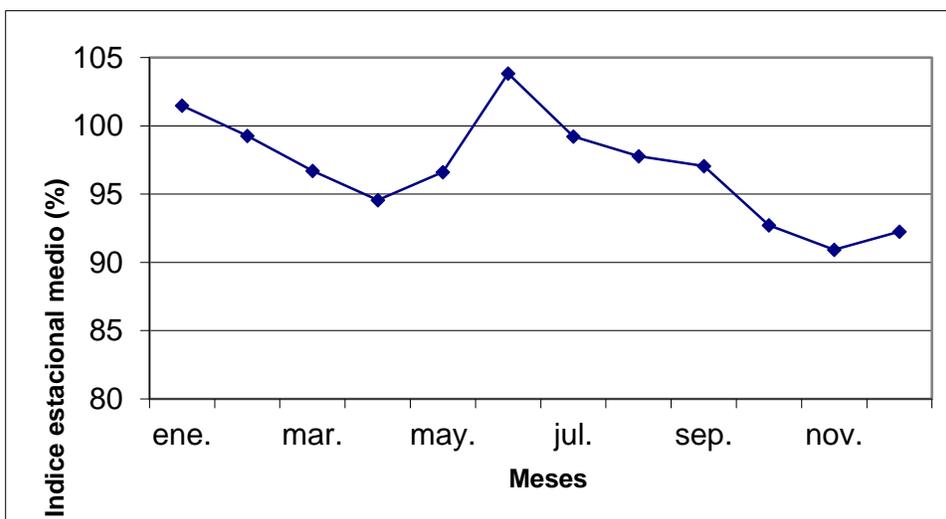
El precio nominal medio del cerdo en pie en el periodo de estudio mostró una variación anual negativa de -33.02%, que se presentó en 2005 en relación al precio de 2004, y positiva máxima de 23.14%, que se registró en 2003 en relación al presentado en 2002; rango =56.16;  $x \pm s = 0.35 \pm 17.59$ ;  $M_e = 6.19\%$ ; en el 25% de las observaciones se presentaron valores más bajos a -12.33% y en el 75%

mayores a este porcentaje, 75% de las observaciones registraron valores por debajo de 13.43% y 25% mayores. (Figura 5.3).

### 6.3.3. Variación mensual del precio del cerdo en pie

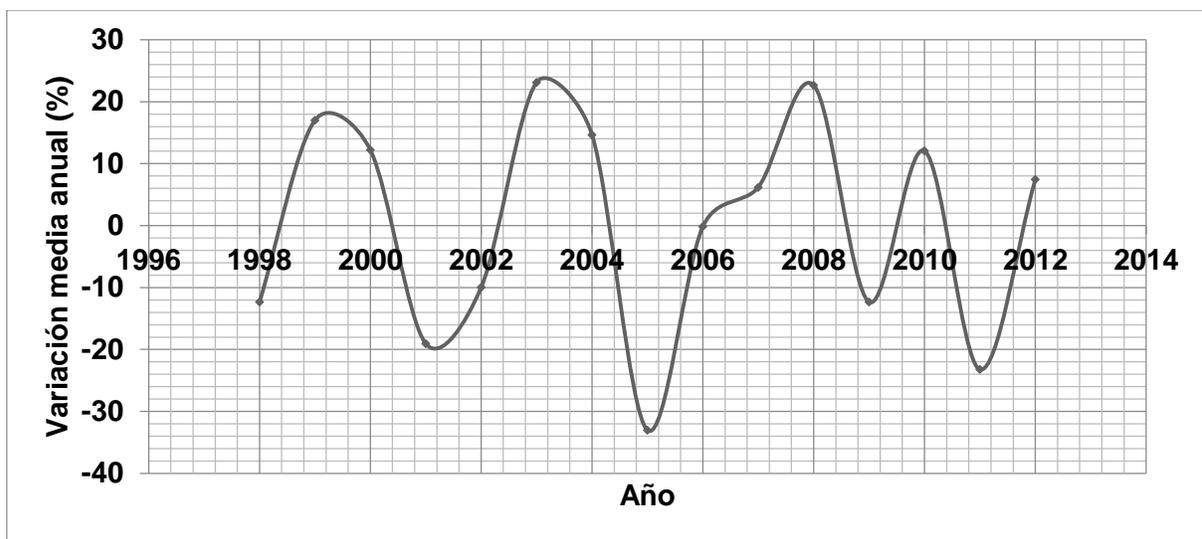
Se estimó la variación mes por mes a lo largo del año mediante el cálculo del índice estacional mensual en porcentaje, en general los precios por debajo del precio medio anual se presentaron en abril, octubre, noviembre y diciembre, los precios altos se presentaron en enero y junio. Existe una diferencia de 12.92% entre el mes de precios más altos junio (103.84%) y el mes de precios más bajos, noviembre (90.92%). (Figura 5.4).

**Gráfica VI-4 Índice estacional medio de los precios del cerdo en pie durante el periodo de estudio**



**Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM.**

**Gráfica VI-5 Variación media anual del precio del cerdo en pie en Michoacán, México**



Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM y las Asociaciones locales de porcicultores.

#### **6.3.4. Precios del sorgo (grano)**

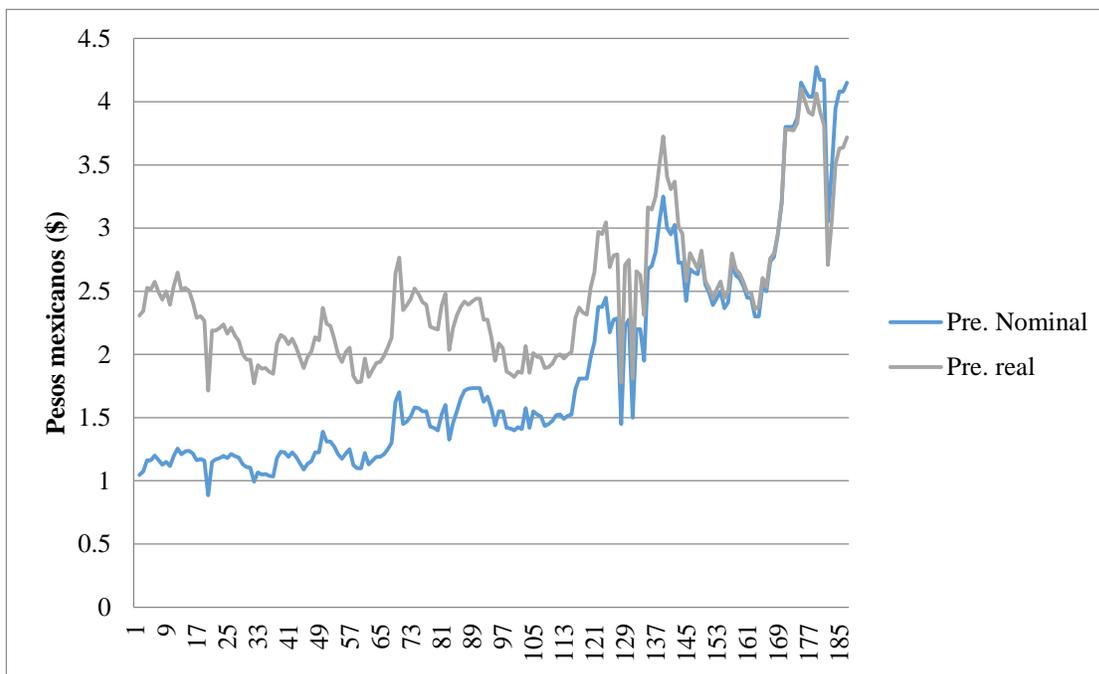
Los precios nominales mensuales del sorgo (grano) a partir de enero de 1997 a junio de 2012  $n=186$ , siguieron una distribución normal durante el periodo de estudio ( $p<0.01$ ), el mínimo presentado fue \$0.886 y el máximo \$4.27,  $x\pm s=1.89\pm 0.87$ ;  $M_e=1.52$ . Mostrando una variación de 178% y 222.6% entre el mínimo y máximo, al considerar la media o la mediana respectivamente.

Los precios nominales mensuales del sorgo (grano) fueron deflactados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor con la finalidad de eliminar el efecto de la inflación, el comportamiento de los precios reales presenta tendencia a la alta (Gráfica 5.6).

Se estimó la variación mes por mes a lo largo del año mediante el cálculo del índice estacional mensual en porcentaje, en general los precios por debajo del precio medio anual se presentaron en enero, julio y octubre, los precios altos se presentaron en marzo y junio. Existe una diferencia de 13.4% entre el mes de precios más altos marzo (102%) y el mes de precios más bajos, julio (88.6%). (Gráfica 5.4).

Se determinaron las tasas medias de crecimiento anual tanto para los precios nominales (8.4%) como para los precios reales (2.9%) del cerdo en pie con el método exponencial.

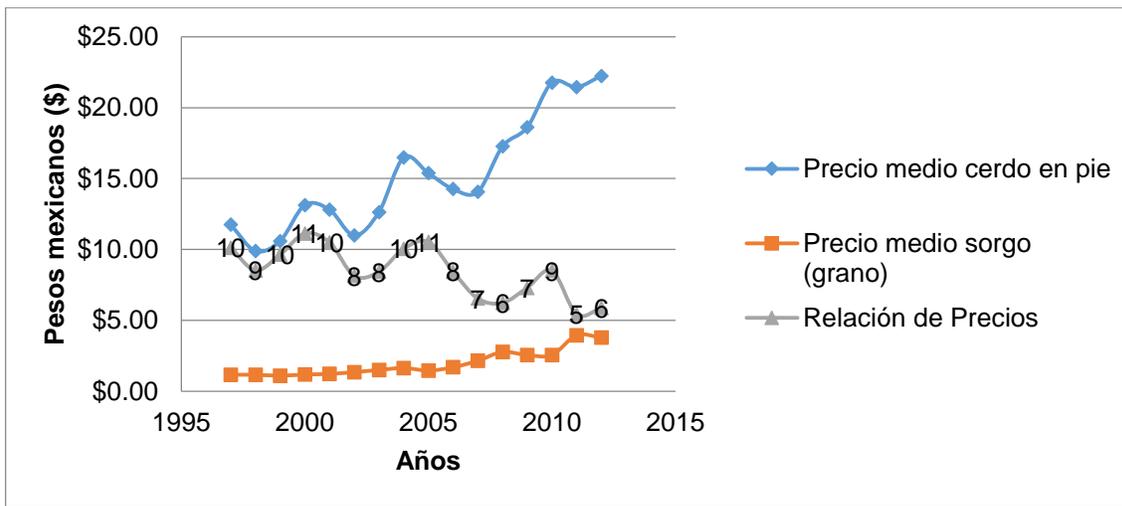
**Gráfica VI-6 Precios nominales y reales del sorgo originario de Michoacán, México**



**Fuente: Elaboración propia con información del SNIIM SE, deflactados con el Índice Nacional de Precios al consumidor INEGI (2012).**

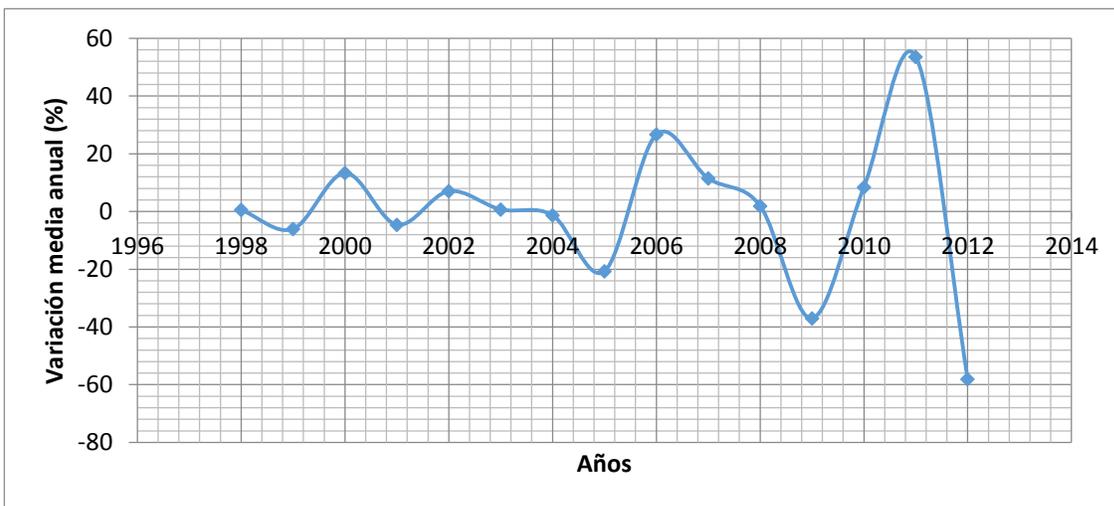
La pérdida del poder adquisitivo de los ingresos generados por la venta del cerdo en pie en relación al precio del principal insumo utilizado en la alimentación del cerdo, el sorgo (grano) se evidenció al observar que la cantidad de kg de sorgo para los que alcanzaba el dinero producto de la venta de 1 kg de cerdo en pie ha disminuido notablemente (Gráfica 5.7).

**Gráfica VI-7 Relación de precios cerdo-sorgo durante el periodo de estudio**



Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM

**Gráfica VI-8 Variación media anual del precio del sorgo originario de Michoacán**



Fuente: Elaboración propia con información de SNIIM

### **6.3.5. Análisis de sensibilidad del efecto de las variaciones del precio del cerdo en pie y el sorgo sobre la rentabilidad de los sistemas de producción porcina en Michoacán**

Para investigar las relaciones de precios cerdo-sorgo que lleva a los sistemas de producción porcina a tener pérdidas, a estar en equilibrio y a tener ganancias se aplicaron las variaciones observadas a los precios del cerdo en pie y alimento, asumiendo que el precio del alimento ha variado mayormente en función de las variaciones de precio del sorgo en los años en que 1 kg de cerdo alcanzó para adquirir once kg de sorgo; se aplicó a los precios medios del sorgo y cerdo en pie las variaciones registradas en los años (1997,1999,2001 y 2004) diez a uno y (2000 y 2005) once a uno.

### **6.4. DISCUSIÓN**

Martínez *et al.*, (2011) examinaron el periodo transcurrido entre 1987-2002, las magnitudes medias que encontraron fueron de 12% y -15% con valores máximos y mínimos de 33% y -30%.

En el presente estudio, el precio nominal medio del cerdo en pie en el periodo de estudio (1997-2012) mostró una variación anual negativa de -33.02%, que se presentó en 2005 en relación al precio de 2004, y positiva máxima de 23.14%, que se registró en 2003 en relación al presentado en 2002.

Sagarnaga *et al.*, (2006) determinaron que durante 1995-2004 transcurrieron dos ciclos; el precio nominal del cerdo en pie llegó a su máximo nivel en 1997 y al

mínimo en 1998, en el segundo ciclo, llegó al máximo nivel en 2001 y al mínimo en 2003, la depresión próxima se esperaba en 2006 (Sagarnaga *et al.*, 2006).

En el presente estudio, el precio nominal del cerdo en pie llegó a su máximo nivel en enero de 2012 (\$23.85) y a su mínimo en abril de 1998 (\$9.03), durante este periodo, transcurrieron 3 ciclos, en el primero, el precio nominal del cerdo en pie llegó a su máximo en 2000 (\$14.3) y a su mínimo en 2002 (\$10.02).

En el segundo ciclo, llegó a su máximo en 2004 (\$18.14) y a su mínimo en 2007 (\$12).

En el tercer ciclo, llegó a su máximo en 2010 (\$22.88) y el mínimo en 2011 (\$19.88).

Por otra parte, desde 1995, Sagarnaga *et al* y FIRA señalaban que el precio del cerdo en pie en términos reales presentaba fluctuaciones cíclicas con una tendencia real a la baja, además, de que el precio de los insumos utilizados en la porcicultura se incrementaba en mayor medida que el precio del cerdo (FIRA, 1995; Sagarnaga *et al.*, 1995).

En el presente estudio, Los precios nominales mensuales del cerdo en pie fueron deflactados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor con la finalidad de eliminar el efecto de la inflación, el comportamiento de los precios reales durante el periodo de estudio fue cíclico.

Además, se determinaron las tasas medias de crecimiento anual para los precios nominales (5%) y para los precios reales (-0.5%) exhibiendo una tendencia a la baja, utilizando el método exponencial.

La relación entre el precio del sorgo y el precio del cerdo en pie en Michoacán, México puede ser similar a la que transcurre entre el precio del cerdo y el maíz en Estados Unidos de América, llamada “la regla de hierro” o “diez a uno” (Shannon, 1945), estudios posteriores sugieren que dicha relación es ligeramente mayor, alrededor de “once a uno” (Craig *et al.*, 2008).

En el presente estudio, las variaciones en los precios ocasionaron pérdidas a los porcicultores en Michoacán de \$9,050/ventre en la parte baja del ciclo año 2011 relación 11:1; a partir de la relación de precios cerdo: sorgo 9:1 que se presentó en 1998 y 2010, los sistemas de producción porcina tuvieron ganancias medias de \$1,366/ventre. Así como ganancias medias de \$5,421/ventre en las crestas o picos del ciclo, 11:1 (2000).

Holt y Lee (2006) describieron la relación de precios mensuales del cerdo y el maíz en el periodo entre 1910-2004 con un modelo no lineal.

En el presente estudio, se llevó a cabo una regresión con el modelo no lineal del software XLSTAT 2014, utilizando los precios mensuales del cerdo en pie como variable dependiente y como variable explicativa, los precios mensuales del sorgo desde 1997 hasta 2012, la variabilidad en el precio nominal del sorgo explicó en

un setenta y tres por ciento ( $r^2=0.73$ ) la variabilidad en el precio nominal del cerdo en pie.

Mathew *et al* (2006) señalaron que “Un cerdo no es más que 15 o 20 bushel de maíz” un bushel de maíz puede ser convertido en 10 libras netas de cerdo, equivalente a 25.4 kg, un cerdo, no es más que 305-508 kg de maíz.

Durante el estudio, el valor de un cerdo de 100 kg, peso de mercado, oscilo entre 553 y 1,112 kg de sorgo.

### **6.5. CONCLUSIONES**

Para mantener o lograr que las UPP sean rentables, se deben monitorear las fluctuaciones en los precios del cerdo en pie, los insumos de producción de manera semanal, mensual y anual para revelar tendencias y apoyar la toma de decisiones.

El ciclo de precios cerdo-sorgo en México es semejante al que se presenta en EEUU entre los precios del cerdo y el maíz, para determinar con precisión la duración del mismo y poder realizar predicciones, es necesario utilizar modelos no lineales de mayor complejidad.

A partir de la relación de precios 9:1 entre el sorgo y el cerdo en pie, las UPP en Michoacán comenzaron a obtener ganancias.

### **6.6. REFERENCIAS**

Dorfman H, Jeffrey (2009) Looking for Cattle and Hog Cycles through a Bayesian Window. Department of Agricultural and Applied Economics. The University of Georgia. Copyright 2009 by Jeffrey H. Dorfman and Myung D. Park.

Gujarati, Damodar N. (2004). Basic Econometrics (Fourth Edition). McGraw–Hill.

Hernández Martínez, Juvencio Rebollar Rebollar, Samuel; Rojo Rubio, Rolando; Cardoso Jiménez, Daniel; García Salazar, José Alberto; Guzmán Soria, Eugenio; Díaz Carreño, Miguel Ángel. (2008). Competitividad del comercio exterior de la porcicultura mexicana en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. *Ciencia Ergo Sum* 15: 126-131.

Martínez, CFE Rouco YA (2004) Análisis del ciclo del cerdo en México (1987-2002). *Archivos de Zootecnia* 53: 325-328.

Sagarnaga VLM (2006) *Panorama económico de granjas porcinas representativas del estado de Guanajuato 2002-2009*. 1era edición en español. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Plaza y Valdés Editores, México. Pp 19-21, 34-35, 61-62, 99, 108.

FIRA (1995) "Panorama general de la porcicultura nacional y participación de FIRA en su desarrollo", en FIRA, Boletín informativo, núm., 254, vol. XXVI, México, 31 de octubre de 1993. Problemática, tendencias y alternativas de la agroindustria mexicana, Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1991.

Sagarnaga VM (1995) "El impacto de los precios en el sector porcícola nacional "  
La producción porcícola en México: Contribución al desarrollo de una visión  
integral. Universidad Autónoma Metropolitana.

Sistema Nacional de Información e Investigación de Mercados. 2012. Precio del  
Cerdo en pie procedente de Michoacán; Precio del Sorgo (grano), [en línea]  
Disponible en: [http:// http:// www.economia-sniim.gob.mx/](http://www.economia-sniim.gob.mx/) consultado 27 de abril  
de 2009.

Tinoco, José Luis, la Porcicultura Mexicana y el Tratado de Libre Comercio de  
América del Norte, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 65-78.

## **CAPÍTULO VI**

---

# **VENTAJA COMPARATIVA DE LA PRODUCCIÓN DE CERDO EN PIE EN UNIDADES REPRESENTATIVAS DE PRODUCCIÓN PORCINA**

---

## VII. VENTAJA COMPARATIVA DE LA PRODUCCIÓN DE CERDO EN PIE EN UNIDADES REPRESENTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN PORCINA DE MICHOACÁN, MÉXICO

---

### RESUMEN

De las once UPP estudiadas H726, H120, H52, L340, P55 Y P250 presentaron ventaja comparativa, entre cada 0.26 y 0.83 que fueron invertidos en factores internos, generaron un valor agregado de \$1.0, en un escenario sin efectos de política de subsidios e impuestos y corrección de distorsiones de política macroeconómica (tipo de cambio y tasa de interés) y fallas de mercado, al país le conviene más producir cerdo en pie en las UPP antes mencionadas, que importarlo, por cada cantidad de divisa invertida se ahorrarían entre 0.74 y 0.17 unidades de divisa y se obtendría una ganancia económica extraordinaria de entre 2% y 13%.

La mayor utilidad se reflejó en la UPP L340, \$3,754, la siguieron en orden de mayor a menor L234 (\$2,749), H726 (\$2,396), P55 (\$1,702), P250 (\$1,667), H120 (\$755) y H52 (\$577)/ vientre/año respectivamente.

**Palabras Clave:** Ventaja Comparativa, Unidades de Producción Porcina, Michoacán, México.

## **ABSTRACT**

Eleven Pig Production Units (PPU) were studied, H726, H120, H52, L340, P55 Y P250 presented comparative advantage, between every 0.26 and 0.83 invested on internal factors, generate an added value of \$1.0 in a free of policies (subsidies and tariffs) scenario and macroeconomic policy correction ( interest rate and exchange rate) and market failures, for Mexico as a country is most valuable to produce live pigs tan import them, for each currency invested, Mexico as a country would save between 0.74 and 0.17 currency units and would gain extraordinary economic profit between 2% and 13%.

Most economic profit was reflected on PPU L340, \$3,754, it was followed in order of highest to lowest L234 (\$2,749), H726 (\$2,396), P55 (\$1,702), P250 (\$1,667), H120 (\$755) and H52 (\$577)/ sow per year respectively.

**Keywords:** Comparative advantage, Pig Production Units, Michoacán, México.

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

En los primeros años del siglo XIX, el economista David Ricardo introdujo la teoría de la ventaja comparativa, conocida también como el núcleo Ricardiano, esta teoría argumenta que aun cuando un país sea absolutamente más eficiente o absolutamente menos eficiente que otros países en la producción de algunos bienes, se pueden obtener ganancias a partir del comercio (Krugman, 2003).

Cordero-Salas (2003) establecen que un país o una región presentan ventajas comparativas cuando su territorio, por sí mismo, establece condiciones de abundante dotación de factores básicos de producción (tierra, mano de obra y capital), además de contar con factores especializados (educación, tecnología e infraestructura).

Sin embargo, existen señalamientos en el sentido de que la posesión de ventajas comparativas es insuficiente para garantizar la competitividad, y que para lograrla debe desarrollarse tecnología, conocimiento y capacidad empresarial. De tal manera, las ventajas comparativas que son estáticas y se basan en la riqueza del territorio, deben transformarse en ventajas competitivas, que son dinámicas y permiten innovaciones en procesos y productos (Macías, 2000).

En este contexto, en México, se han aplicado políticas neoliberales al sector agropecuario, siendo el sub-sector porcícola uno de los más afectados: se retiró el subsidio al sorgo, incrementando los costos de producción de la carne de cerdo, no existe crédito para la actividad (Del Moral *et al.*, 2008), se eliminaron los permisos previos para la importación de productos de cerdo, se redujeron los

aranceles y se removieron las cuotas compensatorias (Sagarnaga, 2006) resultando en un incremento de las importaciones nacionales de 515.7% durante el lapso transcurrido de 1988 a 2007 (Pérez-Vera *et al.*, 2010), generando un déficit de 700,000 ton que son importadas de EEUU y Canadá (Vargas-Palma, 2014).

En el año de 1995, se realizó un estudio de la ventaja comparativa de la producción de cerdo en pie en Michoacán en 13 unidades de producción porcina, utilizando la metodología de la Matriz de Análisis de Políticas, las unidades de producción porcina (UPP) se agruparon de acuerdo a su tamaño (número de vientres) en pequeñas, medianas y grandes resultando que las UPP medianas y grandes resultaron ser competitivas y tener ventaja comparativa, las pequeñas no fueron competitivas considerando el sector productivo pero sí reflejaron competitividad hacia el exterior del sector, ya que contribuyeron con 55% al ahorro de divisas para el país a través de la producción de cerdo en pie, el mal manejo de la política económica en agosto de 1995, impuso a la producción de cerdo en pie un impuesto de \$0.45/kg de cerdo en pie producido.

Posteriormente, Gómez-Tenorio *et al* (2010) estudiaron la competitividad entre la porcicultura de EEUU y la de México, utilizando para esto varios coeficientes, entre ellos el Coeficiente de Ventaja Comparativa Revelada, los resultados indicaron que la porcicultura en México es la actividad ganadera con mayor capacidad de exportación, dicho trabajo concluyó que EEUU contó con mayores ventajas competitivas que México en cuanto a las variables macroeconómicas

Tasas de interés y el tipo de cambio, el margen de sobrevaluación del peso favoreció las importaciones. La porcicultura en EEUU es de mayor tamaño, e infraestructura, los productores tienen acceso a mayor cantidad de subsidios y apoyos gubernamentales.

Considerando este panorama, el análisis empírico de la ventaja comparativa a través de los Indicadores de la Metodología de la Matriz de Análisis de Políticas, los costos de producción, calculados con precios económicos, permitirá apoyar a las UPP representativas de la porcicultura en Michoacán, México, bajo el supuesto de eliminación del apoyo gubernamental y distorsión del tipo de cambio, permitiendo implementar políticas que contribuyan a consolidar las ventajas comparativas de la porcicultura en Michoacán, convirtiéndolas posteriormente en ventajas competitivas.

## **8.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **8.2.1. Los precios económicos**

Los precios sociales o económicos son aquellos que existirían en una situación de mercado perfecto, estos precios son estimados utilizando diferentes métodos como la identificación de intervenciones de mercado cuantificables, que hacen la diferencia entre los precios observados y el libre precio de mercado, cálculo de los precios de paridad internacional y estimación de los precios sombra (Gittinger, 1982, Monke y Pearson 1989; Squire *et al.*, 1975) El análisis de las ventajas comparativas determina la rentabilidad económica de una actividad, permite estimar los beneficios independientemente de las distorsiones causadas por

intervenciones en el mercado, permite comparar los costos económicos reales de producción en referencia a los precios internacionales y así determinar la rentabilidad de la actividad en ausencia de políticas gubernamentales que causan que los precios locales sean distintos a los internacionales (Staal; Shapiro, 1994).

### ***8.2.2. Metodología de cálculo de los precios económicos***

La determinación de los precios económicos estará enmarcada en dos corrientes: la primera que intenta determinar los precios sombra con base en el valor del producto marginal; esto es, el valor de una unidad de producto adicional generada por la última unidad de insumo utilizada. La segunda que busca determinar el precio sombra en base al costo de oportunidad de los recursos; esto es el valor de un bien o servicio en su mejor uso alternativo.

### ***8.2.3. Cálculo del precio económico en base al valor del producto marginal***

En esta corriente se encuentra el desarrollo teórico-práctico implementado por Arnold Harberger, Ernesto Fontaine y Glen Jenkins. La metodología de estos autores considera primero los llamados efectos primarios o de primera vuelta, en los que se utiliza los precios de mercado de productos e insumos corregidos por las distorsiones que existen sólo en estos mercados, y posteriormente efectúa los ajustes a estos mismos precios considerando los efectos secundarios o de segunda vuelta que dependen del uso alternativo de dichos insumos; es decir, para el caso de la producción de un proyecto, los efectos secundarios son provocados tanto por las actividades que demandan mayor disponibilidad del producto proyectado, como, por las actividades cuya producción disminuye a

causa del proyecto; para el caso de los insumos que el proyecto utiliza, los efectos secundarios son provocados tanto por las actividades que disminuyen la utilización de los insumos demandados por el proyecto, como por las actividades que aumentan su producción de insumos para abastecer lo requerido por el proyecto.

#### ***8.2.4. La Matriz de Análisis de Políticas***

La Matriz de Análisis de Políticas (MAP) es una herramienta que genera indicadores de política para los que se estiman valores, entre ellos los más notables son: el coeficiente de protección nominal, el coeficiente de protección efectiva, la relación de costo privado y la relación de costos de recursos domésticos, la MAP fue desarrollada por Monke y Pearson en 1989, sin embargo, también fue utilizada y descrita por Harrigan, Loader y Thirtle (1992); Scarbough y Kydd (1992).

La MAP es relevante para tres áreas del análisis económico: El impacto de las políticas sobre la competitividad de los sistemas de productos, el impacto de las políticas de inversión en la eficiencia económica y ventaja comparativa; los efectos de las políticas de investigación agropecuaria sobre la dirección de los procesos de cambio tecnológico en las direcciones deseables.

La MAP es construida a través de una matriz de doble entrada con el propósito de asegurar cubrir completa y consistentemente todas las políticas de influencia en los retornos y costos de la producción agropecuaria y mercadotecnia. Los indicadores de las consecuencias económicas de las políticas pueden derivarse de los parámetros en la matriz. El principal trabajo es construir matrices de

ingresos, costos y utilidades. La MAP se construye para analizar cada sistema de producción que se vaya a analizar. El impacto de las políticas macroeconómicas es medido comparando los resultados en presencia y ausencia de tal política.

La MAP consta de retornos, costos y utilidades, tanto considerando precios privados como económicos (Cuadro 6.1).

Indicadores de Protección

#### **8.2.5. Coeficiente de Protección Nominal del bien final (CPN)**

$$CPN=(A/E)$$

El CPN es la razón entre el precio doméstico de un producto (sin incluir los aranceles) y su precio en el mercado internacional, convertido en moneda local y puesto en el mismo lugar.

#### **8.2.6. Coeficiente de Protección Efectiva (CPE)**

$$CPE=VAP/VAE \text{ donde:}$$

VAP= Valor agregado a precios privados o de mercado

VAE= Valor agregado a precios económico

$$CPE= (A-B)/ (E-F)$$

El CPE también es una relación entre la situación de un bien en relación con La situación en los mercados externos; pero en este caso, la relación no es entre precios del bien, sino entre sus valores agregados.

Indicadores de subsidio

### **8.2.7. Equivalente de subsidio al productor (ESP)**

$$ESP = (D-H)/A = L/A$$

Es la transferencia neta de política (L) como una proporción de los ingresos brutos totales a precios privados (A).

### **8.2.8. Subsidio social al productor (SSP)**

$$SSP = (D-H) / E = L/E$$

Ante un proceso de apertura comercial, muestra la parte proporcional en que debería apoyarse el ingreso bruto del productor para mantener el nivel de vida actual de ganancias privadas.

Indicadores de Competitividad

### **8.2.9. Costo de los recursos internos o ventaja comparativa (RCR)**

$RCR = G / (E-F)$ , donde (E-F) es el valor agregado a precios económicos.

Evalúa la capacidad del sistema para pagar los factores internos pero valorados a precios económicos, es decir, luego de removerse las distorsiones. Mide la ventaja comparativa del sistema en estudio.

### **CUADRO VIII-1 La Matriz de Análisis de Políticas de Monke y Pearson (1989)**

	<b>Ingresos</b>	<b>Insumos Comerciables</b>	<b>Factores Domésticos</b>	<b>Utilidad</b>
<b>Precios Privados</b>	A	B	C	D
<b>Precios Económicos</b>	E	F	G	H
<b>Divergencias</b>	I	J	K	L

**CUADRO VIII-2 Ubicación, capacidad instalada y nombre de las UPP estudiadas**

<b>Ubicación</b>	<b>Capacidad (hembras)</b>	<b>Nombre</b>
Huandacareo, Michoacán	726	H726
Huandacareo, Michoacán	179	H179
Huandacareo, Michoacán	120	H120
Huandacareo, Michoacán	52	H52
La Piedad, Michoacán	340	L340
La Piedad, Michoacán	250	L250
La Piedad, Michoacán	234	L234
La Piedad, Michoacán	150	L150
Purépero, Michoacán	250	P250
Purépero, Michoacán	160	P160
Purépero, Michoacán	55	P55

**8.3. RESULTADOS**

**8.3.1. Utilidad.**

La mayor utilidad se reflejó en la UPP L340, \$3,754, la siguieron en orden de mayor a menor L234 (\$2,749), H726 (\$2,396), P55 (\$1,702), P250 (\$1,667), H120 (\$755) y H52 (\$577)/ vientre/año respectivamente.

**8.3.2. Coeficiente de Protección Nominal del Producto.**

En todos los casos fue de 1, lo cual indica que no existió ningún impuesto ni tampoco subsidio al precio interno del producto, es decir, el precio interno del cerdo en pie no se encontró protegido ni tampoco desprotegido.

**8.3.3. Coeficiente de Protección Efectiva.**

Fue menor a la unidad en las UPP ubicadas en Huandacareo y La Piedad, donde existe un desincentivo para los productores, quienes habrían obtenido mayor

remuneración de haber enfrentado un precio económico, es decir, tienen desprotección, no reciben los incentivos necesarios para incrementar la producción. Sin embargo, no fue así en las ubicadas en Purépero, donde el mismo fue de 1, lo cual indica que no hay desincentivo, pero tampoco incentivo para estas UPP.

### **8.3.4. Equivalente de Subsidio al Productor y Subsidio Social al Productor.**

**CUADRO VIII-3 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en Huandacareo, Michoacán**

<b>UPP</b>	<b>H726</b>	<b>H120</b>	<b>H52</b>	<b>H179</b>
<b>Utilidad (\$)</b>	1,739,789	90,559	30,015	-825,475
<b>CPNP<sup>1</sup></b>	1	1	1	1
<b>CPE<sup>2</sup></b>	0.99	0.98	0.99	1.01
<b>ESP<sup>3</sup></b>	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
<b>SSP<sup>4</sup></b>	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
<b>RCR<sup>5</sup></b>	0.39	0.77	0.83	-0.30
<b>RRE<sup>6</sup> (%)</b>	0.06	0.02	0.02	-0.16

1. CPNP. Coeficiente de Protección Nominal del producto
2. CPE. Coeficiente de Protección Efectiva
3. ESP. Equivalente de Subsidio al Productor
4. SSP. Subsidio Social al Productor
5. RCR. Costo de los Recursos Internos o Ventaja Comparativa
6. RRE. Relación de rentabilidad económica

**CUADRO VIII-4 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en La Piedad, Michoacán**

UPP	L150	L234	L250	L340
Utilidad (\$)	-905,037	643,311	-300,560	1,276,372
CPNP <sup>1</sup>	1	1	1	1
CPE <sup>2</sup>	0.99	0.99	0.97	0.99
ESP <sup>3</sup>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
SSP <sup>4</sup>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
RCR <sup>5</sup>	-0.90	1.54	1.54	0.30
RRE <sup>6</sup> (%)	-0.15	0.09	-0,03	0.13

1. CPNP. Coeficiente de Protección Nominal del producto
2. CPE. Coeficiente de Protección Efectiva
3. ESP. Equivalente de Subsidio al Productor
4. SSP. Subsidio Social al Productor
5. RCR. Costo de los Recursos Internos o Ventaja Comparativa
6. RRE. Relación de rentabilidad económica

**CUADRO VIII-5 Indicadores de ventaja comparativa de las UPP estudiadas en Purépero, Michoacán**

UPP	P55	P160	P250
Utilidad (\$)	93,660	-53,959	416,943
CPNP <sup>1</sup>	1	1	1
CPE <sup>2</sup>	1.02	0.95	0.97
ESP <sup>3</sup>	-0.01	-0.01	0
SSP <sup>4</sup>	-0.01	-0.01	0
RCR <sup>5</sup>	0.63	1.39	0.26
RRE <sup>6</sup>	0.06	-0.01	0.05

1. CPNP. Coeficiente de Protección Nominal del producto
2. CPE. Coeficiente de Protección Efectiva
3. ESP. Equivalente de Subsidio al Productor
4. SSP. Subsidio Social al Productor
5. RCR. Costo de los Recursos Internos o Ventaja Comparativa
6. RRE. Relación de rentabilidad económica



#### **8.4. DISCUSIÓN**

En el estudio que se efectuó en 1995, resultó que las UPP medianas y grandes presentaron ventaja comparativa, las pequeñas o fueron competitivas en el sector porcícola mexicano, sin embargo, contribuyeron al ahorro de divisas para el país con 55% a través de la producción de cerdo en pie.

En el presente estudio L340, P250, L234, H726, P55, H52 y H120 resultaron ser rentables considerando precios privados y también tener ventaja comparativa, contribuyendo al ahorro de divisas para el país en conjunto con un ahorro de 40% a través de la producción de cerdo en pie.

En el trabajo llevado a cabo por Gómez-Tenorio et al (2010) se establece que el margen de sobrevaluación del peso favoreció las importaciones, la porcicultura de EEUU es de mayor tamaño, mayor infraestructura y los poricultores de ese país tienen acceso a una mayor cantidad de subsidios y apoyos gubernamentales.

La ESP, fue en promedio de 0, lo cual indica que en el año del estudio no se estableció ni impuesto ni tampoco se otorgó algún subsidio al ingreso privado del productor en las doce UPP estudiadas.

El único subsidio si pudiera llamársele de esa manera que se detectó fue que las UPP no pagaron agua potable en el año de estudio, por ser poseedoras de un pozo, sin embargo, si pagaron la electricidad para su extracción.

### **8.5. CONCLUSIONES**

Siete de las doce UPP estudiadas mostraron competitividad privada y ventaja comparativa, es decir ahorro para el país de 40% a través de la producción de cerdo en pie.

Es necesario dar seguimiento en el tiempo a las UPP para apoyar su toma de decisiones, considerando el ambiente macroeconómico.

En los Coeficientes de protección de la Matriz de Análisis de Políticas se reflejó apenas una leve desprotección de la actividad, sin embargo, al considerar los precios del sorgo, esta es marcada, reflejando la desigualdad entre la producción en EEUU y México.

## **8.6. REFERENCIAS**

Cordero-Salas P., Chavarría H., Echeverri R., Sepúlveda S. (2003) Territorios rurales, competitividad y desarrollo, Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA), Cuaderno técnico número 23.

Craig et al 2008

Del Moral BLE, Gómez RPB, Jumilla MAR, (2008) Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. Análisis Económico Revista de la División de Ciencias Sociales y Humanidades. 52(23): 272-290.

FIRA Banco de México (1995) Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie Ganadería Porcicultura, México  
Shannon, 1945

Gittinger, JP (1982) Economic Analysis of Agricultural projects, second ed. EDI Series in Economic Development. Johns Hopkins U Press. Baltimore.

Gomez-Tenorio G, Rebollar Rebollar S, Hernández.Martínez J, Guzman-Soria E. (2012) Competitividad de la producción porcina de México y Estados Unidos. Comercio Exterior; 62(2): 36-45.

Harrigan, Loader y Thirtle, 1992

Holt y Lee, 2006

Krugman, P y Obstfeld M (2003) Economía Internacional. Mc Graw Hill

Macias A (2000) La hortofruticultura mexicana en el marco de las nuevas corrientes de competitividad industrial. Agroalimentaria, 6(11): 49-57.

Martínez et al., 2011

Mathew et al., 2006

Monke E., Pearson S (1989) the Policy Analysis Matrix for Agricultural Development. Cornell University Press. Ithaca and London. 220 p.

Pérez-Vera FC, García-Mata R., Martínez DMA, Mora FJS, Vaquera HH, González EA. (2010) Efecto de las importaciones de carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias; 1(2): 115-126.

Sagarnaga-Villegas LM. (2006) Panorama económico de granjas porcinas representativas del estado de Guanajuato 2002-2009. 1era edición en español. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Plaza y Valdés Editores, México; 19-21, 34-35, 61-62, 99, 108.

Scarborough y Kydd (1992)

Squire L and Van der Tak H (1975) Economic Analysis of projects , Baltimore: Johns Hopkins  
Shapiro, 1994

Vargas-Palma (2014) Oportunidades y Retos en la Porcicultura Mexicana. El Economista. 2014. Disponible: <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2014/04/23/oportunidades-retos-porcicultura-mexicana-ii>Accesado: 23 de abril de 2014.

## **CAPÍTULO VII**

---

### **DISCUSIÓN GENERAL**

---

### **9.1. DISCUSIÓN GENERAL**

Considerando los objetivos establecidos en el capítulo 2,

- a. Determinar la tasa media de crecimiento anual (TMCA) de la producción de cerdo en pie en Michoacán, la misma resultó ser para el periodo estudiado 2006-2012 de 0.002%, La Piedad, Michoacán de -0.02%, Huandacareo, Michoacán de 0.01% y Purépero, Michoacán de 0%.

En la literatura, Del Moral et al (2008) señalaron que la TMCA de la producción de cerdo en Michoacán en el periodo comprendido entre 1980 y 2005 fue de 1.59%.

En el estudio se accedió a la información de las Asociaciones Locales de Porcicultores de Huandacareo y Purépero; en cuanto a las TMCA de la cantidad de cerdos movilizados en pie en Huandacareo, Michoacán, esta fue de -7.32% en el periodo 1994-2010.

En el caso de La Piedad, Michoacán de 1.36% considerando el mismo periodo.

Por otra parte, información de INEGI Y SIAP para el periodo 1998-2009 fue de 11.61%.

- b. Estimar la cantidad de cerdos producidos anualmente en pie, en las UPP consideradas en el estudio y su representatividad en la producción estatal.

En el año de estudio (2010) se produjeron el estado de Michoacán 614, 894 cabezas de ganado porcino en pie, La Piedad, Michoacán 157,485 cabezas de

ganado porcino en pie, 26%, las UPP estudiadas en La Piedad (L150, L234, L250, L340 produjeron 16,044 cabezas de ganado porcino (3% de la producción estatal).

Huandacareo, Michoacán produjo 62,536 cabezas de ganado porcino en pie, 10% de la producción estatal, Las UPP estudiadas en Huandacareo (H726, H120, H52 y H179) produjeron 18,663 cabezas de ganado porcino (3% de la producción estatal).

Purépero, Michoacán produjo 34,778 cabezas de ganado porcino en pie, 6% de la producción estatal, Las UPP estudiadas en Purépero (P55, P160 y P250) produjeron 6,795 cabezas de ganado porcino 1% de la producción estatal.

Las once UPP estudiadas produjeron en el año 2010, 7% de la producción estatal de ganado porcino en pie del estado de Michoacán.

- c. Calcular los índices biométricos: tasa de fertilidad, número de lechones nacidos vivos/vientre/parto, días de duración de la lactancia y número de partos/vientre/año con los que trabajaron las UPP consideradas en el año de estudio con base en los registros productivos y reproductivos, así como un cuestionario para tomadores de decisiones.

La tasa de fertilidad de las UPP estudiadas durante 2010 fue en promedio de 80.75% en Huandacareo, La Piedad 80.75% y Purépero 85.33%.

Al considerar la tasa de fertilidad promedio observada en los estudios anteriores (1993-1996) (Bello, 1994; Castro, 1996; Pérez *et al.*, 1996) en Huandacareo, 78%, se incrementó en 2.75%.

El número de lechones nacidos vivos/hembra/parto en las UPP estudiadas en fueron en promedio 9.5 en Huandacareo, 9.825 en La Piedad y 9 en Purépero.

Con anterioridad se observó que el número de lechones nacidos vivos/hembra/parto fueron 9 en Huandacareo, aumentó 0.5 lechón/hembra/parto.

La duración de la lactancia en las UPP estudiadas fue en promedio de 26.17 días en Huandacareo, La Piedad 27.25 días y Purépero 26.17 días.

En Huandacareo, la lactancia duraba anteriormente 42 días en promedio,

El número de partos/vientre/año con los que trabajaron las UPP consideradas en el año de estudio en promedio fueron 2.12 en Huandacareo, 2.07 en La Piedad y 2.08 en Purépero, Michoacán.

El número de cerdos finalizados por vientre por año fue de 15.65 cerdos en Huandacareo, 17.35 cerdos en La Piedad y 13.15 cerdos en Purépero, Michoacán.

d. Estudiar los precios del sorgo y el cerdo en pie, a partir de 1997, hasta 2014 para determinar sus respectivas TMCA.

- e. Estudiar los precios del sorgo a partir de 1997, hasta 2014 y determinar su efecto sobre los precios del cerdo en pie.
  
- f. Caracterizar la tecnología utilizada en las UPP estudiadas, investigando cantidades de insumos comerciables, indirectamente comerciables y factores internos utilizados.
  
- g. Efectuar un análisis de costos e ingresos, considerando precios privados o de mercado para determinar la rentabilidad, la competitividad y el punto de equilibrio de las UPP en el año de estudio.
  
- h. Evaluar el tamaño óptimo y el funcionamiento para que una UPP sea una inversión rentable y competitiva en Michoacán, México.
  
- i. Identificar los factores propios y externos a las UPP que determinan su rentabilidad, competitividad privada y ventaja comparativa.

j. Llevar a cabo un análisis de sensibilidad para analizar y evaluar la competitividad, experimentando variaciones en efectos de factores propios y externos a las UPP.

k. Analizar la ventaja comparativa de la producción de cerdo en pie de las UPP a través de los indicadores de la Matriz de Análisis de Políticas

## REFERENCIAS

- Altuve, J. G. (2004, julio-diciembre 2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Revista Actualidad Contable Faces*, 111.
- Allen, M. A., & Stewart, T. S. (1983). A simulation model for a swine breeding unit producing feeder pigs. *Agricultural Systems*, 10(4), 193-211. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(83\)90045-8](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(83)90045-8)
- Arendonk, J. A. M. v. (1984). Studies on the replacement policies in dairy cattle. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*, 101(1-5), 330-340. doi: 10.1111/j.1439-0388.1984.tb00054.x
- Backus, G. B. C., Timmer, G. T., Dijkhuizen, A. A., Eidman, V. R., & Vos, F. (1995). A decision support system for strategic planning on pig farms. *Agricultural Economics*, 13(2), 101-108. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150\(95\)01155-2](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150(95)01155-2)
- Batres Márquez, S. P., Clemens, RLB, Jensen, HH. (2006). The Changing Structure of Pork Trade, Production, and Processing in Mexico. Retrieved from: [http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=matric\\_briefingpapers](http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=matric_briefingpapers)
- Bawden, R. J., Ison RL, Macadam, RD, Packam, RG, Valentine I. (1987). A research paradigm for systems agriculture. In Canberra (Ed.), *Agricultural*

- systems research for developing countries* (pp. 31-42). N.S.W. Australia:  
Australian Centre for International Agricultural Research Richmond.
- Bello Orbe, R. (1994). *Productividad y Rentabilidad de una granja Porcina de Ciclo Completo con 200 vientres, en el municipio de Huandacareo, Michoacán.*  
(Licenciatura), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán, México.
- Boal, F. (2008). Global Growth in Pork Production. *Advances in Pork Production*,  
19, 165-170. Retrieved from <http://www.prairieswine.com/> website:  
<http://www.prairieswine.com/pdf/36034.pdf>
- Bobadilla Soto, E. E., Espinoza Ortega, A, Martínez Castañeda, FE. (2010).  
Dinámica de La Producción Porcina en México de 1980 a 2008. *Revista  
Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(3), 251-268.
- Bracke, M. B., Spruijt, B. M., Metz, J. H., & Schouten, W. G. (2002). Decision  
support system for overall welfare assessment in pregnant sows A: model  
structure and weighting procedure. *J Anim Sci*, 80(7), 1819-1834.
- Castelan Ortega, O., Arriaga Jordan, C, Fawcett R. (1997). *Informal and Informal  
approaches use in Agricultural Systems research. The case of the peasant  
milk production.* Paper presented at the Reearch for the rural development:  
ten years of experience from CICA Toluca, México.
- Castro Castro, J. H. (1993). *Evaluación de la Productividad y Rentabilidad de una  
Empresa Porcina de Ciclo Completo en Huandacareo, Michoacán.*  
(Licenciatura), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán.

- CMP. (2010). Emergencia Nacional. Retrieved from [www.porcimex.org](http://www.porcimex.org) website:  
<http://www.porcimex.org/noticias/COMUNICADODEPRENSA290409.pdf>
- Cooke, J. (1997). *Using mathematics as a problem-solving tool* Paper presented at the Agricultural Systems: modelling and simulation
- Cornou, C., Strudsholm, K., & Kristensen, T. (2005). Simulated consequences of different housing and management strategies for growing pigs on productivity and the indoor area required. *Livestock Production Science*, 97(2–3), 283-292. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.02.011>
- Corona, I. (2006). *El Estado del Arte y la Ciencia en Producción de Cerdos en el Mundo*.
- Chapela Mendoza, G. (1982, julio 1982). La producción porcina en la región de La Piedad. Informe de un trabajo de campo. Planteamiento para una línea de investigación. *Revista de geografía agrícola*, 150.
- Chápela Mendoza, G. (1982). La Producción Porcina en La Región de La Piedad. *Revista de Geografía Agrícola*, 135-150.
- Chavas, J.-P., Kliebenstein, J., & Crenshaw, T. D. (1985). Modeling Dynamic Agricultural Production Response: The Case of Swine Production. *American Journal of Agricultural Economics*, 67(3), 636-646. doi: 10.2307/1241087
- Del Moral Barrera, L. E., Ramírez Gómez, BP, Muñoz Jumilla, AR. (2008). Crecimiento Regional de la Producción de Carne de Cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico*, 52(23), 272-290.

- Dent, J. (1990). *Optimizing the mixture of enterprises in a farming system* Paper presented at the Systems Theory applied to agriculture and the food chain Essex England.
- Dent, J. B., Harrison, S. R., & Woodford, K. B. (1986). Chapter 1 - The Principles of Farm Planning. In J. B. D. R. H. B. Woodford (Ed.), *Farm Planning with Linear Programming: Concept and Practice* (pp. 1-7): Butterworth-Heinemann.
- Doyle, C. (1990). *Application of the system theory to farm planningg and control: modelling resource allocation* Paper presented at the System theory applied to agriculture and the food chain Essex, England.
- Erossa Martín, V. E. (1986). *Proyectos de inversión en ingeniería : su metodología / V.E. Erossa Martín ; prol. de Marco Antonio Reyes Sánchez. México : Limusa.*
- Evans, G. R. (1978). Systems Approach for Land Resource Analysis and Planning of Limited Renewable Natural Resources. *Journal of Animal Science*, 46(3), 819-822. doi: 10.2134/jas1978.463819x
- FAO. (2009). FAOSTAT Producción y Consumo Per cápita de Carne de Cerdo Retrieved 26/01/2009, from FAO <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>,
- FAO. (2010). FAOSTAT Producción y Consumo Per Cápita de Carne de Cerdo. Retrieved 1/06/2010, from FAO <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>
- FAO. (2013). Consumo de carne de cerdo en el mundo Retrieved 26/01/2013, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

- FAO. (2015). FAOSTAT Producción y Consumo Per Cápita de Carne de Cerdo.  
Retrieved 25/01/2015 <http://faostat.fao.org/site/409/default.aspx>
- FAPRI. (2012). U.S. and World Agricultural Outlook, FAPRI Staff Report 10-FSR 1.  
Retrieved 6/06/2013, from FAPRI <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2012/>
- Flores, J. P. (2005). *Variabilidad de los Sistemas Intensivos de Producción Porcina de la Región de La Piedad, Michoacán*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- France, J., & Thornley, J. H. M. (1984). *Mathematical models in agriculture: a quantitative approach to problems in agriculture and related sciences*: Butterworths.
- Gallardo Nieto, J. L. (2006). *Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2006*. SAGARPA Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/14/sitpor06d.pdf>.
- García Martínez, A., Rodríguez Alcaide, J.J., Acero de la Cruz, R. y Martos Peinado, J. (1995). Análisis del punto de equilibrio de las explotaciones de vacuno de aptitud lechera de la campiña cordobesa. *Archivos de Zootecnia*, 44(165), 31-38.
- Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Rojo-Rubio, R., García-Salazar, J.A., Guzmán-Soria, Martínez-Tinajero, J.J., Díaz-Carreño, M.A. (2008). Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y ciencia*, 24(2), 117-124.

Hernández Moreno, M. (2001). Estrategias competitivas frente a la globalización: el caso de los porcicultores de Sonora (México). Retrieved from:

[http://www.fao.org/regional/lamerica/](http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/desrural/alianzas/pdf/moreno.pdf)

[prior/desrural/alianzas/pdf/moreno.pdf](http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/desrural/alianzas/pdf/moreno.pdf)

INEGI. (2007). *Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*. INEGI Retrieved from

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/ResultadosAgricola/>.

Jalvingh, A. W., Dijkhuizen, A. A., & Arendonk, J. A. M. v. (1992). Dynamic probabilistic modelling of reproduction and replacement management in sow herds. General aspects and model description. *Agricultural Systems*, 39, 133-152.

LA JORNADA. (2015). Inauguran en Huandacareo rastro tipo TIF “detonará el potencial porcícola”. *LA JORNADA*. Retrieved from

<http://lajornadamichoacan.com.mx/2015/03/inauguran-en-huandacareo-rastro-tipo-tif-detonara-el-potencial-porcicola/>

Lansink, A. O., & Reinhard, S. (2004). Investigating technical efficiency and potential technological change in Dutch pig farming. *Agricultural Systems*, 79(3), 353-367. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-521X\(03\)00091-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-521X(03)00091-X)

Lemke, U., & Valle Zárate, A. (2008). Dynamics and developmental trends of smallholder pig production systems in North Vietnam. *Agricultural Systems*, 96(1–3), 207-223. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2007.08.003>

Leos-Rodríguez, J. A., Sagarnaga-Villegas, L. M., Salas-González, J. M., Zavala-Pineda, M. J. (2012). Construcción de unidades representativas de

- producción porcina y análisis de su viabilidad económica en el período 2009-2018. *agro Agrociencia*, 46(7), 731-743.
- Lippus, A. C., Jalvingh, A. W., Metz, J. H. M., & Huirne, R. B. M. (1996). A dynamic probabilistic model for planning housing facilities for sows. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 39, 1215 - 1223. doi: urn:nbn:nl:ui:32-32913
- Lira Saade, C. (2003). EI CAMPO ANTE EL TLCAN. *LA JORNADA*. Retrieved from <http://www.jornada.unam.mx/2003/01/04/006n1pol.php?printver=1>
- Mazcorro Velarde, E. (2009). La Organización como Mecanismo para la Continuidad del Crecimiento Porcícola de México. *Artículos y Ensayos de Sociología Rural*, 9-34.
- Mc Glone, J. J. (2013). The Future of Pork Production in the World: Towards Sustainable, Welfare-Positive Systems *Animals*, 3(2076-2615), 401-415. doi: 10.3390/ani3020401
- Moral Barrera, L. E. d., Ramírez Gómez, B.P., Muñoz Jumilla, A.R. (2008). Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico*, XXIII(52), 271-290.
- Morel, P. C. H., Sirisatien, D., & Wood, G. R. (2012). Effect of pig type, costs and prices, and dietary restraints on dietary nutrient specification for maximum profitability in grower-finisher pig herds: A theoretical approach. *Livestock Science*, 148(3), 255-267. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.06.015>
- Morley, F. H. W., Withe D.H. (1987). *Modelling biological systems*. Paper presented at the Agricultural systems research for developing countries.

Navarrete Pérez, J. R. (2012). Panorama Agroalimentario, Carne de Porcino.

Retrieved from:

<http://www.tmx0014184870.com/PORCINOTICIAS/Panorama.pdf>

Navarrete Pérez, J. R. (2012). Panorama Agroalimentario, carne de porcino 2012.

Retrieved from:

<http://www.tmx0014184870.com/PORCINOTICIAS/Panorama.pdf>

Ochoa Rosales, C., Pérez Sánchez, RE. (1996). *Monitoreo Computarizado del Comportamiento Productivo y Seroperfil del Estado Sanitario de un Hato Porcino en Huandacareo, Michoacán*. (Maestría), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Ortiz R, J., H, Gómez B, Pérez RE. (2008). ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS SEMI-INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN PORCINA DE PUREPERO, MICHOACÁN. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 15(3), 282-286.

Pandey, S., & Hardaker, J. B. (1995). The role of modelling in the quest for sustainable farming systems. *Agricultural Systems*, 47(4), 439-450. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)92109-J](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(95)92109-J)

Pérez Espejo, R. (1986). *Aspectos Económicos de la Porcicultura en México 1960-1985* (I. d. I. E. UNAM Ed.). México, D.F.: Asociación Americana de Soya.

Pinney, W. E., McWilliams, D.B. (1987). *Management science: An introduction to quantitative analysis for management*. New York: Harper&Row.

Pla, L. M. (2007). Review of mathematical models for sow herd management. *Livestock Science*, 106(2-3), 107-119.

- Plà, L. M., Faulín, J., & Rodríguez, S. V. (2009). A Linear Programming Formulation of a Semi-Markov Model to Design Pig Facilities. *The Journal of the Operational Research Society*, 60(5), 619-625. doi: 10.2307/40206778
- Pomar, C., Harris, D. L., Savoie, P., & Minvielle, F. (1991). Computer simulation model of swine production systems: III. A dynamic herd simulation model including reproduction. *Journal of animal science*, 69(7), 2822-2836.
- Pond, G. W., Manner, HJ, Harris, DL. (1991). *Pork Production Systems Efficient Use of Swine Feed Resources* (Springer Ed.): Van Nostrand Reinhold.
- Rehman, T. (1982). Technical and economic criteria in agricultural production: A case for a systems approach to farm decision-making in the Pakistan Punjab. *Agricultural Systems*, 9(1), 43-55. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X\(82\)90039-7](http://dx.doi.org/10.1016/0308-521X(82)90039-7)
- Rodríguez-Sánchez, S. V., Plà-Aragonés, L. M., & Albornoz, V. M. (2012). Modeling tactical planning decisions through a linear optimization model in sow farms. *Livestock Science*, 143(2–3), 162-171. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.006>
- Rodríguez, S. V., Albornoz, V.M., Pláa, L.M. (2009). A two-stage stochastic programming model for scheduling replacements in sow farms. *TOP*, 17(1), 171-189.
- Roppa, L. (2005). Competition from South American Pork Production. *Advances in Pork Production*. Retrieved from <http://www.thepigsite.com> website: <http://www.thepigsite.com/articles/6/production-and-mgmt/1471/competition-from-south-american-pork-pr>,

Rosas Ruiz, C. J. (2009). *Innovación y transformaciones territoriales. La actividad porcícola en la región de La Piedad, Michoacán, 1970-2007*. (Maestría), Centro de

Estudios de

Geografía Humana, La Piedad, Michoacán.

Sagarnaga Villegas, L. M., Ochoa, FR, Salas González, JM, P Anderson, D,

Richardson, WJ, Knutson, DR. (1999). *GRANJAS PORCINAS*

*REPRESENTATIVAS EN MÉXICO*

*PANORAMA ECONÓMICO 1995-2004*. (AFPC Research Report 99-16).

Universidad de Texas A&M

Texas A&M University: Retrieved from

<https://www.afpc.tamu.edu/pubs/2/175/rr99-16.pdf>.

SAGARPA. (2014). *100% de granjas porcinas, libres de Aujeszky: SAGARPA*.

(132). Morelia, Michoacán: SAGARPA Retrieved from

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/2014/septiembre/Documents/B1592014.PDF>.

Sarmiento Sabogal, J. A. (2003). Metodología para el cálculo de la tasa interna de retorno ponderada de alternativa con flujos no convencionales. *Cuadernos de Administración*, 16(25), 195-217.

Seddon, Y. M., Cain, P. J., Guy, J. H., & Edwards, S. A. (2013). Development of a spreadsheet based financial model for pig producers considering high welfare farrowing systems. *Livestock Science*, 157(1), 317-321. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.07.003>

- SIAP-SAGARPA. (2014). *Michoacán: producción, precio, valor, animales sacrificados y peso 2012*. Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=371](http://www.siap.gob.mx/?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371).
- SIAP. (2010). *Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos*. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369).
- SIAP. (2013). *Anuarios estadísticos de la producción pecuaria, porcinos*. SAGARPA Retrieved from [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369).
- Singh, D. (1986). *Simulated -aided capacity selection of confinement facilities for swine production*. Paper presented at the Transactions of the ASAE.
- Slater, K., & Throup, G. (1983). *Dairy farm business management*. SUFFOLK, ENGLAND: Farming Press.
- Sorensen, J. T. (1997). Modeling and Simulation in applied livestock production science. . In R. Peart, Curry, RB (Ed.), *Agricultural systems: Modeling and simulation* (pp. 475-494): Marcel Dekker Inc.
- Spedding, C. R. W. (1988). General aspects of modeling and its application in livestock production. In V. A. J. A. M. Korver S. (Ed.), *Modeling of Livestock Production Systems* (pp. 3-9). London: Kluwer Academic Publishers.
- Taha, H. A. (1987). *Operation Research: an introduction*. London. New York, London: Mc Millan, Collier Mc Millan.

- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones* (G. López Ballesteros Ed. Novena Edición ed.). México: Pearson Educación Prentice Hall.
- Tinoco Jaramillo, J. L. (2004). *La Porcicultura Mexicana y el Tratado de Libre Comercio con América del Norte*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- USDA. (2009). *EU-27 Livestock and products Semi-Annual Report*. United States of America: USDA Retrieved from <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual%20The%20Hague%20EU-27%202-26-2009.pdf>.
- USDA. (2010). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. United States of America: USDA Retrieved from <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma/2010s/2010/livestock-poultry-ma-10-15-2010.pdf>.
- Villaseñor Olloqui, J. L. (2008). *Plan Rector del Sistema Producto Porcícola de Michoacán*. SAGARPA, INCA RURAL Retrieved from <http://www.sistemaporcinos.org.mx/prmicho.pdf>.
- Warren, M. F. (1992). *Building a framework: Financial management for farmers* Leckhampton U.K.: Staley Thornes.
- Wittemore, C. (1998). *The Science and Practice of Pig Production* Ltd, Oxford: Blackwell Science.
- Zima, P., Brown, L.R. . (2005). *Matemáticas Financieras* (Segunda edición ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Interamericana