



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RURALES**

**EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD Y VIABILIDAD
ECONÓMICA DE LA CADENA AGROALIMENTARIA
PRODUCTORA DE LECHE DE PEQUEÑA ESCALA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

P R E S E N T A:

RODOLFO ROGELIO POSADAS DOMÍNGUEZ

COMITÉ DE TUTORES

Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda. Tutor Académico

Dr. Carlos Manuel Arriaga Jordán. Tutor Adjunto

Dr. Nicolás Callejas Juárez. Tutor Adjunto

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, Estado de México. Marzo 2014

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la competitividad y viabilidad económica de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala en el nor-oriental del Estado de México, para ello, se utilizaron modelos y procedimientos que permitieron evaluar el impacto de variables determinantes en la eficiencia técnica y económica del eslabón de producción de leche, el cual se analizó detalladamente al cumplir con la función de eslabón central de la cadena agroalimentaria.

Se analizaron los datos económicos de seis queserías, 25 distribuidores y 37 hatos lecheros de pequeña escala. Los hatos fueron seleccionados mediante un muestreo estratificado con asignación de Neyman. Se establecieron tres Estratos: Estrato 1: de 3 a 9 vacas más reemplazos, Estrato 2: de 10 a 19 vacas y Estrato 3: de 20 a 30 vacas. Se utilizó la Matriz de Análisis de Política (MAP) como método para determinar la rentabilidad y competitividad privada de la cadena agroalimentaria.

El análisis de viabilidad económica y financiera se realizó con modelos de simulación estocástica. Se utilizó la técnica de panel para conformar una unidad representativa de producción con un promedio de ocho vacas en edad productiva (URP8) que representó a 130 productores del Distrito de Desarrollo rural de Texcoco (DDRT). El programa econométrico MexSim[®] fue utilizado para cuantificar el riesgo y predecir los impactos económicos y financieros de diferentes escenarios en el horizonte de planeación 2010-2018. Los escenarios evaluados fueron; la situación real de producción de la URP8, Escenario base; 1) empleo de mano de obra familiar; 2) compra de 100% de insumos para la alimentación del ganado; y 3) retiro de subsidios.

Los resultados indicaron que la producción de insumos y uso de mano de obra familiar son variables determinantes en la rentabilidad y competitividad privada del sistema lechero de pequeña escala. Las condiciones de mercado, comercialización y escala de producción tienen un impacto importante en la competitividad y márgenes netos de comercialización de cada eslabón. La generación de valor en el eslabón de transformación y distribución, no necesariamente resulta en un mayor beneficio económico, cuando se considera el total de los costos de producción a los que se enfrenta cada uno de ellos. Es importante considerar en el

análisis de rentabilidad y competitividad privada del eslabón de producción de leche, la generación de valor que aporta la producción de insumos, ya que al no tomarla en cuenta se sobre o subestima la ganancia neta por litro de leche y la participación real del sistema lechero de pequeña escala en los márgenes netos de comercialización.

Los resultados de la viabilidad económica y financiera mostraron que el producir los insumos alimenticios y emplear mano de obra familiar genera los ingresos netos y el valor actual neto más alto en la URP8, comparado con los escenarios de contratación de mano de obra, compra de insumos y retiro de los subsidios, la capacidad económica de la URP8, derivada del soporte en la producción de insumos permite absorber los costos en la contratación de mano de obra y retiro de subsidios sin comprometer la permanencia del sistema en el tiempo. El impacto de los subsidios no fue significativo en la URP8 por representar un valor mínimo en los ingresos, lo que refleja la ausencia de los mismos. La compra de insumos tiene un impacto negativo y genera un negocio inviable económica y financieramente al final del horizonte de planeación analizado. La producción de insumos fue la variable con el mayor grado de riesgo de los escenarios analizados, su compra y dependencia hacen inviable económica y financieramente a la URP8 en el largo plazo.

La estructura del modelo determinista y el modelo estocástico utilizados en esta investigación proporcionan herramientas útiles para evaluar la competitividad y viabilidad económica del sistema lechero de pequeña escala y de los eslabones que componen la cadena agroalimentaria, sus resultados aportan elementos que contribuyen a mejorar la formulación y aplicación de políticas destinadas al sistema lechero de pequeña escala y al eslabón de transformación.

Palabras clave: Análisis prospectivos, costos de producción, lechería familiar, modelos estocásticos, modelos deterministas, simulación Monte Carlo.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the competitiveness and economic viability of the agrifood chain of small-scale dairy production in the northeast of the State of Mexico. Models and procedures were used that enabled to assess the impact of determinant variables in the technical and economic efficiency in the milk production link, which was analysed in detail since it is the central link in the agrifood chain.

Economic data of six cheese makers, 25 distributors and 37 small-scale dairy farms, which were selected by a Neyman assignment stratified sampling. Three strata were established: Stratum 1: herds of 3 to 9 cows plus replacements, Stratum 2: 10 to 19 cows plus replacements, and Stratum 3: from 20 to 30 cows plus replacements. The Policy Analysis Matrix (PAM) was the method used to determine the private profitability and competitiveness of the agrifood chain.

The analysis of the economic and financial viability was undertaken with stochastic simulation models. The panel technique was used to design a representative farm with a herd of eight cows (RDF8) which represented 130 farmers from the Rural Development District of Texcoco. The MexSim[®] econometric model was used to quantify risk and predict economic and financial impacts of different scenarios within a planning horizon for 2010-2018. Evaluated scenarios were: The real situation in RDF8 as base scenario; 1) the exclusive use of family labour; 2) the purchase of 100% of feed inputs; and 3) the withdrawal of subsidies.

Results indicated that the production of inputs and the use of family labour are determinant variables in the private profitability and competitiveness of the studied small-scale dairy systems. Market conditions, selling method, and scale of production do have an important impact on the competitiveness and net margins of sales in each link. Value added in the transformation and distribution link does not necessarily result in a higher economic benefit, when total costs of production faced by each actor are considered. It is important to note in the private profitability and competitiveness of milk production, the added valued to the production of inputs, since omitting it does over or under estimate

net profit per litre of milk and the real participation of small-scale dairy systems in the net marketing margins.

Results in the economic and financial viability showed that producing feed inputs and using family labour generate the higher net incomes and net present values in the RDF8, compared with the scenarios of hiring in labour, purchasing feed inputs or subsidy withdrawal. The economic capacity of the RDF8 derived from the production of inputs, enables the absorption of the cost of hiring labour or the withdrawal of subsidies, without jeopardizing the permanence of the system in time. The impact of subsidies was not significant in the RDF8 as they represented a minimal value of incomes, so no impact was reflected upon their withdrawal. Purchasing feed inputs does have a negative impact and generates a non viable business in economic and financial terms at the end of the analysed planning horizon. Input production was the variable with the higher risk degree from all scenarios studied. The reliance on purchasing inputs makes the RDF8 economically and financially unviable in the long term.

The structure of the deterministic model and the stochastic model utilised in this research provide useful tools to assess the economic viability and competitiveness of small-scale dairy systems and of the links that comprise the agrifood chain, and the results provide elements that contribute to the better design and application of policies aimed towards small-scale dairy systems and to the transformation link.

Keywords: Prospective analysis, costs of production, small-scale dairy systems, stochastic models, deterministic models, Monte Carlo simulation.

CONTENIDO

	PÁGINA
Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	v
Contenido.....	vii
Índice de tablas.....	xiv
Índice de figuras.....	xvi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO 2	10
CONTEXTO MUNDIAL Y NACIONAL DEL MERCADO DE LECHE	10
2.1 Contexto mundial del mercado de leche.....	13
2.1.1 Consumo mundial.....	13
2.1.2 <i>Importaciones</i>	15
2.1.3 <i>Exportaciones</i>	16
2.2 Contexto nacional del sistema lechero mexicano.....	17

2.2.1	<i>Crecimiento económico</i>	20
2.2.2	<i>Producto interno bruto</i>	20
2.2.3	<i>Tipo de cambio</i>	21
2.2.4	<i>Precio del petróleo</i>	23
2.2.5	<i>Población</i>	25
2.2.6	<i>Precio al productor</i>	26
2.2.7	<i>Tasa de interés (Cetes 28 días)</i>	27
2.3	El sistema lechero de pequeña escala en México.....	28
2.4	El sistema lechero de pequeña escala en el Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco.....	29

CAPÍTULO 3 **32**

MARCO TEÓRICO **32**

3.1	Competitividad.....	32
3.1.1	<i>El nivel de la empresa</i>	34
3.1.2	<i>El nivel de la industria</i>	34
3.1.3	<i>El nivel regional</i>	35
3.1.4	<i>El nivel nacional</i>	36
3.2	Ventaja comparativa.....	36
3.3	Ventaja competitiva.....	37
3.4	Rentabilidad.....	38

3.5	Metodología para analizar la competitividad utilizada en este estudio.....	39
3.6	Riesgo e incertidumbre.....	40
3.7	Simulación Monte Carlo.....	42
3.8	Metodología para analizar el riesgo utilizada en este estudio.....	44
3.9	Antecedentes de cadena de valor.....	44
3.10	La cadena de valor: aspectos teóricos y conceptuales.....	45
3.11	Diferencia entre cadena de valor y cadena agroalimentaria.....	46
 CAPÍTULO 4		49
MATERIALES Y MÉTODOS		49
4.1	Área de estudio.....	49
4.2	Herramienta para la obtención de información en el análisis de competitividad.....	50
4.3	Herramienta para la obtención de información en el análisis de viabilidad económica y financiera.....	52
4.4	Metodología para el análisis de competitividad.....	53
4.4.1	<i>Descripción de variables representadas en la Matriz de Análisis de Política.....</i>	55
4.4.2	<i>Interpretación y definición de rubros contables que integran la Matriz de Análisis de Política.....</i>	56
4.4.2.1	<i>Valor agregado.....</i>	58
4.4.2.2	<i>Consumo intermedio.....</i>	58
4.4.2.3	<i>Ventaja comparativa.....</i>	58

4.4.2.4	<i>Coeficiente de protección nominal</i>	59
4.4.2.5	<i>Coeficiente de protección efectiva</i>	59
4.5	Metodología para el análisis de viabilidad económica y financiera.....	60
4.5.1	<i>Programación de un modelo estocástico</i>	62
4.5.2	<i>Verificación y validación del modelo</i>	62
4.5.3	<i>Construcción de un modelo para determinar la viabilidad económica y financiera</i>	65
4.5.4	<i>Variables del modelo en el análisis de producción de cultivos</i>	66
4.5.4.1	<i>Precio estocástico de cultivos</i>	67
4.5.5	<i>Variables generales estocásticas del modelo</i>	68
4.5.5.1	<i>Ingresos</i>	69
4.5.5.2	<i>Gastos</i>	70
4.5.5.3	<i>Variables de flujo de caja</i>	70
4.5.5.4	<i>Variables financieras o de salida clave</i>	72
4.6	Dominancia Estocástica.....	73
4.6.1	<i>Dominancia Estocástica de Primer Orden</i>	74
4.6.2	<i>Dominancia Estocástica de Segundo Orden</i>	76
4.6.3	<i>Dominancia Estocástica con Respecto a una Función</i>	77

CAPÍTULO 5	80
RESULTADOS	80
5.1 Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo: 2000-2012.....	81
5.2 Competitividad y rentabilidad privada en la lechería de pequeña escala...	108
5.3 Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico.....	124
5.4 Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: panorama económico 2010-019.....	144
5.5 Economic and financial viability of small-scale dairy systems in central Mexico: Economic scenario 2010-2018.....	162
 CAPÍTULO 6	 193
OTROS RESULTADOS	193
6.1 Análisis de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala.....	193
6.2 Estructura de la cadena agroalimentaria.....	194
6.2.1 <i>Eslabón de transformación</i>	195
6.3 Metodología para analizar la competitividad y márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria.....	196
6.4 Resultados.....	196
6.5 Análisis de competitividad para el eslabón de producción de insumos.....	196
6.5.1 <i>Coefficiente de rentabilidad privada</i>	198

6.5.2	<i>Consumo intermedio en el ingreso total</i>	198
6.5.3	<i>Valor agregado en el ingreso total</i>	199
6.5.4	<i>Valor agregado a precios privados</i>	199
6.5.5	<i>Relación de costo privado</i>	199
6.6	<i>Análisis de competitividad para el eslabón de producción de leche</i>	200
6.6.1	<i>Coeficiente de rentabilidad privada</i>	201
6.6.2	<i>Derrama económica de la actividad lechera hacia el resto de los sectores económicos</i>	201
6.6.3	<i>Contribución a la economía sectorial y regional</i>	202
6.6.4	<i>Valor agregado a precios privados</i>	202
6.6.5	<i>Relación de costo privado</i>	203
6.7	<i>Análisis de competitividad para el eslabón de transformación</i>	203
6.7.1	<i>Coeficiente de rentabilidad privada</i>	205
6.7.2	<i>Consumo intermedio en el ingreso total</i>	205
6.7.3	<i>Valor agregado en el ingreso total</i>	205
6.7.4	<i>Valor agregado a precios privados</i>	205
6.7.5	<i>Relación de costo privado</i>	206
6.8	<i>Márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala</i>	207
6.8.1	<i>Resultados</i>	207
6.8.2	<i>Conclusiones</i>	211

CAPÍTULO 7	212
CONCLUSIONES GENERALES.....	212
LITERATURA CITADA.....	214
ANEXOS.....	222
Anexo Tabla 1. Simulación de precios de tres insumos alimenticios.....	222
Anexo Tabla 2. Pasos para determinar una DME.....	223
Anexo 3. Carta de aceptación de artículo.....	229
Anexo 4. Portada de libro del capítulo publicado.....	230
Anexo 5. Carátula de artículo publicado.....	231
Anexo 6. Portada del libro del capítulo publicado.....	232
Anexo 7. Resumen de publicaciones complementarias.....	233

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Consumo de leche fluida para diferentes países, 2008-2013.....	14
Tabla 2. Lácteos oferta y demanda en México.....	19
Tabla 3. Producto interno bruto.....	20
Tabla 4. Información base para calcular el tamaño de muestra.....	51
Tabla 5. Muestra estratificada de productores lecheros de pequeña escala.....	51
Tabla 6. Estructura de la Matriz de Análisis de Política.....	53
Tabla 7. Interpretación de impacto neto de políticas para diferentes valores de I, J, K o L.....	56
Tabla 8. Precios históricos de tres insumos alimenticios.....	63
Tabla 9. Validación de resultados para el precio del maíz amarillo.....	64
Tabla 10. Costos de producción por hectárea de cultivo en sistemas lecheros de pequeña escala año base, 2013.....	66
Tabla 11. Variables de entrada y salida para el sistema lechero de pequeña escala.....	68
Tabla 12. Determinación de Dominancia Estocástica con Respecto a una Función para cuatro alternativas de inversión.....	78
Tabla 13. Costos de producción por hectárea de cultivo. Margen absoluto (\$/kg) y relativo (%)......	197
Tabla 14. Coeficiente de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de producción de insumos.....	200

Tabla 15. Costos de producción por litro de leche. Margen absoluto (\$/L) y relativo (%).....	201
Tabla 16. Coeficientes de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de producción de leche.....	203
Tabla 17. Costos de producción por kilogramo de queso panela y ranchero. Margen absoluto (\$/kg) y relativo (%).....	204
Tabla 18. Coeficientes de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de transformación.....	206
Tabla 19. Márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria de leche de pequeña escala.....	210

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Partición de los principales países productores de leche fresca de bovino a nivel mundial.....	11
Figura 2. Principales países importadores de leche descremada y entera en polvo 2010.....	15
Figura 3. Principales países exportadores de leche descremada y entera en polvo 2013.....	17
Figura 4. Crecimiento del producto interno bruto mexicano.....	21
Figura 5. Tipo de cambio mexicano.....	23
Figura 6. Precio del petróleo mexicano.....	24
Figura 7. Crecimiento de la población mexicana.....	25
Figura 8. Índice nacional de precios al productor.....	26
Figura 9. Tasa de interés nominal.....	27
Figura 10. Principales estados productores de leche de pequeña escala, doble propósito y tecnificada por regiones agroecológicas en México.....	29
Figura 11. Competitividad sistémica.....	33
Figura 12. División distrital del estado México.....	49
Figura 13. Pasos para programar un modelo de simulación con el programa MexSim.....	62
Figura 14. Pasos para construir un modelo de simulación económica y financiera con el programa MexSim.....	65

Figura 15. Distribuciones de probabilidades acumuladas para alternativas A y B, en Dominancia Estocástica de Primer Orden.....	76
Figura 16. Distribuciones de probabilidades acumuladas para estrategias A y B, en Dominancia Estocástica de Segundo Orden.....	77
Figura 17. Dominancia Estocástica con Respecto a una Función para cuatro alternativas de negocio.....	79
Figura 18. Modelo general de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala en siete comunidades del Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco.....	194

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Existe un axioma que cada vez cobra mayor importancia y urgencia: las sociedades de hoy son más intensivas en el uso de conocimientos y su desarrollo económico y social depende, por lo mismo, directamente del aprovechamiento de los diferentes capitales y recursos. En este escenario el productor necesita tomar decisiones complejas y estas solo serán eficaces si se encuentran cimentadas en una información económica y financiera fiable (Vásquez et al., 2010), que permita al productor aumentar su productividad, competitividad y viabilidad económica, como palancas claves en el desarrollo de la economía nacional (Abarzúa, 2005).

El sistema lechero de pequeña escala, como un subsector integrado en el sector ganadero, se mueve en un entorno de incertidumbre consecuencia de las reformas políticas internas, la liberalización del mercado y los pobres subsidios a este sector (Cesín et al., 2007). A esto se suma la complejidad inherente de la propia actividad y su competitividad, difícil como consecuencia de los cambios estructurales actuales y donde al empresario ganadero sólo le queda un pequeño margen de ganancias en el precio, siempre que consiga un producto de calidad, que hoy exige el mercado.

Esta situación genera retos en cada país, que parten de indicadores nacionales los cuales reflejan necesidades de evaluaciones económicas para medir las capacidades reales en los sistemas agropecuarios. Sin embargo, pocas veces, estos retos incluyen la realidad local y regional (Abarzúa, 2005), que permita agregar otras variables, como la distribución de la inversión, uso de mano de obra familiar, producción de insumos, cercanía de zonas de distribución y procesamiento, condiciones de comercialización, y estabilidad económica a largo plazo (Torres y Lima, 2006; Posadas-Domínguez et al., 2013a), es decir, un conjunto de realidades que no siempre se refleja en las evaluaciones habituales sobre el tema.

La literatura especializada a nivel nacional e internacional ha demostrado que las variables mano de obra familiar (MOF), producción de insumos, comercialización y subsidios tienen un impacto directo en la rentabilidad, competitividad y viabilidad del sistema lechero de pequeña escala.

Staal et al. (2008) en un estudio realizado en el sur de Asia y Este de África, señalaron la importancia de la MOF en la viabilidad económica de sistemas lecheros de pequeña escala ya que este insumo genera un mecanismo de sustitución de capital económico por mano de obra. Ndambi et al. (2008) y Ndambi y Hemme (2009) en investigaciones realizadas en sistemas lecheros de pequeña escala en África señalan que la importancia de la MOF no solo se refleja en la creación de empleos (impacto social), sino también, en su estabilidad económica y financiera, al ser la MOF, un mecanismo que aporta su labor a los procesos de producción sin percibir un ingreso constante lo que permite crear una frontera de posibilidades para apalancar al sistema en situaciones críticas.

Gómez et al. (2007) en Perú, Cabrera et al. (2010) en USA, Zhuo et al. (2013) en China y Posadas-Domínguez et al. (2014) en México, reportaron que la MOF tiene un impacto directo en los costos totales de producción y aumento de ingresos, lo que está directamente correlacionado con la rentabilidad, competitividad y viabilidad económica del sistema lechero de pequeña escala.

La producción de insumos al igual que la MOF son elementos clave que le han permitido al sistema lechero de pequeña escala permanecer dentro del mercado de competencia actual (Carranza-Trinidad et al., 2007; Hemme y Otte, 2010). Zimmermann y Heckelei (2012) en un estudio en la industria lechera Europea concluyen que la volatilidad en el precio de insumos alimenticios en el mercado se relaciona con una mayor incertidumbre y hace que las granjas eviten nuevas inversiones, por tanto, reduce el crecimiento agrícola y su viabilidad económica. Wiek y Heckelei (2007) demostraron que la producción de forraje disminuye el

costo marginal de producción y aumenta la rentabilidad económica del sistema lechero de pequeña escala Europeo.

En México se ha mostrado que la producción de insumos alimenticios particularmente en el sistema lechero de pequeña escala aumenta significativamente la competitividad y viabilidad económica a largo plazo (Ochoa et al., 1998; Carranza-Trinidad et al., 2007; Posadas-Domínguez et al., 2013b).

En los análisis mediante modelación econométrica, se ha reportado que la producción de alimento tiene un efecto del 93% en la reducción de costos por concepto de alimentación, comparado con el 47% cuando se compra el alimento (Bozic et al., 2012).

En México particularmente, en el Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco (DDRT) se demostró que la producción de insumos alimenticios en el sistema lechero de pequeña escala disminuye más del 50% los costos de alimentación comparado con la compra de insumos en las forrajeras locales (Posadas-Domínguez et al., 2013b). Por su parte, Herbst et al. (2010) concluyeron en un análisis realizado en el sistema lechero de Texas, que los hatos lecheros de pequeña escala presentan una ventaja al producir la mayor parte de los insumos de producción ya que logran disminuir un 75% sus costos de producción en relación con hatos de gran escala ya que al comprar la mayor parte de sus insumos aumentan un 77% sus costos productivos.

Los subsidios tienen un papel importante en la competitividad y una gran controversia en el mercado internacional de la leche. La Secretaría de Economía mexicana (2012), señala que las reformas en política agrícola y los altos subsidios en los países industrializados como Estados Unidos y los de la Unión Europea, han tenido y pueden tener un alto impacto en el comercio de leche y derivados, afectando con ello la producción interna de países en desarrollo como México, por la competencia con productos más baratos.

En este contexto, la mayoría de los estudios a nivel internacional siguen señalando que los subsidios gubernamentales juegan un papel preponderante en la permanencia de los sistemas agropecuarios de pequeña escala, aunque en estos trabajos se admite el hecho de que los subsidios se relaciona negativamente con la eficiencia técnica de las fincas pero positivamente con su rentabilidad (Bognec y Latrueffe, 2013; Viaggi et al., 2013; Hendricks et al., 2012; Jonnason et al., 2012; Franco et al., 2012).

González-Estrada y Orrantia-Bustos (2006) concluyen que los subsidios en forma de transferencias en México, como el de Apoyo Directo al Campo (PROCAMPO) deberían ser eliminados hasta donde fuera políticamente posible porque tienen efectos económicos y de bienestar agregado negativos, por lo tanto, esas políticas del gasto son ineficientes desde el punto de vista de la economía nacional y de la sociedad mexicana en su conjunto. Así mismo, destaca que la ineficiencia de la política de subsidios y de protección a la agricultura en la etapa actual del desarrollo agrícola de México, significa que es posible lograr con los mismos recursos destinados a los subsidios agrícolas mayores beneficios económicos y sociales si se les usará de manera más eficiente, como en infraestructura de riego y de transporte, investigación, difusión, educación, capacitación, organización para la compra de insumos y para la venta de la producción, seguro agrícola, crédito, etc.

Es claro que la política agrícola mexicana no ha tenido los beneficios esperados y se le ha criticado, principalmente por que el desempeño de los subsidios no está impactando de manera contundente en los sistemas agropecuarios. Esto no quiere decir que se le debe retirar el apoyo al campo mexicano, si no, que se deberían buscar mecanismos más eficientes por parte de los responsables de la política agrícola que verdaderamente se reflejen en sistemas más rentables y de esta manera poder hacer frente a la competencia internacional.

Se ha documentado previamente que la producción de insumos alimenticios y empleo de MOF, le han permitido al sistema lechero de pequeña escala aumentar su competitividad y viabilidad económica sectorial. Sin embargo, diversas investigaciones e instituciones gubernamentales en México han señalado que las ventajas comparativas del sistema lechero

de pequeña escala se han visto disminuidas por el efecto en la desarticulación que enfrenta en el espectro completo de la cadena agroalimentaria, lo cual ha sido factor para que la economía de estos sistemas productivos, en términos financieros y de rentabilidad se vea disminuida por la poca integración, escasa agregación de valor al producto (leche), y la marginación de venta de su producto a mercados locales o regionales, situación que se ha reflejado en un comportamiento decreciente en la participación nacional (García et al., 2005; FIRCO, 2008; SAGARPA, 2010; SIAP, 2013a).

Esta situación, crea un escenario complejo para el sistema lechero de pequeña escala mexicano y su cadena agroalimentaria, en donde, uno de sus principales desafíos estará en avanzar hacia el diseño de políticas que permitan potenciar e incentivar un desarrollo más productivo, competitivo y sostenible, aprovechando las fortalezas a favor e identificando factores críticos. Iglesias (2002) menciona que las fortalezas de un sistema de producción se pueden aprovechar de mejor manera cuando se produce una integración; es decir, estableciendo vínculos entre las empresas productoras en los diversos eslabones de la cadena productiva; con visión a largo plazo, estrechando relaciones; mejorando sus costos y estableciendo estrategias conjuntas frente al mercado.

No obstante, llevar a cabo análisis económicos completos de una cadena agroalimentaria a nivel regional o estatal, para conocer sus fortalezas y debilidades es complejo, por el tamaño de la actividad, la diversidad de los sistemas de producción y por la cantidad de productos que integran la cadena, lo cual requiere gran cantidad de recursos y tiempo para realizarlo (Cuevas et al., 2007). Por esta razón, en este trabajo se planteó un estudio a nivel municipal, que permitirá probar la metodología de la Matriz de Análisis de Política (MAP) en el análisis de la competitividad en la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala del municipio de Texcoco. Se seleccionó al municipio de Texcoco por ser el mayor productor de leche a nivel Distrito con 21.3 millones de litros (SIAP, 2014) y por qué en este municipio predomina la lechería de pequeña escala (Posadas-Domínguez et al., 2014).

El análisis de competitividad analiza diversos factores micro y macroeconómicos de gran importancia para conocer el estado económico actual de un sistema-producto (Monke y

Pearson, 1989). Sin embargo, existe una tendencia en el área económica, agropecuaria y de política agrícola de emplear herramientas con modelación estocástica, las cuales no solo te permiten conocer la realidad actual de un sistema si no también proyectar su comportamiento futuro (Lien, 2003).

En el área económica y de gestión, los investigadores y tomadores de decisiones han reconocido la importancia de tomar en cuenta el riesgo al llevar a cabo análisis de rentabilidad y viabilidad económica (Grové, 2007). No obstante, la falta de datos, el tiempo de modelado y los conocimientos necesarios dificulta la implementación del análisis de riesgo en sistemas agropecuarios.

En este contexto, diversas investigaciones coinciden en que el conocimiento de la naturaleza de los riesgos que afectan a los sistemas agropecuarios es la clave para el desarrollo de soluciones adecuadas y toma de decisiones (Lien, 2003; Grové, 2007; Richardson et al., 2007a; Hardaker y Lien, 2010).

La tendencia en el uso de modelación estocástica viene antecedida porque se ha concentrado un gran interés por parte de los tomadores de decisiones a nivel finca (productores) y de política agrícola a nivel nacional (Richardson et al., 2000), en predecir el comportamiento futuro de un negocio agropecuario (Richardson, 2007).

El análisis de riesgo en el área agropecuaria ha tenido mucha discusión en los métodos y herramientas para evaluar la toma de decisiones de los agricultores. Sin embargo, se ha demostrado que el análisis de probabilidad es a menudo el componente analítico más importante para la toma de decisiones en ambientes de riesgo (Reutlinger, 1970; Hardaker et al., 2004a; Richardson, 2007). Dado que el uso de modelos deterministas solo muestra un punto de estimación para la variable principal, en lugar de las distribuciones de probabilidad que estiman las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto (Vargas-Leitón y Cuevas-Abrego, 2009).

No obstante, el análisis del riesgo por si solo es un área sumamente compleja, tanto para los analistas como para el dueño del capital, ya que se deben tomar en cuenta muchos aspectos en una decisión acerca de una inversión futura, los agricultores (dueños del capital) tienen que incluir en su decisión diferentes cuestionamientos y formarse una opinión sobre diversas preguntas y como afectarían estas su decisión en la inversión de capital económico, por ejemplo: ¿Qué pasaría si mi sistema de producción requiere contratar mano de obra para las distintas actividades productivas? ¿Cuántas horas por semana o jornaleros necesito contratar? ¿Cuál es el costo fijo por hora y jornal que tengo que pagar? ¿Habrá un cambio en las tasas de inflación e interés en los próximos años? ¿Cuál será la disposición del gobierno para retirar los subsidios existentes en el futuro?, y si es así ¿Cómo? Afecta a mis ingresos netos ¿Cuál es el precio por litro de leche al que se podría vender en el futuro?, estas, y otras incertidumbres similares implica la necesidad de análisis estocásticos (Lien, 2003).

Richardson y Nixon (1982) desarrollaron el modelo FLIPSIM (The Farm Level Income and Policy Simulation Model) un modelo econométrico para análisis estocástico integral a nivel finca. El FLIPSIM simula los precios de insumos y productos bajo condiciones de riesgo, en actividades económicas anuales de una granja en horizontes de planeación futuros. Este modelo se ha utilizado en la comparación de estrategias de gestión de riesgo (Duffy et al., 1986) en el análisis de políticas (Lee et al., 2001), en análisis financieros (Lien, 2003), etc.

Richardson et al. (2000) desarrollaron una variante del FLIPSIM, llamado Simetar (Simulation Econometrics to Analyze Risk) el cual permite analizar con mayor robustez el análisis estocástico integral de una empresa industrial o agropecuaria. El Simetar lo ha utilizado Richardson et al. (2007a y 2007b) en estrategias de gestión de riesgo, Dlamini y Fraser (2010) en la reconversión de sistemas productivos, Barham et al. (2011) en análisis de política, Williams et al. (2012) en la gestión y toma de decisiones, etc.

En México, los estudios empíricos con modelación estocástica implementados para conocer el efecto del riesgo en los sistemas de producción agropecuarios son limitados. Ochoa et al.

(1998) y Sagarnaga et al. (1999) llevaron a cabo estudios utilizando modelación econométrica con simulación Monte Carlo (SMC), el objetivo fue determinar el comportamiento económico de granjas representativas en el sistema lechero y porcino de pequeña, mediana y gran escala en México. Los resultados mostraron que las condiciones económicas de México se observan favorables para la expansión de la industria lechera de pequeña escala. En cuanto a la porcicultura mexicana la información y el ciclo de análisis 1995-2004 coincidente con la crisis económica de México en el 1994, fue un factor que no permitió acercarse a una conclusión certera del comportamiento financiero del sistema porcino. Sin embargo, estos estudios tienen más de una década y las condiciones macro y microeconómicas han cambiado en la actualidad.

Zavala-Pineda et al. (2012) realizaron un estudio con modelación econométrica para analizar la viabilidad económica y el impacto de la política agrícola del sistema porcino mexicano utilizando el programa de riesgo y análisis econométrico para México MexSim. Los resultados mostraron que con o sin transferencias gubernamentales la porcicultura mostrará en los próximos años una situación económica favorable. Por tanto, es factible aplicar una política de expansión de la producción con bajos costos fiscales que cierre la brecha creciente entre producción y consumo nacional. Sin embargo, esta investigación sólo analiza la construcción de unidades representativas y su viabilidad económica, dejando de lado el análisis de viabilidad financiera y de variables de riesgo que pueden tener impacto en la permanencia del sistema en el futuro.

El riesgo juega un papel importante en los sistemas agropecuarios mexicanos, ya que el entorno en el que se desarrolla la producción interna tiene un comportamiento inestable en precios de insumos alimenticios, precios de los productos agrícolas y la variación en el tipo de cambio, tasa de interés e inflación. La inestabilidad en estas variables tiene impacto directo en la viabilidad económica pero sobre todo la toma de decisiones a largo plazo (Richardson et al., 2007a y 2007b; Outlaw et al., 2007; Lien et al., 2007; Lien et al., 2009). Este es uno de los dos temas centrales en este trabajo de investigación.

1.1 Objetivo general

Evaluar la competitividad y viabilidad económica de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala del nor-orienté del Estado de México.

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar la rentabilidad del sistema lechero de pequeña escala.
2. Evaluar la competitividad del sistema lechero de pequeña escala.
3. Evaluar la viabilidad económica y financiera del sistema lechero de pequeña escala.
4. Evaluar la competitividad y viabilidad económica de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala.

CAPÍTULO 2

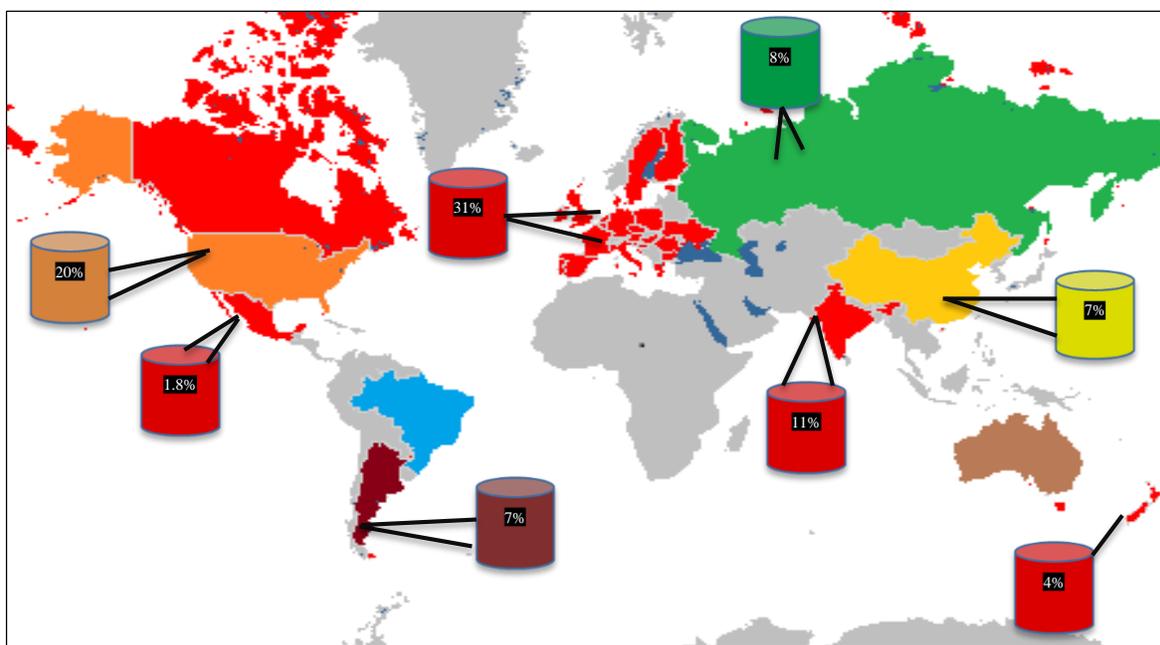
CONTEXTO MUNDIAL Y NACIONAL DEL MERCADO DE LECHE

2.1 Contexto mundial del mercado de leche

El consumo y el comercio mundial de alimentos en general y de lácteos en particular está influenciado por un conjunto de factores referidos al contexto macroeconómico esperado, la evolución de la población mundial, localización de los países, políticas de apoyo a la producción y comercialización, así como las negociaciones internacionales. Todos estos factores afectan la demanda, oferta y el comercio mundial (OCDE-FAO, 2011).

Las reformas en política agrícola de los países, así como las negociaciones comerciales internacionales han tenido y pueden tener un alto impacto en el comercio de lácteos debido a que se trata de un sector que mantiene una política de proteccionismo, especialmente en los países industrializados, que concentran actualmente la mayor parte de la demanda y las importaciones de lácteos. Las políticas de alto proteccionismo son medidas que han adoptado un gran número de países en el mundo ya que se considera la producción y abasto de leche como una prioridad nacional. Países desarrollados como Estados Unidos de América (EUA) y los de la Unión Europea (UE), producen un gran volumen de leche, por lo cual sus excedentes terminan vendiéndolos en el mercado internacional con grandes subsidios, distorsionando fuertemente los precios (Secretaría de Economía, 2012).

Durante los últimos años, la UE ha sido la región productora de leche de bovino por excelencia a nivel mundial, durante el 2010 ostentó una producción de 134 millones de toneladas (31% de la leche fresca a nivel mundial), seguida por los EUA con una producción de 86 millones de toneladas, la India con 48 millones (Figura 1).



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Economía, 2012

Figura 1. Participación de los principales países productores de leche fresca de bovino a nivel mundial.

De acuerdo con estadísticas de la OCDE-FAO (2011). **Asia** continúa siendo el continente con el mayor dinamismo en producción de lácteos a nivel mundial, impulsado por el ritmo de crecimiento rápido en países como India y China. Se estima una producción en la región de 265 millones de toneladas de leche, un 3.4% más que en 2011. De este total en 2013, la India aportó el 45%, 34.4 millones de toneladas de leche, 2.3 millones de toneladas más que en 2012, ya que los agricultores respondieron a una demanda interna muy activa. En China, la industria lechera está tratando de recuperarse del escándalo de la melamina, que, junto con los niveles bajos de rentabilidad de las explotaciones, ha reducido el crecimiento a niveles situados muy por debajo del doble dígito observado en los últimos años. Las perspectivas actuales cifran la producción nacional de 2013 en 57.7 millones de toneladas, con un decremento del 0.3% con respecto al 2012.

En **África**, la producción debería aumentar en un 1 por ciento a 38 millones de toneladas, debido principalmente a los aumentos en Kenia y Malí. En general, los productores de leche comercial en África han sentido los efectos del alza en los precios de insumos, lo que limita el crecimiento de la producción.

En **América del Norte**, se prevé que la producción de leche aumente en 2013 a 90.6 millones de toneladas en los EUA, donde la industria está reconstituyendo su cabaña lechera en respuesta a una buena demanda nacional e internacional. En **América del Sur**, la situación de los pastizales ha sido buena durante la temporada 2012/2013 y la producción lechera se ha incrementado en algunos países, como Argentina, Brasil y Chile. Sin embargo, este aumento se ha atenuado a causa de la competencia de los productos agrícolas por las tierras de pastoreo, debido a los precios internacionales favorables de que gozan dichos productos, lo cual limita el potencial de expansión del hato lechero.

En **Europa**, la producción aumentó en 0.5 por ciento del 2012 a 2013, este aumento en producción se explica por rendimientos crecientes en producción por vaca, lo cual, compensa con creces la reducción del hato lechero. El sector sigue estando sujeto a límites de producción, en virtud de un sistema de contingencias que aumenta en un 1 por ciento cada año hasta que cese en 2015. En la Federación de Rusia, la sequía del 2009 provocó una contracción del hato lechero, ya que la grave escasez de insumos indujo a los productores a sacrificar animales. Consiguientemente en el periodo 2009-2012 se observaron contracciones en su producción del 2%, no obstante en 2013 tuvo un repunte de 5.7% con respecto a la producción del 2012.

En **Oceanía**, el fortalecimiento de los precios internacionales de productos lácteos ha creado un entorno favorable para que los agricultores amplíen la producción en los próximos años. La sequía del 2010/11, seguida de unas condiciones fuertemente húmedas, han limitado el crecimiento de la producción lechera en Nueva Zelanda. Sin embargo, en 2013 las

condiciones idóneas en este país repuntaron su producción en 5.8% con respecto a su año inmediato anterior. En Australia, el final de la sequía prolongada alienta a los productores a reconstruir su hato lechero, por lo que en 2013 su producción creció en 1.2% con respecto al 2012.

2.1.1 Consumo mundial

En la última década el crecimiento del consumo mundial de lácteos se asoció en gran medida al aumento de la población mundial. Aproximadamente el 70% de los aumentos en la demanda se atribuyen a este factor, en tanto que el crecimiento del consumo por habitante explicó el restante 30%. (Secretaría de Economía, 2012).

El consumo mundial de leche y derivados se incrementó principalmente en los países desarrollados en el periodo 2000-2011. Se estima que la población mundial consume anualmente cerca de 500 millones de toneladas equivalentes de leche en diversas presentaciones para alimento humano (Secretaría de Economía, 2012). El 85% corresponde a leche de vaca y el resto a otras especies (búfalo 11%, cabra 2% y otras 2%).

En los últimos diez años, el consumo humano total de leche ha crecido a una tasa media anual del 1.6% observándose dos comportamientos paralelamente, el de los países desarrollados y el de los países en desarrollo (Tabla 1). Los países desarrollados tienden a una ligera disminución de sus consumos per-cápita (Holanda 329 kg, EUA 254 kg, Nueva Zelanda 210 kg). Actualmente consumen en promedio el equivalente a 200 kg de leche por habitante al año. En países en desarrollo el consumo per-cápita tiende a incrementarse por arriba del crecimiento demográfico. Hoy día está muy por debajo de los 188 kg recomendado por FAO (China 8 kg, Indonesia 5 kg, Perú 55 kg, México 97 kg, Brasil 128 kg). Actualmente, el

promedio de consumo por habitante es de 44 kg, menos de la cuarta parte de la cantidad recomendada.

El crecimiento sostenido de la población en la India y China primer y tercer consumidor de leche en el mundo, implica, que para el final de la presente década, juntos representarán más de la tercera parte del consumo global de productos lácteos (Tabla 1).

Tabla 1. Consumo de leche fluida para diferentes países 2008-2013 (miles de toneladas)

País	2008	2009	2010	2011	2012p/	2013e/
Norteamérica						
Canadá	3,145	3,103	3,184	3,164	3,200	3,250
Estados Unidos	28,124	28,550	28,896	28,261	28,755	28,760
México	4,263	5,206	5,167	4,100	4,168	4,171
Subtotal	35,532	36,859	37,247	35,525	36,123	36,181
América del Sur						
Argentina	1,975	2,100	2,130	2,093	2,157	2,232
Brasil	10,684	10,895	11,278	11,429	11,715	12,000
Subtotal	12,659	12,995	13,408	13,522	13,872	14,232
Unión Europea 1/p	33,744	33,700	33,738	33,870	33,950	33,950
Europa del Este						
Rusia	12,100	12,114	11,775	11,700	11,205	11,210
Ucrania	3,520	3,483	5,342	5,442	5,345	5,487
Subtotal	15,620	15,597	17,117	17,142	16,550	16,697
Asia						
China	14,581	11,791	12,060	12,600	13,460	14,350
India	44,520	48,160	49,140	51,660	52,000	54,400
Japón	4,442	4,264	4,150	4,058	4,010	3,970
Subtotal	63,543	64,215	65,350	68,318	69,470	72,720
Oceanía						
Australia	2,205	2,272	2,284	2,418	2,454	2,490
Nueva Zelanda	345	300	300	300	300	300
Subtotal	2,550	2,572	2,584	2,718	2,754	2,790

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP. Boletín de leche enero-marzo, 2013b.

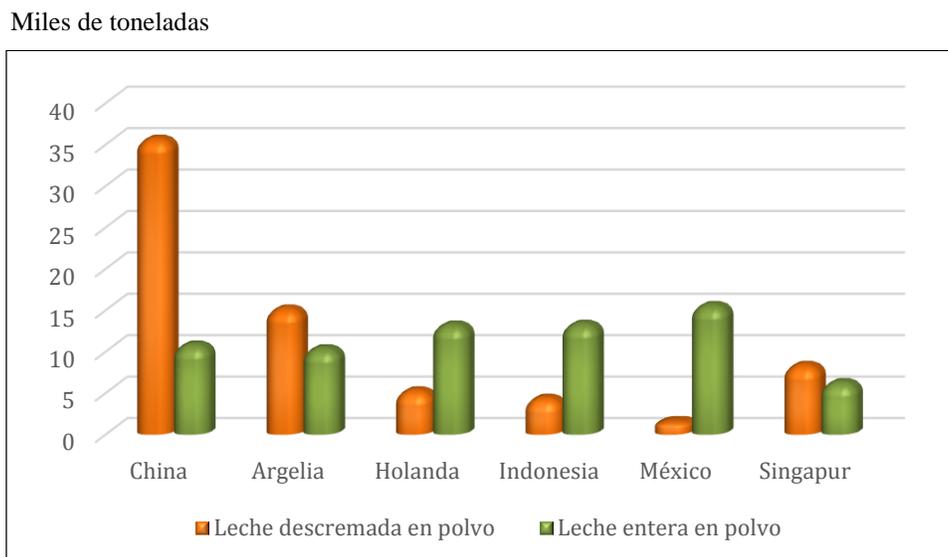
p/, Datos preliminares: e/, Datos estimados.

2.1.2 Importaciones

Las importaciones a nivel mundial tienen particularidades que surgen de cuatro aspectos:

- 1) La división entre países con problemas de fiebre aftosa y aquellos que no la tienen;
- 2) La creciente variedad de productos que se comercializan;
- 3) La participación de grandes corporaciones; y
- 4) Las distorsiones que existen en los mercados.

En los países de América Latina existe una marcada tendencia al aumento de las importaciones de productos lácteos. México, Brasil, Venezuela y países Latinos contabilizan más del 90 por ciento del déficit comercial de lácteos (Figura 2), en tanto que Argentina y Uruguay tienen el mayor superávit. Por su parte, EUA resulta un importador neto de productos lácteos, sus exportaciones (altamente subsidiadas) son especialmente insumos lácteos como leche en polvo, y sus importaciones son quesos de alto valor agregado (Secretaría de Economía, 2012).



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Economía, 2102

Figura 2. Principales países importadores de leche descremada y entera en polvo 2010.

2.1.3 Exportaciones

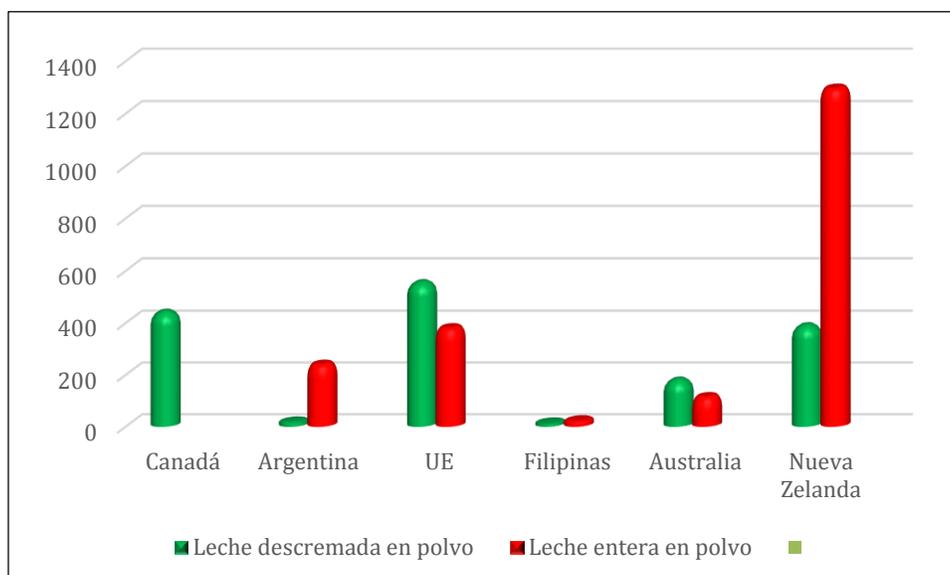
Las exportaciones de leche y sus derivados a nivel mundial recaen en tres regiones (UE, Oceanía y EUA) responsables del 70% de las exportaciones mundiales. La UE ocupa el primer sitio como exportadora de quesos, leche entera en polvo y descremada, y el segundo como exportador de mantequilla, después de Nueva Zelanda. La política de precios es el eje central para los programas de fomento lechero y establece un precio mínimo obligatorio de garantía. Además hay medidas de control de la producción para reducir los excedentes. La UE apoya la producción lechera con mecanismos de soporte al precio de mercado, aranceles y subsidios a la exportación.

Oceanía (Nueva Zelanda y Australia) ocupa el segundo y tercer lugar de las exportaciones mundiales de lácteos: Nueva Zelanda 22% y Australia 13%. Oceanía no está en los primeros lugares en volumen de leche producida, pero su impacto en el ámbito mundial es significativo por sus altos niveles de exportación. Nueva Zelanda exporta poco más de 70% de su producción lechera y Australia poco más de 50%, siendo los países que exportan más en relación con su producción interna.

En Australia y Nueva Zelanda el sector lechero tiene poca intervención gubernamental. Su competitividad en el mercado internacional se explica principalmente porque sus sistemas de producción están basados en el pastoreo, lo que les permite producir con los costos más bajos del mundo (Secretaría de Economía, 2012).

Estados Unidos de América es el cuarto exportador de lácteos en el mundo, aunque fue el primero respecto a su participación en el valor de las importaciones mundiales. El sector lácteo de EUA se orienta más hacia el consumo interno que a la exportación (SIAP, 2013b).

Miles de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Economía, 2012

Figura 3. Principales países exportadores de leche descremada y entera en polvo 2013.

2.2 Contexto nacional del sistema lechero mexicano

El sector de lácteos es uno de los más complejos en la cadena de producción pecuaria. Tiene un ciclo de producción largo e interactúa activamente con el sector bovino de carne y con el mercado de forrajes. Así mismo, un importante número de productores en México participan en la cadena bajo una dualidad en la producción, tanto de carne como de leche (SAGARPA, 2011a).

En 2011 se estima que cerca de 6.7 millones de vacas lecheras fueron ordeñadas bajo distintos tipos de tecnificación. Para 2010-2020, se espera una recomposición del hato lechero nacional, se estima un incremento en el hato tecnificado y una disminución en el de doble propósito (Tabla 2).

A pesar de la disminución del hato se espera un incremento en la producción de leche fluida derivado de un aumento en la tecnificación. En 2012 la producción fue de 10.9 mil millones de litros (mml) de leche fluida y en 2020 se pronostica una producción de 12.5 mml. Durante este periodo, se estima un consumo y uso industrial de 4.4 y 6.6 mml en 2011 y para 2020 de 4.8 y 7.7 mml respectivamente.

Con relación al consumo de subproductos, se espera un incremento durante el periodo 2011-2020. Para el caso del queso que pase de 247 mil toneladas a 283 mil; la leche en polvo descremada de 247 a 283 mil toneladas, y en la mantequilla de 175 a 208 mil toneladas. El mismo comportamiento se espera para las importaciones de leche descremada en polvo y mantequilla; en cuanto a la primera, que éstas se mantengan en un nivel anual de 165 mil tm; y que las de mantequilla tienda su nivel a 48 mil toneladas (SAGARPA, 2011b).

El consumo de leche en México está ligado al ingreso real, precios y las preferencias de los consumidores. Un poco más del 40% del consumo total es en forma de leche fluida y el resto se utiliza en productos manufacturados (SAGARPA, 2011a). La demanda por este producto mantiene una tendencia a la alza de manera progresiva. Se estima que el consumo pasará de 10.5 mil millones de litros en 2009 a 12.6 en 2020 (Tabla 2).

Tabla 2. Lácteos oferta y demanda en México

Años	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hato lechero	(Miles de cabezas)											
	6,890	6,834	6,740	6,714	6,292	6,673	6,660	6,651	6,633	6,622	6,625	6,614
	(Millones de litros)											
Producción leche fluida	10,549	10,874	11,031	11,367	11,620	11,801	11,951	12,085	12,185	12,294	12,453	12,591
Leche fluida												
Producción	10,549	10,874	11,031	11,367	11,620	11,801	11,951	12,085	12,185	12,294	12,453	12,591
Importaciones	43.5	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9
Oferta total	10,593	10,914	11,071	11,407	11,660	11,841	11,991	12,125	12,225	12,334	12,493	12,631
Exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo	4,295	4,363	4,441	4,491	4,544	4,592	4,639	4,683	4,724	4,760	4,791	4,842
Uso industrial	6,298	6,551	6,630	6,916	7,116	7,249	7,352	7,442	7,501	7,574	7,702	7,789
Demanda total	10,593	10,914	11,071	11,407	11,660	11,841	11,991	12,125	12,225	12,334	12,493	12,631
	(Litros per cápita)											
Consumo per cápita	38.8	38.8	39.0	38.9	38.8	38.7	38.7	38.6	38.5	38.3	38.2	38.2
Leche en polvo descremada	(Miles de toneladas métricas)											
Producción	279	290	279	295	305	311	314	317	316	317	321	325
Importaciones	187	145	165	150	144	143	145	147	155	160	161	164
Oferta	486	455	463	465	469	474	479	484	492	497	502	509
Consumo	414	435	444	445	449	454	459	464	472	478	483	490
	(kilogramos per cápita)											
Consumo per cápita	4.2	4.2	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Mantequilla	(Miles de toneladas métricas)											
Producción	171	173	175	184	189	193	196	199	200	202	205	209
Importaciones	53	45	48	29	30	31	34	36	40	43	45	47
Oferta	224	218	223	213	220	225	230	235	240	245	250	256
Consumo	224	218	223	213	220	225	230	235	240	245	250	256
	(Kilogramos per cápita)											
Consumo per cápita	2.0	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0
Queso	(Miles de toneladas métricas)											
Producción	242	244	247	255	261	263	266	268	271	274	281	283
Importaciones	73	80	80	76	76	78	80	83	84	85	81	85
Oferta	315	324	327	331	336	341	346	351	356	359	362	368
Consumo	311	319	321	325	331	336	341	345	350	354	356	362
Exportaciones	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	(Kilogramos per cápita)											
Consumo per cápita	2.81	2.84	2.82	2.82	2.83	2.84	2.84	2.85	2.85	2.85	2.84	2.86

Fuente: Elaboración propia con información de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA).

2.2.1 Crecimiento económico

La dinámica de crecimiento mundial repercute de manera inmediata en el crecimiento económico de México y en su sector agroalimentario. En 2010, el entorno macroeconómico internacional reflejó la recuperación económica, después de la crisis mundial de 2009, favoreciendo el crecimiento continuo de las actividades económicas. En el largo plazo, el Fondo Monetario Internacional (FMI), estima que el crecimiento económico mundial sea de 4.6% durante el periodo 2011-2020. Lo anterior impulsado principalmente por los altos niveles de crecimiento de países como China y la India. Por su parte, para el mismo periodo se estima un crecimiento de EUA de 2.7%, y 3.6% para México inferior al crecimiento mundial (Tabla 3).

Tabla 3. Producto Interno Bruto

Región/País	Crecimiento anual promedio		
	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Mundo	3.2	3.6	4.6
Canadá	2.9	1.9	2.3
Estados Unidos	3.4	1.7	2.7
México	3.6	1.7	3.6
Unión Europea	2.3	1.5	2.1
China	10.5	10.5	9.5

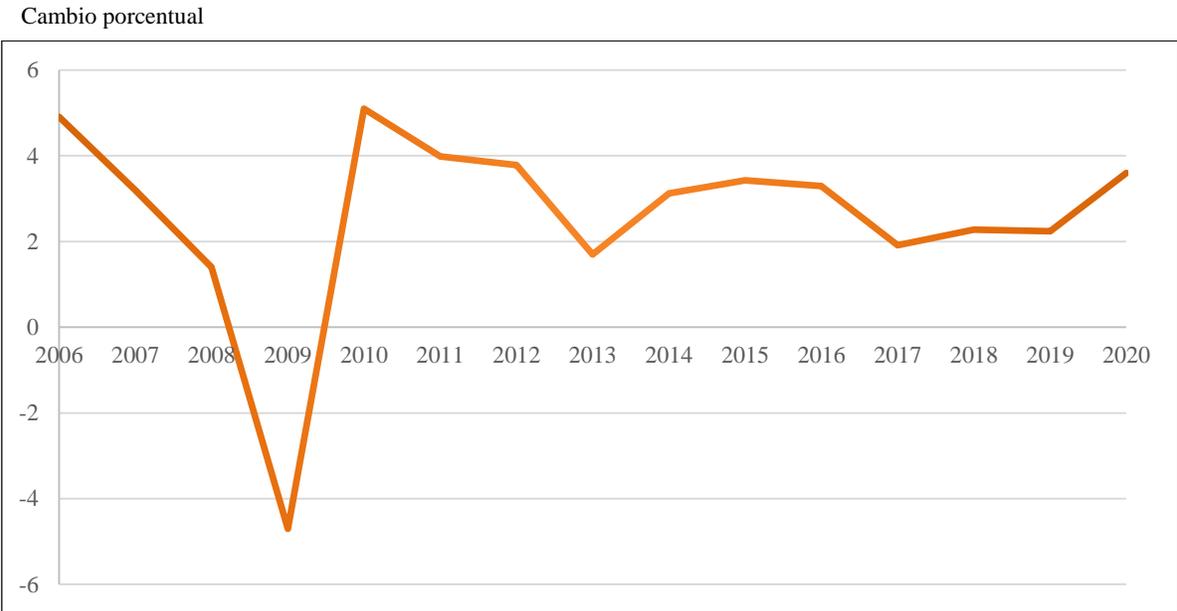
Fuente: FMI, World Economic Outlook Database abril, 2011.

2.2.2 Producto interno bruto (PIB)

El PIB es un componente fundamental para el análisis de escenarios de viabilidad económica y financiera, ya que se utiliza como una variable explicativa de los cambios en el ingreso real de la población. Si bien, el ingreso varía en magnitud entre la población, el ingreso real es una de las principales variables que explican la demanda interna de alimentos en México.

Durante el año 2010, México recuperó el crecimiento económico al mostrar una variación anual de 5.1% en su PIB. Este crecimiento fue impulsado por sus tres sectores: primario, secundario y terciario, los cuales crecieron: 3.3%, 6% y 5%, respectivamente.

En la Figura 4, se observa el comportamiento del PIB mexicano desde 2006 hasta 2020. Se espera que la economía mexicana a partir del 2013 crezca a una tasa ligeramente superior al 3% anual promedio, proyección alineada con el intervalo de crecimiento potencial de este país (SAGARPA, 2011a y 2011b).



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI y Centro de Análisis y Proyecciones Económicas para México (CAPEM)

Figura 4. Crecimiento del PIB mexicano.

2.2.3 Tipo de cambio

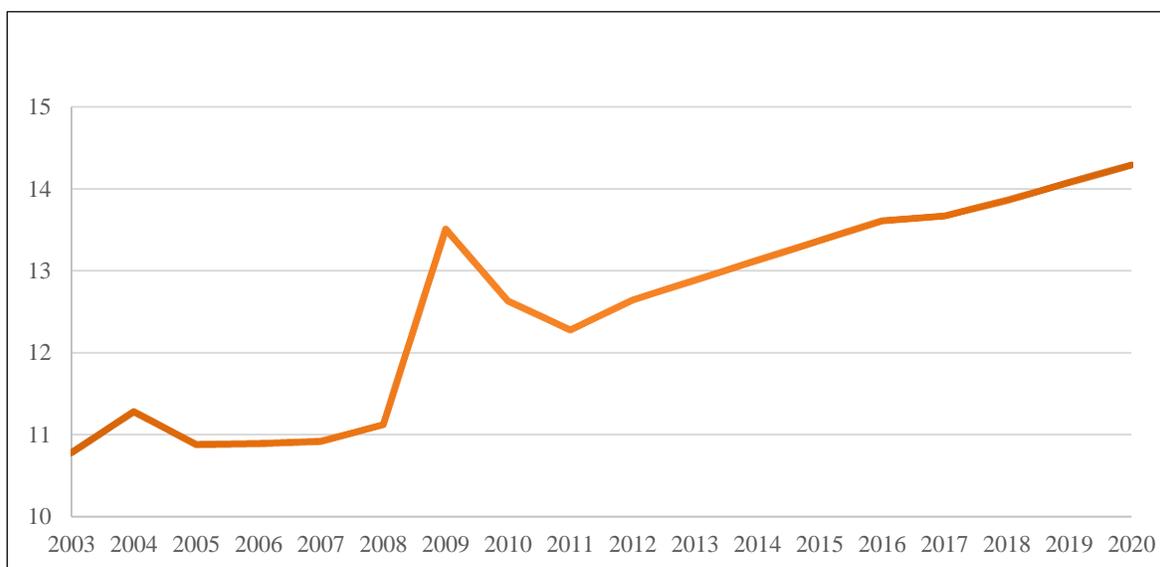
El tipo de cambio influye directamente en términos de intercambio comercial y, por tanto, en los incentivos a la exportación e importación. Debido a que EUA es el socio comercial más

importante de México, el valor del peso en relación con el dólar estadounidense es de singular relevancia.

De 2003 a 2007, la tasa de cambio osciló en torno a los \$11 por dólar. Sin embargo, la recesión económica internacional en los principales mercados mundiales ha generado presiones por la demanda de instrumentos financieros en EUA. Esto como una reacción de los inversionistas para disminuir su riesgo.

En 2009, el peso se encontró en su año de mayor depreciación, con un valor promedio de 13.52 pesos por dólar. A partir de 2010, la moneda nacional mantiene una constante apreciación, alcanzando un tipo de cambio de 12.63 pesos/dólar. Se espera que mantenga dicho comportamiento gracias al crecimiento económico mundial y al movimiento de capitales de países desarrollados hacia México. En el largo plazo se estima que tienda a una tasa de depreciación promedio anual de 1.2% (Figura 5). Es importante señalar que un debilitamiento del peso mexicano hará que los productos agropecuarios nacionales sean relativamente más baratos en EUA y los productos estadounidenses relativamente más caros en México. El efecto del impacto económico sobre el comercio será de un mayor incentivo para las exportaciones y menor para las importaciones (SAGARPA, 2011b).

Peso promedio anual/dólar



Fuente: Elaboración propia con información de BANXICO, CAPEM

Figura 5. Tipo de cambio mexicano.

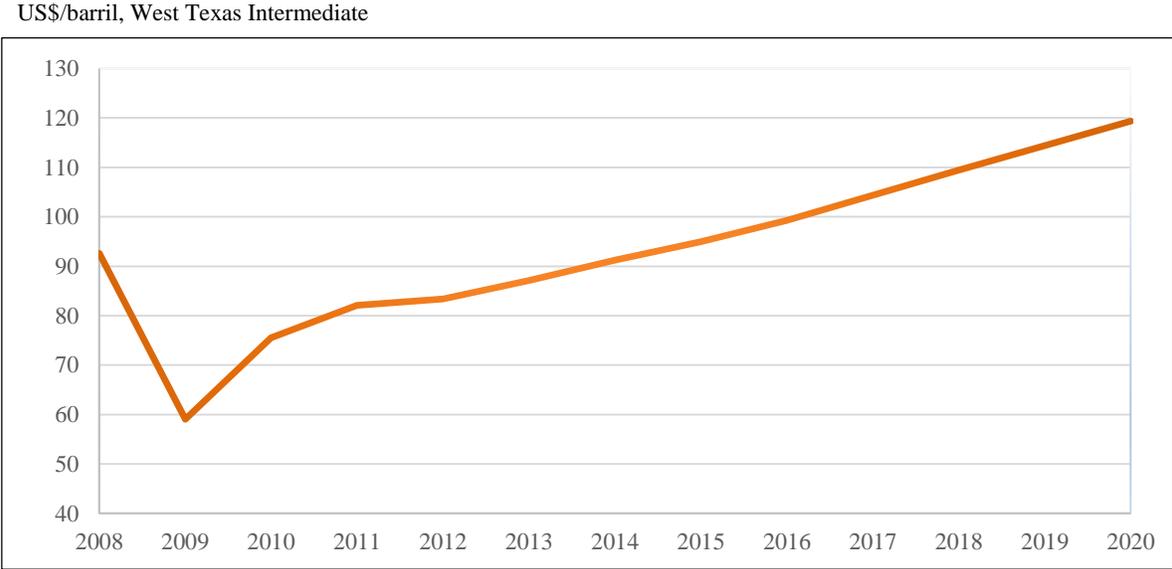
2.2.4 Precio del petróleo

El precio del petróleo influye en los mercados agropecuarios en dos vertientes: la primera, está directamente correlacionado con los insumos de producción agrícola, principalmente fertilizantes, agroquímicos, combustibles para maquinaria agrícola y transporte, por lo tanto influye con las decisiones que toman los productores a la hora de producir. Segundo, los altos precios del petróleo en los años recientes influyeron en el desarrollo de la política energética de EUA, la cual contempla mandatos en el uso de etanol y la producción de este biocombustible a base de maíz en los próximos años. Esta producción ha generado presiones importantes en la demanda de maíz y en los precios de éste y otros granos en los mercados internacionales.

De 1986 a 2003, el precio promedio del petróleo fue inferior a los US\$30 por barril. Esto contribuyó a una relativa estabilidad en el costo de los insumos alimenticios. A partir de

2006, la creciente aceleración en los precios de la energía elevó el precio del crudo a un promedio máximo de US\$99 por barril en 2008, esto no sólo contribuyó a una mayor explotación de los yacimientos petroleros, sino se transmitió a los costos de los granos y alimentos. No obstante, en 2009 como consecuencia de un débil crecimiento económico internacional, el precio del crudo disminuyó a US\$ 59 por barril (Figura 6).

En 2010, la recuperación económica incidió en una tendencia alcista manteniendo los precios en un rango de 70 a 85 US\$ por barril. Los precios continuarán subiendo en el largo plazo, mientras que la economía mundial se expanda, la demanda mundial crecerá más rápidamente que las fuentes de abastecimiento disponibles, lo que aumentará el precio y motivará el uso de biocombustibles. Durante el periodo 2011-2020, se estima que el crecimiento promedio anual en el precio del petróleo será de aproximadamente 5% (SAGARPA, 2011a y 2011b).



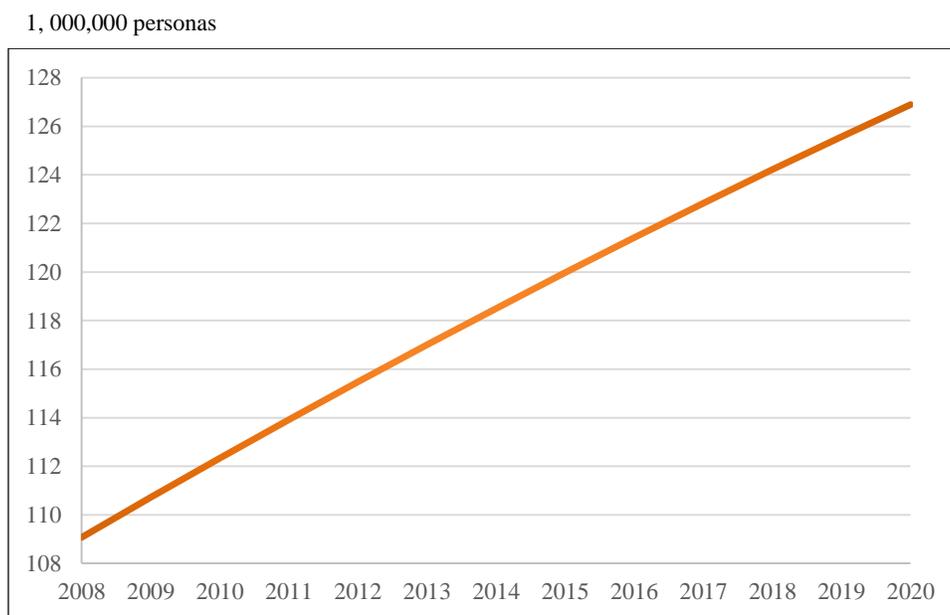
Fuente: Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI)

Figura 6. Precio del petróleo mexicano.

2.2.5 Población

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda publicado por el INEGI, la población total de México fue de 112.3 millones de habitantes en 2010, tal dato sobrepasó las estimaciones previstas por los organismos responsables del tema de población. Este ajuste en la información eleva la tasa de crecimiento promedio anual y con ello presiona sobre la demanda de bienes y servicios, principalmente de alimentos.

En el largo plazo, continuará una desaceleración en la tasa de crecimiento poblacional, pero a una velocidad menor a la estimada en años previos. Durante el periodo 2011-2020, se estima una tasa de crecimiento promedio anual de 1.2% (Figura 7).



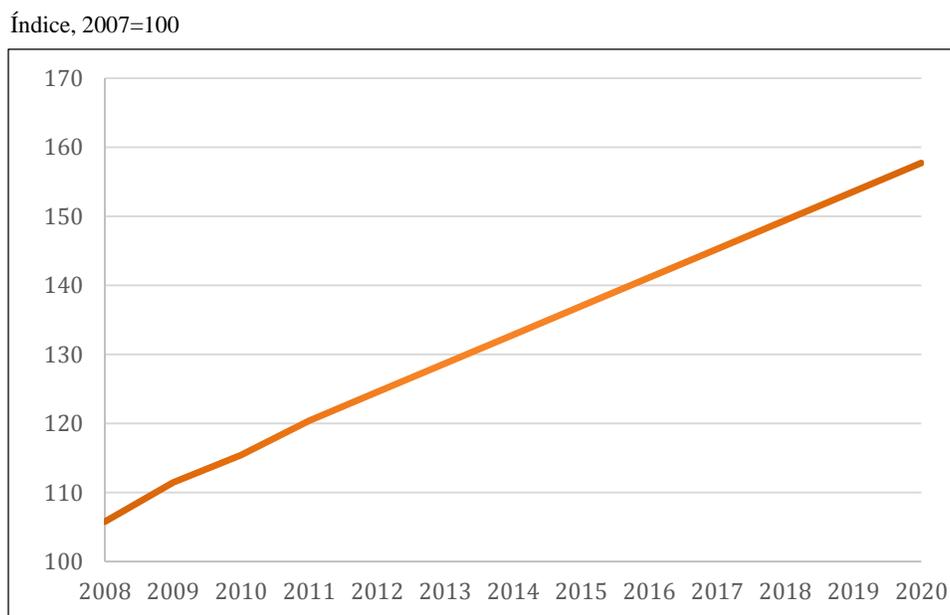
Fuente: Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Figura 7. Crecimiento de la población mexicana.

2.2.6 Precios al productor

Los índices de precios miden el cambio porcentual de los precios en el tiempo. El índice de precios al productor (INPP) se refiere a una canasta de bienes y servicios destinados a la producción, mientras que el índice de precios al consumidor (INPC) utiliza una canasta con bienes y servicios de consumo final.

En 2010, el INPP registró una tasa de crecimiento anual de 3.7%, dicho crecimiento se encontró dentro del objetivo previsto por el Banco de México. Por su parte, en el mismo año, el INPC creció 4.4%, siendo la principal causa el alza de los precios en alimentos. A pesar de los factores coyunturales que presionan los precios, se espera que en 2011 ambos indicadores se encuentren muy cercanos al 4% (Figura 8). Para el periodo 2011-2020, se estima un descenso gradual al objetivo establecido por el banco central de 3% (SAGARPA, 2011b).

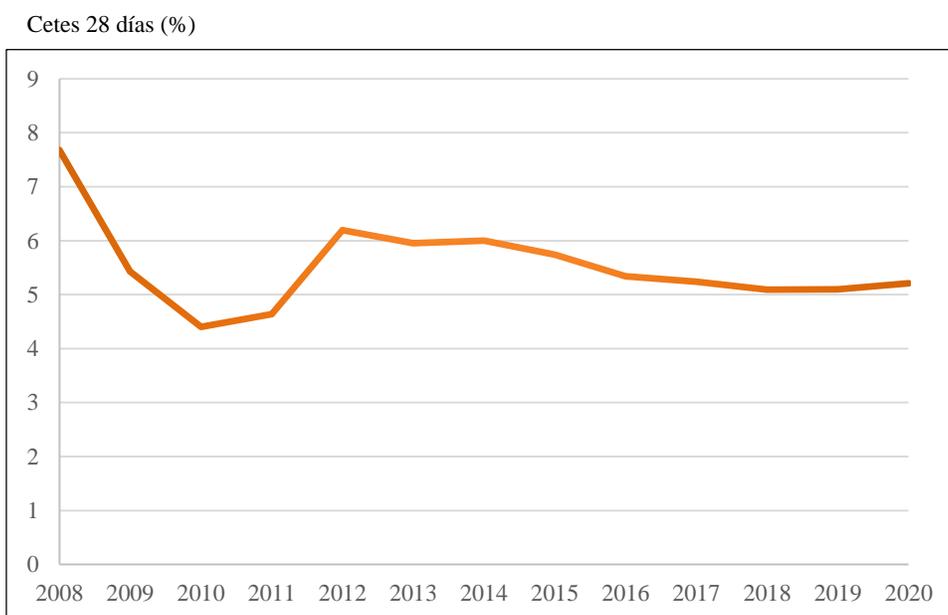


Fuente: CAPEM

Figura 8. Índice nacional de precios al productor.

2.2.7 Tasa de interés (cetes 28 días)

La tasa de los Certificados de la Tesorería de la Federación es la tasa de referencia sobre la que se fijan el resto de ellas en México. Durante el año 2010, mantuvo un nivel promedio de 4.4%, un punto porcentual debajo de la tasa alcanzada en 2009. En el mediano plazo se estima que la tasa de interés se recupere hasta un nivel máximo de 6% y posteriormente en el largo plazo retorne a valores cercanos a 5%. La tasa promedio anual para el periodo 2011-2020, se estima en 5.5% (Figura 9). Estas modificaciones en la tasa pretenden incentivar el financiamiento a los sectores productivos sin generar sobrecalentamiento de la economía y presiones en los precios.



Fuente: CAPEM

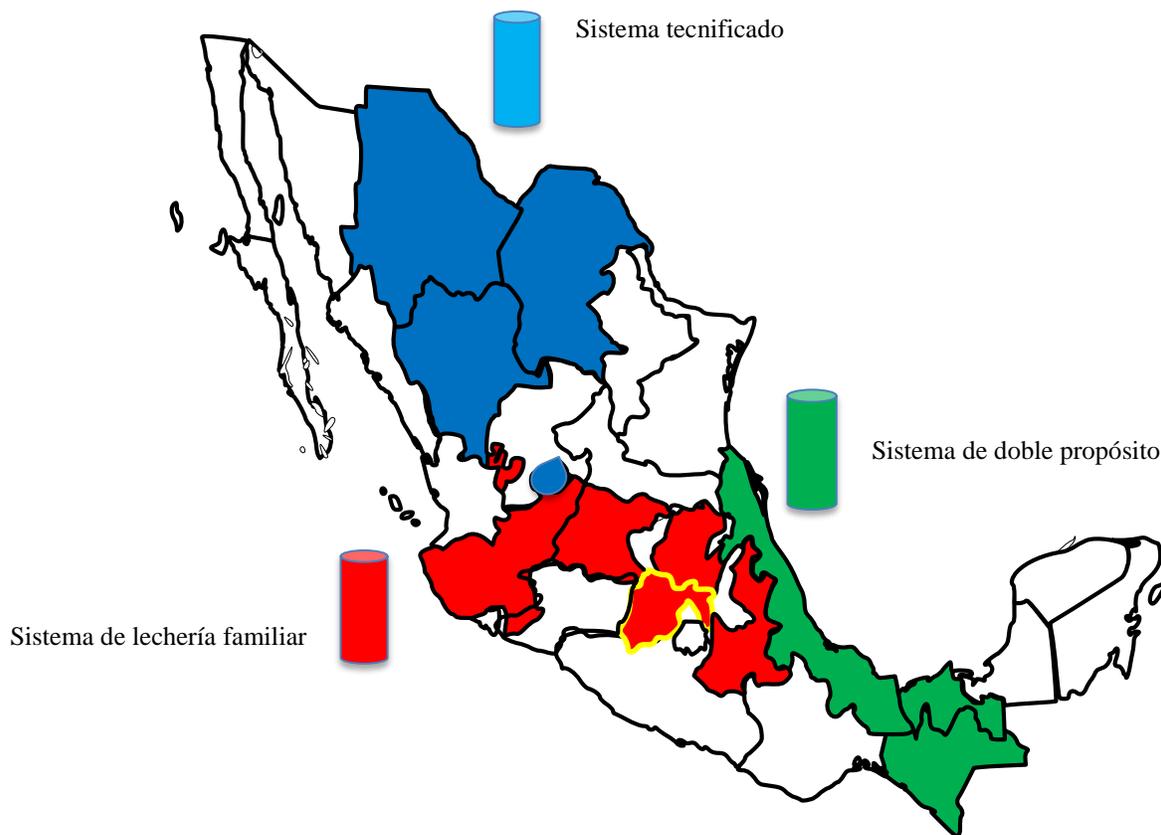
Figura 9. Tasa de interés nominal.

2.3 El sistema lechero de pequeña escala en México

Tanto en México como en América Latina la lechería familiar se ha convertido en una estrategia importante para reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria de las familias (Cervantes y Cesín, 2007; FAO, 2012).

En México la lechería familiar en el último quinquenio ha aportado entre 18 y 22% de la producción nacional y participa aproximadamente con el 7.98 por ciento del inventario del país, teniendo rendimientos de seis a 12 litros por vaca al día (SIAP, 2013b).

Su importancia social y económica radica en que suma alrededor de 127 mil unidades de producción, que representan el 35% de los hatos en el país. La lechería familiar predomina en los estados de Jalisco, Guanajuato, Estado de México, Hidalgo y Puebla (Figura 10). Se caracteriza por el aprovechado eficientemente de ventajas comparativas que le brinda el núcleo familiar, la tenencia del minifundio para la producción de insumos y las zonas periurbanas donde se desarrolla la actividad para adoptar diferentes estrategias que le han permitido disminuir costos de producción y aumentar el grado de rentabilidad y competitividad sectorial (Posadas-Domínguez et al., 2012 y 2014).



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

Figura 10. Principales estados productores de leche de pequeña escala, doble propósito y tecnificada por regiones agroecológicas en México.

2.4 El sistema lechero de pequeña escala en el Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco

Las tierras ubicadas en el nor-oriental del Estado de México, DDRT, tienen condiciones geográficas, de suelo y clima favorables para la agricultura. El temporal de lluvias es largo, comprende el periodo de mayo a octubre, lo que permite tener abundante forraje y cereales para la alimentación del ganado. La altitud en la región es de 2,250 msnm clima templado

semi-seco, con una temperatura media anual de 15,9° C y una precipitación media de 686 mm/año (INEGI, 2013).

El sistema lechero de pequeña escala representa aproximadamente 85% de los sistemas de producción y contribuye con el 70% de la leche producida en el municipio de Texcoco, es decir 82,916 miles litros de leche (SIAP, 2013a), suficientes para alimentar a 620 mil personas con un consumo per cápita de 132 litros (CANILEC, 2013).

En el municipio de Texcoco es posible observar que el manejo, producción, y comercialización difiere de acuerdo al tamaño de hato. Estas características traen consigo diferencias marcadas en rentabilidad y producción. Posadas-Domínguez et al. (2013b), documentaron que el sistema lechero de pequeña escala en el DDRT se puede subdividir en tres estratos para mejorar su análisis. Estrato I: de 3 a 9 vacas en producción más remplazos, Estrato II: de 10 a 19 vacas en producción y Estrato III: de 20 a 30 vacas en producción.

En general el sistema lechero de pequeña escala en el DDRT lleva a cabo de forma manual las operaciones principales de la granja, en donde, la participación de mano de obra familiar es un factor relevante en estos sistemas productivos con poca o nula mano de obra contratada de forma temporal sobre todo para los productores del Estrato I. Sin embargo, a medida que el tamaño de hato aumenta es posible observar incrementos en la contratación de mano de obra que oscila entre 20 y 30% en los estratos productivos II y III respectivamente (Posadas-Domínguez et al., 2013a).

La propiedad de la tierra tiene una correlación directa con el tamaño de hato, la tenencia oscila entre cuatro y 12 hectáreas, las cuales se aprovechan en temporal de lluvias para siembra de cereales, y en temporal de secas para cultivo de forrajes mediante riego.

La actividad principal del sistema lechero de pequeña escala es la producción de leche, la cual basa su sistema productivo en la estrecha integración del ganado lechero con cultivos como alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*) y avena (*Avena sativa*), los cuales proporcionan más del 70.0% de los insumos alimenticios en los tres estratos productivos presentes en el DDRT, la dieta se complementa con alimento comercial y desperdicios agroindustriales, básicamente implementados por el Estrato III. La principal raza lechera en la región es Holstein con un dominio del 95%.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

El marco teórico expuesto en este trabajo se compone de tres elementos; competitividad, viabilidad económica y financiera y la cadena agroalimentaria. La primera parte aborda la teoría de competitividad, ventajas comparativas y competitivas, la segunda el análisis de riesgo e incertidumbre en análisis prospectivos y la tercera la teoría de cadena agroalimentaria y las diferencias existentes con otras formas de asociación.

3.1 Competitividad

La presente investigación se basa en algunas teorías del comercio internacional y teorías de rentabilidad. Estas teorías nos ayudaran a entender los conceptos que se pretenden estudiar y permitirán constituir elementos claros para establecer si el sistema lechero de pequeña tiene ventaja comparativa.

En la literatura económica hay un debate respecto a la explicación teórica de competitividad, a nivel macro y microeconómico el concepto de competitividad difiere claramente en términos de sus objetivos y los resultados deseados en cada tipo de análisis (Philip, 2009).

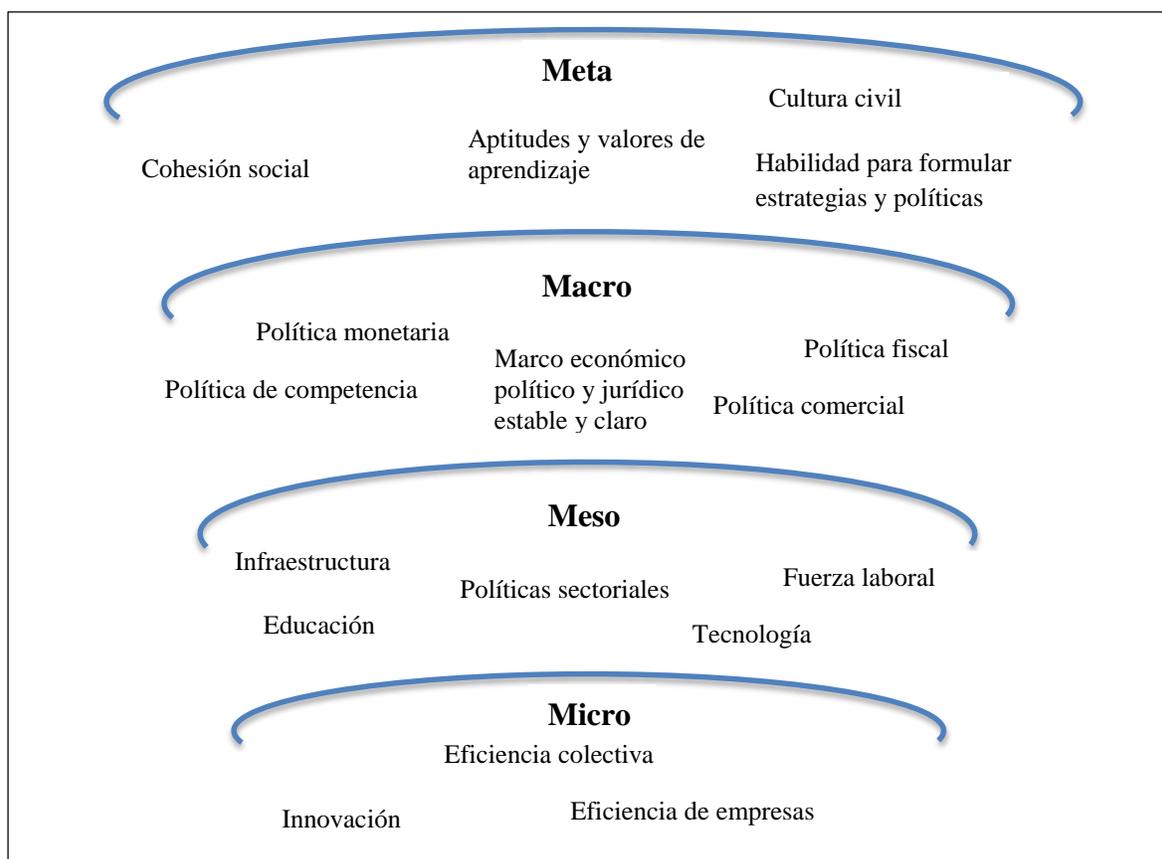
De acuerdo con la Organización Para la Cooperación y Desarrollo Económico (1992), la competitividad de una nación es el grado en que un país, puede, bajo condiciones de mercado abierto, producir bienes y servicios que superen la prueba de los mercados internacionales, al mismo tiempo que mantiene y hace crecer la renta real de su población a largo plazo.

El Foro Económico Mundial define competitividad como la capacidad de un país, o de una empresa para, proporcionalmente, generar más riqueza que sus competidores en los mercados mundiales.

Porter (1993) define competitividad como la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que los competidores domésticos e internacionales, lo que se traduce en crecientes beneficios para los habitantes de una nación al mantener y aumentar los ingresos reales.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe señala que la competitividad es el proceso de expansión de la oferta exportable y penetración de mercados externos, con el consecuente mejoramiento en el nivel de vida de la población (Villareal, 2003).

Altenburg et al. (1998). Clasifican la definición de competitividad en cuatro niveles jerárquicos (Figura 11).



Fuente: Altenburg et al., 1998

Figura 11. Competitividad sistémica.

En la Figura 11, se aprecian niveles de análisis micro (la empresa o firma), meso (la industria y la región) y macro (el país). De acuerdo con Abdel y Romo (2004) la competitividad de la empresa se ve afectada por las condiciones que imperan a nivel de la industria y región. Al mismo tiempo, la competitividad de empresas, industrias y regiones se ve afectada por las condiciones prevalecientes a nivel nacional.

3.1.1 El nivel de la empresa

El significado de competitividad de la empresa es bastante claro y directo. Éste deriva de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y organización (reflejados en el precio y en la calidad del producto final) con relación al de sus rivales en un mercado específico.

En la Figura 11, se observa la empresa rodeada de otras variables. Esto implica que la competitividad de una empresa no solo depende de variables internas (costos de producción, precio de insumos, comercialización y aprovechamiento de recursos) sino también de variables externas que tienen un impacto en la competitividad de la misma, como; concentración de mercado, diferenciación de productos, precios internacionales de los bienes producidos, así como la existencia de una política industrial explícita.

3.1.2 El nivel de la industria

La competitividad de una industria deriva de una productividad superior, ya sea enfrentando costos menores a los de sus rivales internacionales en la misma actividad, o mediante la capacidad de ofrecer productos con un valor más elevado.

La competitividad industrial es diferenciada ya que no todas las industrias son iguales, por lo que distintas características jugarán diversos papeles para determinar su competitividad, entre estos podemos citar: la naturaleza de los bienes producidos (intermedios, bienes perecederos o no duraderos, y bienes duraderos); concentración del mercado y barreras de entrada (para determinar la naturaleza y el vigor de las fuerzas competitivas); intensidad de

capital y complejidad técnica; madurez de la tecnología utilizada (con el objeto de determinar el dinamismo tecnológico del sector); potencial de exportación (la participación en los mercados internacionales actúa como un incentivo adicional para mejorar la competitividad de la industria); presencia extranjera (que puede funcionar como un mecanismo de transferencia de tecnología); y la estrategia seguida por los inversionistas extranjeros, búsqueda de mercado, eficiencia y búsqueda de recursos naturales (Abdel y Romo, 2004).

3.1.3 Nivel regional

La competitividad de una región depende de un diverso número de factores. Cada uno de estos factores interactúa con los demás para crear un entorno en el que las empresas desarrollarán y acumularán activos o habilidades especializadas para incrementar su ventaja competitiva a nivel regional.

Porter (1990) define un “diamante” con cuatro factores determinantes de la ventaja competitiva nacional que también puede aplicarse a la ventaja comparativa regional:

1. **Condiciones de los factores.** Incluye los factores de producción (mano de obra calificada, infraestructura, financiamiento) necesarios para competir en una industria determinada.
2. **Condiciones de la demanda.** Esto se refiere a la naturaleza (esto es, al grado de sofisticación) de la demanda en el mercado doméstico para los bienes o servicios producidos por una industria determinada.
3. **Industrias relacionadas y de apoyo.** Se refiere a la presencia de proveedores y otras industrias relacionadas competitivas a nivel internacional.
4. **Estrategia de la empresa, estructura y rivalidad.** Esto refleja las condiciones generales que rigen como se crean, organizan y administran las empresas, así como la naturaleza de la competencia entre las mismas.

3.1.4 El nivel nacional

El nivel de competitividad nacional es crucial, ya que determina en gran medida la competitividad de los demás niveles inferiores (Figura 11). Un asunto fundamental con respecto a la competitividad nacional es si los países realmente compiten entre sí, o si el término competitividad es una forma inadecuada de evaluar la “salud” general de una economía. Ciertamente, se puede argumentar que los países compiten por atraer inversiones extranjeras, pero tal como señala Siggel (2003), los atributos que atraen la inversión extranjera son la estabilidad, el buen gobierno y las oportunidades de inversión rentables.

Las diferencias en valores, cultura, estructuras económicas, instituciones e historias de los distintos países contribuyen a sus respectivos éxitos competitivos. Existen diferencias abismales en las estructuras de competitividad de cada país; ningún país puede o será competitivo en todas o incluso en la mayoría de las industrias. En última instancia, las naciones tienen éxito en industrias específicas debido a que su entorno interno se percibe como el más avanzado, dinámico, y el que presenta más desafíos (Porter, 1990).

El concepto de competitividad a menudo se confunde con los conceptos de ventaja comparativa y competitiva, por ello, un primer paso para aclarar el concepto de competitividad es diferenciar con claridad los conceptos de ventaja comparativa y ventaja competitiva.

3.2 Ventaja comparativa

Se ubica entre los conceptos más antiguos y fundamentales de la ciencia económica a partir del trabajo de David Ricardo a principios del siglo XIX. Podemos decir que “un país tiene una ventaja comparativa en la producción de un bien” si el costo de oportunidad de producir ese bien en términos de otros bienes es menor en ese país que en otros países (Krugman y Obstfeld, 2000).

El concepto de ventaja comparativa tiene una relación estrecha con el término de costo de oportunidad. Este se puede definir como el costo económico de utilizar los recursos disponibles en su mejor uso alternativo, es decir, la alternativa que genere mayores ingresos.

La ventaja comparativa indica que el costo de oportunidad debe de ser comparado con el precio internacional, de esta premisa, se desprende la conclusión fundamental de importar los bienes para los cuales sea menor el precio internacional en comparación con el costo de oportunidad, que resulta de producir el bien dentro del país y en consecuencia exportar los bienes cuyo precio internacional sea mayor que el costo de oportunidad, resultado de producirlo internamente (Hernández-Martínez, 2008; Magdaleno, 2012).

Es evidente que el costo de oportunidad es el fundamento de la ventaja comparativa, que será más grande en la medida que se resalten las diferencias de clima, ubicación geográfica, cantidad de recursos, y tecnología disponible entre los países.

El principio de la ventaja comparativa se manifiesta de manera simétrica, es decir, si un país o región goza de ventajas comparativas en la producción de dos o más bienes, entonces, también tiene desventajas comparativas en la producción de otros bienes. La conclusión más importante es que ningún país puede tener ventajas o desventajas comparativas en la producción de todos los bienes (Magdaleno, 2012).

3.3 Ventaja competitiva

El concepto de ventaja competitiva está relacionado con la competitividad y explica la teoría de que los mercados no son perfectamente competitivos si no distorsionados por la influencia del gobierno. La ventaja competitiva es determinada por costos de producción, políticas, instituciones de gobierno que distorsionan la movilidad de los factores sus precios relativos y los niveles de inversión, políticas que afectan la distribución del ingreso y políticas comerciales y de tipo de cambio.

La ventaja comparativa es impulsada por las diferencias en los costos de los insumos como la mano de obra o el capital. La ventaja competitiva, por otra parte, es impulsada por las diferencias en la capacidad de transformar los insumos en bienes y servicios para obtener la máxima utilidad (Kogut, 1985). Este concepto claramente incluye la noción de otros activos tangibles e intangibles en la forma de tecnología y habilidades administrativas que, en su conjunto, actúan para incrementar la eficiencia en el uso de los insumos, así como en la creación de productos y procesos de producción más sofisticados.

La forma de calcular la ventaja comparativa es más fácil que la ventaja competitiva, ya que la primera se mide por la participación en el mercado, las comparaciones de precios de insumos y costos de producción. La segunda se mide por la diferencia de precios en productos exportados, lo cual involucra variables macroeconómicas para su análisis.

3.4 Rentabilidad

Zamora (2008) define rentabilidad como un concepto que ha cambiado con el tiempo y se ha utilizado de distintas formas, siendo éste uno de los indicadores más relevantes para medir el éxito de un sector, subsector o negocio.

La rentabilidad es la relación que existe entre la utilidad y la inversión necesaria para lograrla, mide la efectividad de la gerencia demostrada por las utilidades obtenidas de las ventas. Las utilidades son la conclusión de una administración competente, una planeación integral de costos y gastos y en general cualquier medida tendiente a la obtención de utilidades. La rentabilidad también es entendida como una noción que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan los medios, materiales, humanos y financieros con el fin de obtener ingreso por actividades de producción y servicios.

3.5 Metodología para analizar la competitividad utilizada en este estudio

Con base en la revisión de la literatura, el método más adecuado para medir la competitividad en la producción lechera de pequeña escala y en el espectro completo de su cadena agroalimentaria de acuerdo a los objetivos de este estudio se considera que es la metodología de la MAP.

El modelo de diamante de Porter, es un método analítico que determina la ventaja competitiva de una empresa o industria, sin embargo, no define claramente el impacto de políticas agrícolas en la competitividad. Los métodos macroeconómicos necesitan datos de producción agregados y comercio que no están disponibles para el área de estudio. El método de UCR, desarrollado por Siggel y Cockburn (1995), es un método de análisis microeconómico que permite analizar la competitividad a nivel individual (productor) muy parecido al análisis del primer renglón de la MAP. No obstante, se prefiere el uso de la MAP porque este método es capaz de medir la competitividad a nivel individual (productor) y a nivel finca.

La MAP, es un modelo de equilibrio parcial del comercio internacional enfocado a patrones eficientes de producción y precios, que permite conocer y evaluar tres aspectos fundamentalmente (Monke y Pearson, 1989; Hernández et al., 2008):

- 1) El impacto de las políticas en la competitividad y en las ganancias a nivel de productor,
- 2) El impacto de inversiones en la eficacia económica y en las ventajas comparativas, y
- 3) Los efectos de las investigaciones potenciales sobre el cambio en las tecnologías actuales.

La MAP, está apoyada en gran medida en la teoría de ventaja comparativa aunque se perfecciona con la metodología de análisis de ingreso e inversión del Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial (Zamora, 2008). La MAP se basa en un sistema de contabilidad de doble entrada, el cual proporciona una completa y consistente cobertura para todos los efectos que tienen las diferentes políticas sobre la rentabilidad y costos de producción. Analiza desde una respuesta a un precio de producto o insumo hasta los efectos de una restricción cuantitativa al comercio exterior o fluctuaciones en el tipo de cambio real y de equilibrio (Monke y Pearson, 1989).

Para obtener la MAP se construyen las matrices de ingresos, costos y ganancias tanto a precios privados como a precios económicos. Los precios privados son aquellos precios que se encuentran en el mercado actualmente; es decir, los precios a los que el productor se enfrenta en las diferentes transacciones que realiza en tiempo real. Los precios de eficiencia económica o también conocidos como sociales señalan los efectos de las políticas, que dan lugar al uso ineficiente de los recursos; por lo que muestran el valor de escasez.

3.6 Riesgo e incertidumbre

La incertidumbre y el riesgo son inherentes en todas las empresas y negocios (Hardaker y Lien, 2010), la incertidumbre se denomina como un conocimiento imperfecto, mientras que el riesgo se define como una consecuencia incierta, particularmente expuesto a escenarios desfavorables (Hardaker et al. 2004a). Roberst et al. (2004) añaden que la incertidumbre no tiene una probabilidad estimada de que un evento ocurra pero el riesgo sí. La incertidumbre y el riesgo son dos variables sumamente importantes en la toma de decisiones de cualquier negocio por pequeño que este sea (Danielle, 2008).

El riesgo en la agricultura es un fenómeno generalizado y complejo, sobre todo en la producción agrícola (Lien, 2003; Hardaker et al., 2004b). Los agricultores se enfrentan a

precios de insumos inestables, cambio en la producción y tecnología como resultado inherente a sus operaciones agrícolas. Estos cambios afectan la fluctuación de rentabilidad en la finca de una estación a otra y de un año a otro.

Las fuentes de riesgo y el nivel de su severidad pueden variar de acuerdo con el sistema de cultivo, la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, el apoyo de políticas de gobierno y los tipos de fincas. El riesgo es una de las principales preocupaciones de los países en vías de desarrollo donde los agricultores tienen información imperfecta para predecir el precio de los insumos agrícolas, productos, y las condiciones meteorológicas, que pueden afectar a las fincas en el futuro (Aditto, 2011).

El riesgo en la agricultura se clasifica en riesgo de negocio y riesgo financiero (Hardaker et al., 2004a; Harwood et al., 1999). El riesgo de negocio afecta directamente la rentabilidad de las granjas incluye factores como el cambio climático, sequías, enfermedades y la volatilidad en el precio de insumos y productos. El riesgo en el precio de insumos y productos se puede describir como su fluctuación en el mercado, proveniente por la oferta y demanda. Estos incluyen la imprevisibilidad de la oferta agrícola, cambios en el comportamiento de los consumidores y de los ingresos, las barreras al comercio internacional e inestabilidad del tipo de cambio (Hardaker et al., 2004a). Así mismo, los productores agropecuarios se enfrentan a riesgos internos como, disponibilidad de mano de obra, salud de los miembros de la familia y crisis económicas que pueden afectar seriamente la estabilidad económica de una granja.

El riesgo financiero se presenta cuando los agricultores son financiados o piden prestado efectivo para llevar a cabo sus actividades agrícolas (Aditto, 2011). En este sentido, el riesgo financiero se puede describir como la variabilidad en los ingresos netos de los agricultores, sujeto al monto de crédito o deuda, variaciones en la tasa de interés del préstamo, insuficiencia de efectivo para pagos de deuda, que pueden influir tanto en la rentabilidad del sistema como en la permanencia del mismo.

El riesgo puede ser modelado de varias maneras, dependiendo de la visión y objetivos del investigador. El análisis de sensibilidad y simulación probabilística en economía se han

empleado para evaluar el riesgo en los sistemas económicos. Ambos métodos estiman la probabilidad de resultados, sin embargo, son diferentes en el enfoque adoptado para llegar a la información utilizada en la toma de decisiones (Danielle, 2008).

El análisis de sensibilidad se utiliza para determinar las variables clave que son fundamentales en un modelo (Richardson, 2007) como los ingresos y ganancias netas. Los resultados proporcionados por el método de sensibilidad ofrecen estimaciones puntuales, o valores individuales, es decir, valores asimétricos. Estos resultados ofrecen una visión incompleta en la valoración de un sistema-producto, ocultando el grado de riesgo de una decisión (Reutlinger, 1970; Hardaker et al., 2004a), es decir, el método de sensibilidad tiene una alta probabilidad de proporcionar resultados inexactos e incompletos.

En contraste con el análisis de sensibilidad, la simulación probabilística utiliza distribuciones de probabilidad para cada variable estocástica (Hardaker et al., 2004a; Richardson et al., 2007a y 2007b; Outlaw et al., 2007). Los datos históricos de las variables estocásticas son analizados y validados para estimar los parámetros de simulación y sus distribuciones asociadas (Reutlinger, 1970). El uso de simulación genera diferentes escenarios que permiten al actor elegir, aquel, que represente el menor riesgo o la mayor ganancia dependiendo de su aversión al riesgo.

3.7 Simulación Monte Carlo (SMC)

La SMC es un método que ha ganado una gran popularidad para estimar el riesgo y la incertidumbre en empresas agropecuarias y a nivel finca (Richardson et al., 2000; Lien, 2003; Richardson, 2007). La SMC es el nombre con que se designa a un procedimiento de simulación basado en la utilización de números aleatorios. Es una técnica numérica para la resolución de problemas de tipo general, cuya estructura de cálculo tiene la forma de un proceso estocástico, entendiendo como tal, una secuencia de estados cuya evolución está determinada por sucesos aleatorios (Giner, 1997).

De acuerdo con Cal y Udías (2010), una secuencia de número aleatorios es aquella en la cual es imposible predecir cuál será el siguiente número de la secuencia. En computación las secuencias de números aleatorios que se usan son en realidad pseudo-aleatorios, puesto que son generados por un algoritmo que se encarga que la secuencia sea lo suficientemente impredecible y que no se repita en ciclos. Esta secuencia de números aleatorios se construye con distribución uniforme dentro del intervalo (0,1), es decir, si se escoge una cantidad suficientemente grande de números de la secuencia se obtendrá la misma densidad de ellos en cada fracción de dicho intervalo.

Zacarías (2006) menciona que una de las más comunes aproximaciones para generar números pseudo-aleatorios inicia con un valor inicial x_0 , llamado la semilla, y con cálculos recursivos de sucesivos valores $x_n = ax_{n-1} \geq I$ se tiene:

$$x_n = ax_{n-1} \pmod{m} \quad 1)$$

Donde, a y m son enteros positivos, y significa que ax_{n-1} se divide por m y el restante es tomado como el valor de x_n . Entonces cada x_n es $0, 1, \dots, m-1$ y la cantidad $\frac{x_n}{m}$ (llamado número pseudo-aleatorio) es tomado como una aproximación al valor de una variable aleatoria uniforme en (0,1).

Esta técnica puede aplicarse tanto a problemas determinísticos (la solución, si existe, es exacta) como a problemas estadísticos o no determinísticos (la solución, si existe, viene caracterizada por un valor medio, una varianza, etc.). De cualquier manera la solución que aporta este método, sea cual sea el problema considerado, es de tipo aproximado y por lo tanto susceptible de caracterizarse como cualquier variable estadística.

La SMC se ha utilizado ampliamente en análisis económicos en la industria del etanol (Outlaw et al., 2007; Richardson et al., 2007a y 2007b) en la industria lechera (Lien, 2003; Herbst, 2010 y 2011) en la gestión de riesgo de seguros (Williams et al., 2011) entre otros. Los avances en la modelización mediante software han aumentado la precisión de sus estimaciones y han hecho de la SMC un método popular en la estimación de riesgo.

Una ventaja de la SMC es que requiere un menor número de observaciones, muestras, hatos o unidades agropecuarias, para obtener una estimación precisa de la función de distribución de probabilidad (FDP) para las variables de salida claves (VSC) (Hardaker et al., 2004b), como ingresos netos (IN), reservas en efectivo finales (REF), relación beneficio costo (B/C) y el valor actual neto (VAN). El resultado de estas variables es crucial para la toma de decisiones a nivel granja, empresa y de política.

La FDP de una variable x es la función que contiene la probabilidad de acierto dentro del intervalo $[x_{\min}, x]$. Es por tanto una función monótona creciente con valor inicial $P(x_{\min}) = 0$ y $P(x_{\max}) = 1$ (Cal y Udías, 2010).

3.8 Metodología para analizar el riesgo utilizada en este estudio

Se han desarrollado varios enfoques teóricos para incorporar el riesgo en la gestión y toma de decisiones a nivel granja (Richardson y Nixon, 1982; Richardson et al., 2000; Hardaker et al., 2004b). El nivel de complejidad y el detalle de cada enfoque dependen del interés y la disponibilidad de datos.

En este estudio se utilizó el modelo de simulación econométrica y análisis de riesgo, (MexSim[®]) para determinar la viabilidad económica y financiera del sistema lechero de pequeña escala. Se optó por esta metodología debido a que fue desarrollada para proyectar el estándar económico y financiero de los sistemas agropecuarios mexicanos, lo cual ofrece diversas ventajas en la estimación, proyección, y análisis económico, en comparación con otros modelos, los cuales hay que ajustarlos y esto genera gastos económicos y de tiempo.

3.9 Antecedentes de cadenas de valor

El concepto de cadena de valor es relativamente nuevo en el sector agroalimentario mundial, quizás los ejemplos más ilustrativos de formación de cadenas de valor como una estrategia provienen de Holanda, con la formación de la Fundación para la Competencia de Cadenas

Agroalimentarias en 1995, iniciando más de 60 proyectos pilotos. Su director ejecutivo Jan van Roekel, mencionó:

“En el futuro los productores agroalimentarios, procesadores, proveedores de servicios logísticos, y distribuidores no competirán más como entidades individuales; sino que ellos colaboraran en una “cadena de valor” estratégica, compitiendo contra otras cadenas de valor en el mercado.”

El surgimiento de las “cadenas de valor” como una estructura organizacional refleja la continua evolución de la economía de mercado, representan un cambio marcado en el comportamiento del “management” y estrategias organizacionales (Iglesias, 2002).

3.10 La cadena de valor: aspectos teóricos y conceptuales

Algunos autores usan las expresiones “cadena agroalimentaria” y “cadena de valor” como sinónimos, otros en cambio usan cada vocablo para describir diferentes procesos (Iglesias, 2002).

La cadena agroalimentaria se refiere a toda cadena vertical de actividades, desde la producción en el establecimiento agropecuario, pasando por la etapa de procesamiento y distribución mayorista y minorista en otras palabras el espectro completo del potrero a la mesa, sin importar cómo se organiza o cómo funciona la cadena (Hobbs et al., 2000).

No obstante, la “cadena de valor” se define como la colaboración estratégica de empresas con el propósito de satisfacer objetivos específicos de mercado en el largo plazo, y lograr beneficios mutuos para todos los “eslabones” de la cadena. Así mismo, el término “cadena de valor” también se refiere a una red de alianzas verticales o estratégicas entre varias empresas de negocios independientes dentro de una cadena agroalimentaria, facilita la creación de alianzas productivas, permitiendo el uso más eficiente de recursos, resaltando el papel de la distribución y el mercadeo como factores claves de una mayor competitividad, facilita el flujo de información entre los actores, ayuda al desarrollo de soluciones de una

manera conjunta con la identificación de problemas y cuellos de botella a lo largo de la cadena y, por último, permite analizar de manera independiente y conjunta cada eslabón de la cadena (Peña et al., 2008).

3.11 Diferencia entre cadena de valor y cadena agroalimentaria

Como hemos visto anteriormente, el término “cadena del valor” se refiere a una red de alianzas verticales o estratégicas entre varias empresas de negocios independientes dentro de una cadena agroalimentaria.

La cadena de valor se crea cuándo las empresas tienen una visión compartida y metas comunes, se forma para reunir objetivos específicos de mercado para satisfacer las necesidades de los consumidores. Esto permite tomar decisiones en conjunto así como también compartir los riesgos y beneficios. También permite realizar una inteligencia cooperativa: estructura de costos, marketing e información organizacional que se comparten para aumentar la ganancia y competitividad de la cadena.

La cadena de valor a menudo abarca el espectro completo de la cadena agroalimentaria, del consumidor al productor. Por lo tanto, proporciona el marco de referencia para la realización de las transacciones de negocios, dando respuesta a las necesidades del consumidor; implica confianza y abre la comunicación entre sus participantes y los resultados son mutuamente beneficiosos para todas las partes que intervienen.

Para entender mejor que es una cadena de valor, muchas veces resulta útil determinar lo que no es. De acuerdo con Iglesias (2002) una cadena de valor no es integración vertical; la integración vertical ocurre cuando una sola firma posee varias etapas en la cadena agroalimentaria. Una empresa como Bimbo, por ejemplo, posee tantos molinos de harina como venta al por menor, en distintos expendios está integrada verticalmente. En una empresa verticalmente integrada, los productos se mueven entre las etapas de producción, de transformación y distribución como resultado de decisiones de manejo dentro de una sola firma.

En cambio, en una cadena de valor los productos se mueven entre empresas independientes que trabajan juntas en una alianza vertical. Por supuesto, una empresa verticalmente integrada podría formar parte de una cadena del valor con otras empresas independientes en la cadena agroalimentaria, y participar como lo hace cualquier otro miembro de la cadena de valor.

Una cadena de valor no es una cooperativa, una cooperativa es una alianza horizontal generalmente a través de un nivel de la cadena agroalimentaria. En el sector agrícola, esto a menudo implica un grupo de productores que colabora para lograr un objetivo que provea beneficios mutuos, tal como el procesamiento, almacenamiento o la comercialización de granos, lácteos entre otros. Una cooperativa quizás sea responsable de más de una función de la cadena agroalimentaria; suministro de insumos y/o marketing, por ejemplo pero esto no la hace una cadena de valor. Como en el caso de una empresa verticalmente integrada, no hay razón para que una cooperativa no pueda formar parte de una red vertical más extensa de cadena de valor, pero los dos conceptos son diferentes.

Una cadena de valor no es una serie de transacciones comerciales tradicionales, una transacción comercial a través del mercado implica múltiples compradores y vendedores y ocurre dentro de un cierto período de tiempo. Los productos se mueven a través de las etapas de la producción, procesamiento y distribución en respuesta a las señales del mercado; no hay una relación de compromiso a largo plazo entre compradores y vendedores individuales. El precio es el determinante principal de la venta; existe muy poca o ninguna negociación de la calidad, la cual es especificada generalmente por un sistema de graduación muy amplio. Al igual que existe muy escasa retroalimentación a través de la cadena agroalimentaria desde los consumidores hacia los productores, esto nos muestra que las relaciones en estos mercados son substancialmente diferentes a las relaciones en una cadena de valor.

Una cadena de valor también difiere de la relación de rivalidad en los negocios que se encuentra en muchas partes del sector agroalimentario. En las relaciones tradicionales el objetivo es maximizar las ganancias de la empresa individual, a menudo se basa en comprar

en el menor precio posible y vender en el precio más alto, existe muy poca confianza e incluso no se comparte información entre los directivos.

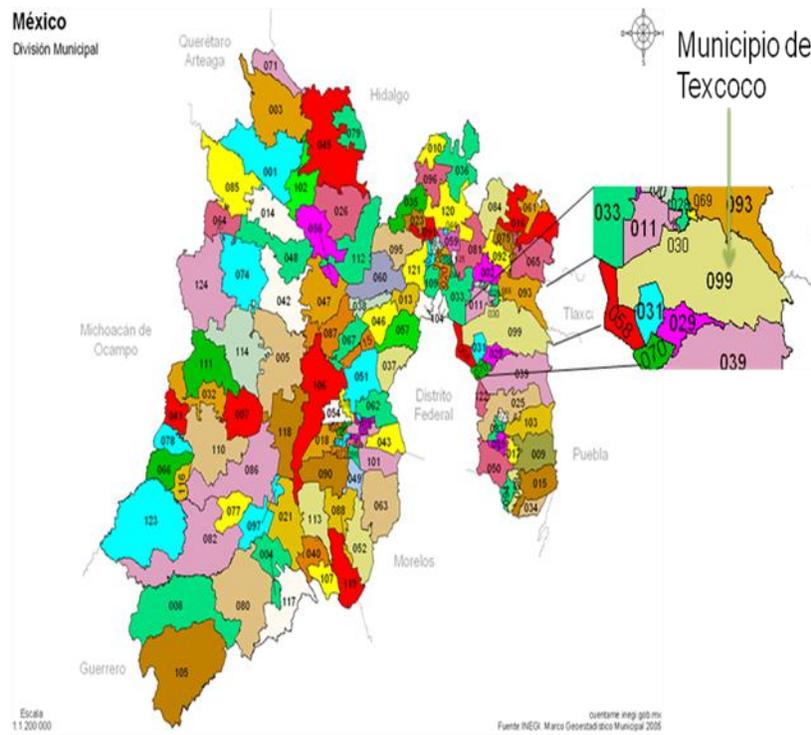
Por su parte, los miembros de una cadena de valor, reconocen que todos los participantes deben crear una situación de ganar-ganar, por lo cual todos ellos se benefician financieramente y son todos partes del proceso de tomar decisiones y compartir la información. Las cadenas de valor se construyen más con cooperación en el negocio, antes que con rivalidades.

CAPÍTULO 4

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El trabajo se realizó en siete comunidades; San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad, ubicadas en el DDRT, situado al noreste del Estado de México y el noreste de la ciudad de México. El Estado de México, es el séptimo Estado en producción de leche a nivel nacional y el DDRT se posiciona como el segundo Distrito en producción de leche en el Estado de México (SIAP, 2013a). La ciudad de Texcoco está situada en 19° 30'43 "N y 98° 52'54" W, a una altitud de 2,250 msnm clima templado semi-seco, con una temperatura media anual de 15,9° C y una precipitación media de 686 mm/año (INEGI, 2013).



Fuente: INEGI, 2013

Figura 12. División distrital del Estado de México.

4.2 Herramienta para la obtención de información en el análisis de competitividad

El análisis de competitividad del sistema lechero de pequeña escala consideró una estratificación de productores, debido a que se observó que el tamaño de hato está directamente correlacionado con estrategias productivas y comerciales, las cuales tienen un impacto directo en la rentabilidad y competitividad. Para obtener la información de campo se empleó una encuesta por muestreo estadístico estratificado. El marco de muestreo se integró del padrón de la Asociación Ganadera Local del municipio de Texcoco. El instrumento principal para la obtención de información fue una cédula de entrevista cuya estructura comprendió las partes correspondientes a productividad, infraestructura, manejo técnico, comercialización, los gastos derivados para la producción de leche y los ingresos por su venta. La información económica y productiva provino de 37 hatos lecheros del DDRT.

La variable fundamental asociada al muestreo fue el tamaño de hato y se consideró a éste al ser un elemento determinante en la construcción y distribución del presupuesto de costos, ingresos como en la rentabilidad del sistema. La estimación del tamaño de muestra final consideró un límite de error de estimación de 5%, con un nivel de confianza del 95%, la ecuación utilizada fue la siguiente:

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^L N_i S_{Ni})^2}{N^2 D^2 + \sum_{i=1}^L N_i S_{Ni}^2} \quad 2)$$

Donde, n =tamaño de muestra final; N =tamaño de la población; N_i =número de productores del i -ésimo estrato; S_{Ni}^2 =varianza estimada del estrato (i); S_{Ni} =desviación estándar del i -ésimo estrato; D^2 =precisión, donde:

$$D^2 = \frac{d^2}{t_{\alpha/2}^2} \quad 3)$$

Donde, d^2 = precisión del estimador; $t_{\alpha/2}^2$ = valor obtenido de las tablas de distribución de t de Student con un t , 0.25, n , gl ; d , 10% (\bar{y}). La información para estimar el tamaño de muestra se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Información base para calcular el tamaño de muestra

		N_i	S_i	S_i^2	$N_i S_i$	$N_i S_i^2$
Estratos:	I	111.00	1.62	2.62	179.75	291.07
	II	56.00	2.66	7.07	148.87	395.73
	III	8.00	9.47	89.60	75.73	716.80
Total		175.00	13.74	99.29	404.34	1403.60

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La asignación de la muestra por estrato se realizó mediante distribución de Neyman, para ello, se utilizó la siguiente ecuación:

$$n_1 = \frac{N_i S_{Ni}}{\sum_{i=1}^L N_i S_{Ni}} \cdot n \quad 4)$$

Donde, n_i = productores por estrato; N_i = número de productores del estrato (i); n = tamaño de la muestra por estrato; S_{Ni} = varianza del estrato (i). La muestra estratificada quedo conformada de la siguiente manera (Tabla 5).

Tabla 5. Muestra estratificada de productores lecheros de pequeña escala

Estratos	Año 2012
Estrato I	22
Estrato II	12
Estrato III	4
Total	37

Fuente: Elaboración propia con información de la tabla 4.

4.3 Herramienta para la obtención de información en el análisis de viabilidad económica y financiera

Se usó la técnica de panel como herramienta en la recolección de información para el análisis de viabilidad económica y financiera. La técnica de panel es aquella que conforma un grupo de productores de una región y que caracteriza a un sistema de producción. El proceso de panel se realiza en sesiones, durante las cuales, los productores aportan datos relacionados con la economía y finanzas de la empresa. En cada panel se realiza una entrevista interactiva e iterativa con los productores usando un proceso de construcción en consenso (Miller y Salkind, 2002). En este proceso los productores deben discutir y llegar a un acuerdo sobre una granja “tipo” que represente la escala y sistema de operación de sus propias granjas (Zavala-Pineda et al., 2012).

Los panelistas proporcionaron información de variables técnicas, económicas, escala productiva y comercial, producción de insumos, alimentación, costos de producción, tamaño de la finca, vacas en producción, rendimientos históricos en producción de leche e insumos, programas y montos de subsidios, tenencia de la tierra, gastos de alquiler, maquinaria e implementos agrícolas.

Las técnicas de simulación usadas conjuntamente con el proceso de panel representativo han tenido un gran éxito en la determinación de la viabilidad económica y financiera en sistemas agropecuarios (Sagarnaga et al., 1999).

Se formaron tres unidades representativas de producción (URP) del sistema lechero de pequeña escala en el nor-oriental del Estado de México. La primera con una escala de ocho vacas en producción (URP8) más reemplazos, esta representa a 130 productores del DDRT, con cuatro a nueve vacas en producción; la segunda con una escala de 12 vacas en producción (URP12) esta representa a 99 productores del DDRT, con 10 a 19 vacas en producción; y la tercera con una escala de 22 vacas en producción (URP22) esta representa a 16 productores del DDRT, con 20 a 30 vacas en producción.

4.4 Metodología para el análisis de competitividad

El análisis de la ventaja comparativa del sistema lechero de pequeña escala se basó en la metodología de la MAP desarrollada por Monke y Pearson (1989). Esta metodología tiene como objetivo medir la eficiencia en los sistemas de producción regionales y definir la existencia de ventajas comparativas.

La MAP tiene dos identidades fundamentales (Tabla 6); precios privados los cuales determinan el nivel de ganancia como la diferencia entre los ingresos y los costos de producción, y precios sociales o económicos, los cuales reflejan los niveles de escases medidos por los efectos de política gubernamental y las distorsiones de mercado (Barrón et al., 2000; Morrison y Balcombe, 2002; Lara-Covarrubias et al., 2003; Hernández-Martínez et al., 2004).

Los precios económicos corrigen los efectos de las distorsiones existentes en el mercado, es decir, estiman los valores de escases que representan el ingreso neto perdido por el factor que no está orientado a su mejor uso alternativo (costo de oportunidad).

Tabla 6. Estructura de la Matriz de Análisis de Política

Concepto	Costos de producción			Ganancias
	Ingresos Totales	Insumos comercializables y no comercializables	Factores internos	
Precios Privados	A	B	C	D ^a
Precios Económicos	E	F	G	H ^b
Efectos de Política	I ^c	J ^d	K ^e	L ^f

Fuente: Pearson et al., 1995.

La diferencia entre el ingreso a precios privados y sociales se le denomina transferencias gubernamentales, estas, reflejan los efectos de política y distorsiones de mercado. Las fórmulas para estimar este resultado se describen a continuación:

Variables

- 5) ^aBeneficios privados, $D = (A - B - C)$
- 6) ^bBeneficios sociales, $H = (E - F - G)$
- 7) ^cTransferencias por precio del producto, $I = (A - E)$
- 8) ^dTransferencias por precios de insumos, $J = (B - F)$
- 9) ^eTransferencia por precio de factores internos, $K = (C - G)$
- 10) ^fTransferencias total o efecto total de las políticas, $L = (D - H) = (I - J - K)$.

Coefficientes de protección

- 11) Coeficiente nominal del producto (CNPP) $CPNP = A/E$
- 12) Coeficiente nominal de insumos comerciables (CPNI) $CPNI = B/F$
- 13) Coeficiente de protección efectiva (CPE) $CPE = (A-B)/(E-F)$

Relaciones de costo privado y costo económico

- 14) Eficiencia del costo privado $RCP = C/(A-B)$
- 15) Eficiencia del costo de los recursos internos $RCR = G/(E-F)$
- 16) Subsidio social al productor $SSP = L/E$
- 17) Equivalente de subsidio al productor $ESP = L/A$
- 18) Subsidio a la ganancia del productor $SGP = D/H$
- 19) Rentabilidad privada $RRP = D/(B+C)$
- 20) Rentabilidad social $RRE = H/(F+G)$
- 21) Valor agregado a precios privados $VAP = (A-B)$
- 22) Valor agregado a precios económicos $VAE = (E-F)$

Participación porcentual

23) Consumo intermedio en el ingreso total

$$PCIP = B/A$$

24) Valor agregado en el ingreso total

$$PVAP = (A-B)/A$$

4.4.1 Descripción de variables representadas en la MAP:

D = A – B – C, representa los ingresos netos del productor (a precios de mercado).

H = E – F – G, representa los ingresos netos que habría tenido el productor si no hubiese habido políticas y programas con influencia en los ingresos brutos y costos de producción; es decir, si el productor hubiese enfrentado precios sombra (efectos de política o distorsiones de mercado), en lugar de precios de mercado.

I = A – E, representa el impacto neto (transferencias positivas o negativas) que políticas y programas del sector público tienen sobre los ingresos brutos del sistema de producción.

J = B – F, representa el impacto neto (transferencias positivas o negativas) que políticas y programas del sector público tienen sobre el costo de los insumos intermedios que utiliza el sistema de producción.

K = C – G, representa el impacto neto (transferencias positivas o negativas) que políticas y programas del sector público tienen sobre el costo de los factores de producción que utiliza el sistema de producción.

L = D – H = I – J – K, representa el impacto neto (transferencias positivas o negativas) que políticas y programas del sector público tienen sobre los ingresos netos del sistema de producción; es decir, el impacto neto del conjunto de políticas y programas gubernamentales sobre la rentabilidad y competitividad del sistema de producción.

Tabla 7. Interpretación de impacto neto de políticas para diferentes valores de I, J, K o L

Valor de I, J, K o L	I	J	K	L, D ≥ 0, H ≥ 0	L, D ≥ 0, H < 0	L, D < 0, H ≥ 0	L, D < 0, H < 0
> 0	Subsidio a ingresos brutos	Impuestos a insumos intermedios	Impuestos a factores de producción	Subsidio neto al sistema de producción	Subsidio neto al sistema de producción	Ninguna	Subsidio neto al sistema de producción
= 0	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
< 0	Impuesto a ingresos brutos	Subsidios a insumos intermedios	Subsidios a factores de producción	Impuesto neto al sistema de producción	Ninguna	Impuesto neto al sistema de producción	Impuesto neto al sistema de producción

Fuente: Magdaleno, 2012.

La ventaja principal de la MAP es que permite cuantificar los efectos de políticas macroeconómicas y sectoriales, incluyendo los precios de los sistemas de producción regionales, así como la eficiencia económica de los mismos. Su posible limitación es que los resultados son para un año base, por lo cual hay que sensibilizar las matrices de coeficientes para recalcular el comportamiento del sistema evaluado (Barrera-Rodríguez et al., 2011).

4.4.2 Interpretación y definición de rubros contables que integran la MAP

Insumos comercializables. Son los que tienen un mercado internacional que se comercializan o podrían comercializarse en condiciones de apertura comercial, y por tanto, tienen una cotización internacional (alimentos, medicinas, vacunas, pie de cría reemplazos, combustibles, detergentes, desinfectantes, útiles etc.).

Insumos indirectamente comercializables. Son productos o insumos que se pueden comercializar; pueden ser también insumos compuestos por partes comercializables y partes no comercializables, por lo que estos se deberán desagregar en cada uno de ellos y evaluarlos de acuerdo a su clasificación, dependiendo del bien que se trate (vehículos, equipamiento e instalaciones).

Factores internos. Son factores que intervienen en la producción y, por ello, su precio se determina en el mercado interno por el libre juego de la oferta y la demanda (mano de obra, energía eléctrica, cuota de agua, administración, asistencia técnica, cuota de asociación etc.) (Barrón et al., 2000).

Competitividad. Se refiere a las ganancias privadas, ingresos menos costos que obtienen los productores. La competitividad es medida con el indicador relación del costo privado (RCP). Para comparar sistemas que generan productos idénticos, el análisis de las ganancias privadas ($D = A - B - C$) es insuficiente, pues los resultados de rentabilidad son residuales y podrían provenir de sistemas que utilizan niveles diferentes de insumos para producir bienes que también pueden tener diferencias sustanciales en precios. Esta ambigüedad está inherente en las comparaciones de las ganancias privadas de sistemas que producen diferentes bienes con variación en la intensidad de capital, lo anterior puede evitarse con la estimación de la relación RCP (Monke y Pearson, 1989).

La RCP permite comparar la eficiencia privada entre dos sistemas de producción diferentes, que se obtiene por el cociente del costo de los factores internos (C) y del valor agregado (A - B) a precios privados. Donde, el valor agregado es igual al ingreso total restándole el costo de los insumos.

$$RCP = \frac{\text{Costos de los factores internos}}{\text{Valor agregado}} \quad 25)$$

La RCP indica el límite donde el sistema de producción, en términos de eficiencia, puede sostener el pago de los factores internos (incluyendo el retorno normal al capital) permaneciendo todavía competitivo, esto es, el punto de equilibrio después de obtener ganancias normales o extraordinarias (Hernández et al., 2008; Rebollar et al., 2011).

Si la RCP es menor que uno, el productor es competitivo y recibe ganancias extraordinarias, dado que después de remunerar a los factores de la producción, tanto propios como

contratados, queda un residuo en el valor agregado que es la retribución a la gestión del productor. Si la RCP es igual a la unidad, no se generan ganancias extraordinarias, entonces el productor paga solamente los factores de producción, los cuales incluyen mano de obra y capital. Si la RCP es mayor a la unidad el productor no es competitivo ya que no genera los excedentes económicos necesarios para cubrir el pago de los factores de producción (Sosa-Montes et al., 2000; Posadas-Domínguez et al., 2014).

4.4.2.1 Valor agregado (VAP)

Es la contribución de la actividad al ingreso del propio sector pecuario o bien el monto del ingreso total de la granja utilizado en pagar a los recursos mano de obra, créditos, agua, electricidad y la administración. Dicho de otra manera, el VAP representa el pago o la remuneración a los factores internos de la producción como de la ganancia que obtiene el productor, por lo que este valor refleja el efecto de la producción hacia el interior del propio sector productivo.

4.4.2.2 Consumo intermedio (PCIP)

Está constituido por el pago de este sector hacia el resto de la economía regional, que se compone de gastos corrientes, con la excepción de salarios y el pago de equipo e instalaciones.

4.4.2.3 Ventaja comparativa

La rentabilidad privada de un sistema de producción cualquiera que esta sea, no, refleja la rentabilidad económica para el país en su conjunto. Los subsidios, los impuestos y las distorsiones originadas por el tipo de cambio comúnmente afectan en forma significativa a los precios de los productos e insumos. El análisis empírico de la ventaja comparativa requiere eliminar estos efectos de política y calcular la rentabilidad, que para el país significa una actividad productiva. La finalidad del análisis de la ventaja comparativa, es dar, respuesta a la interrogante de que resulta más económico para el país, importar un bien o producirlo

internamente. Si el importarlo resulta más caro el país tiene ventaja comparativa de ese bien y deberá producirlo internamente para ahorrar divisas.

Para evaluar la ventaja comparativa se utiliza el indicador de la relación de recursos internos (RCR), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos valuados a precios de eficiencia y el valor agregado económico (valor de la producción precio internacional del producto menos consumo intermedio a precios internacionales de los insumos).

Si el valor de la RCR se encuentra entre 0 y 1 indica que el valor de los recursos internos usados en la producción de un bien es inferior al valor de las divisas en la importación de ese bien, por lo que el país, tendrá ventaja comparativa en la producción de ese bien. Si el valor de la RCR es superior a 1, indica que el valor de los recursos internos usados en la producción supera el valor de las divisas que se invertirían en su importación, por tanto, el país no tiene ventajas comparativas en la producción. Si la RCR es negativa indica que el costo de producir un bien supera su costo en el mercado (Monke y Pearson, 1989).

4.4.2.4 Coeficiente de protección nominal (CPNP)

Este indicador contrasta el precio de mercado o precio privado de un producto o insumo con su correspondiente precio de eficiencia económica. Permite identificar si las políticas de precios incentivan o desincentivan la producción interna. Un $CPNP > 1$ indica protección, en tanto que un $CPNP < 1$ indica desprotección.

4.4.2.5 Coeficiente de protección efectiva (CPE)

Este indicador estima la relación entre el valor agregado a precios privados y el valor agregado a precios económicos. Este coeficiente mide el grado de transferencias a productos e insumos derivados de políticas comerciales y el tipo de cambio. Si el CPE es menor a la unidad existe un desincentivo para los productores, pues podrían haber recibido mayor remuneración si enfrentan un precio económico, es decir, sin intervención política. Si la CPE

es mayor a la unidad los productores están recibiendo una mayor remuneración a sus factores debido a las intervenciones de política.

4.5 Metodología para el análisis de viabilidad económica y financiera

Se utilizó el modelo econométrico MexSim para proyectar el análisis de viabilidad económica y financiera del sistema lechero de pequeña escala. El modelo fue desarrollado por la *Texas Extension and Education Foundation* (TEEF), adscrita al *Food and Agricultural Policy Center* (AFPC) de *Texas A&M University* (TAMU) en conjunto con la *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación* (SAGARPA) y *La Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria* (AGROPROSPECTA). El MexSim, proyecta en condiciones de riesgo e incertidumbre la viabilidad económica del sector agropecuario mexicano, su desarrollo se dio a partir del programa FLIPSIM, el cual ha sido validado y aplicado en proyectos de investigación y extensión por economistas de más de 25 universidades norteamericanas y por analistas de política en otros 10 países más (AGROPROSPECTA, 2009).

El MexSim, es un modelo econométrico que tiene como objetivo determinar y proyectar indicadores de viabilidad económica y financiera a nivel granja y empresa agropecuaria en horizontes de planeación futuros. Así mismo, el MexSim es capaz de emplear herramientas robustas en la discriminación de escenarios de gestión y alternativas de riesgo como la dominancia estocástica con respecto a una función (DERF). Este método ilustra que alternativa de inversión es preferida por los agricultores, con una actitud neutral, moderada o sumamente arriesgada con respecto a su inversión (Hardaker et al., 2004b).

El MexSim es programado en Excel[®] y utiliza la plataforma contenida en el programa de simulación econométrica para el análisis de riesgo, Simetar[®], como herramienta para simular el resultado en las proyecciones económicas. El MexSim proyecta la viabilidad económica y financiera utilizando información histórica de variables técnicas y económicas de productores para un año base e información de la tendencia de variables macro (inflación, tipo de cambio y tasa de interés) y microeconómicas (precios de insumos y productos).

El Simetar es hoy en día el programa más complemento que se puede usar en Excel, para desarrollar y aplicar modelos de simulación a nivel finca (Richardson et al., 2000). El modelo está programado en C ++, y se ejecuta en la memoria RAM de la computadora.

El Simetar, es un lenguaje de simulación por escrito para los analistas de riesgo, proporciona un método para el análisis de datos, la simulación de efectos de riesgo, y presenta los resultados en un entorno fácil de usar como Microsoft Excel. Cualquier hoja de cálculo en Excel puede hacerse estocástica y tener propiedades de simulador utilizando las funciones de Simetar, el cual, requiere poca memoria adicional y funciona de manera eficiente en la mayoría de las PCs con Excel 2000, XP, 2007, 2010 y 2013.

Un principio común de Simetar, es que todas las funciones son dinámicas, por lo que si se realizan cambios en los datos originales la mayoría de los parámetros, pruebas de hipótesis, regresiones, y las estrategias de clasificación de riesgo son automáticamente actualizadas. Esta característica del Simetar ofrece una significativa eficiencia durante el desarrollo, validación, verificación y aplicación en modelos de simulación estocástica.

Simetar cuenta con más de 230 funciones las cuales se clasifican en seis grupos: (a) simulación de variables aleatorias, (b) estimación de parámetros y análisis estadísticos, (c) análisis gráfico, (d) alternativas de riesgo, (e) manipulación de datos y análisis, (f) regresión múltiple, y (g) predicción probabilística (Richardson, 2008).

El desarrollo y aplicación de un modelo estocástico con el modelo MexSim tienen diferentes etapas que se deben cumplir para generar un modelo adecuado en la predicción de eventos económicos de un sistema de producción. Estas etapas se pueden clasificar en programación, validación y verificación, así como el análisis de las variables de riesgo que utiliza el modelo para simular el comportamiento económico y financiero en un horizonte de planeación futuro. En la siguiente sección se describe cada una de estas etapas.

4.5.1 Programación de un modelo estocástico

El desarrollo de un modelo estocástico, se programa y analiza mejor cuando se trabaja un enfoque de arriba hacia abajo. En la Figura 13, se ilustra la mejor manera de construir y simular un modelo estocástico. El modelo debe ser diseñado de arriba hacia abajo, y programado de abajo hacia arriba para obtener mejores resultados (Richardson, 2007).



Fuente: Modificado de Danielle, 2008

Figura 13. Pasos para programar un modelo de simulación con el programa MexSim.

4.5.2 Verificación y validación del modelo

La verificación y validación del modelo es clave para asegurar que los resultados sean confiables y tener elementos concretos en la toma de decisiones. Este proceso se produce en la etapa de desarrollo y simulación. La verificación es el proceso donde se prueba que cada ecuación en el modelo se calcula correctamente, así, como el control de la lógica del modelo para asegurar que todas las ecuaciones se especifican adecuadamente. Es decir, la verificación es el proceso mediante el cual se confirma la precisión de las ecuaciones y

fiabilidad del modelo. La validación es el proceso de comprobar la precisión de las variables aleatorias y pronósticos generados por el modelo (Richardson, 2007).

Las distribuciones de variables aleatorias se deben comprobar antes de su vinculación a las variables deterministas para asegurarse de que tienen las mismas características que las distribuciones de las variables originales. Para llevar a cabo el proceso de verificación y validación se corren las siguientes pruebas estadísticas, una prueba de t-Student y una prueba de correlación de matrices.

La simulación de un modelo sin verificar y validar las numerosas ecuaciones y variables incluidas en el modelo aumenta la posibilidad de errores de salida, así como los costos y el tiempo invertidos en el análisis del proyecto evaluado. En la Tabla 8, se observa un ejemplo de como validar un modelo de simulación econométrica con el modelo MexSim.

Tabla 8. Precios históricos de tres insumos alimenticios (\$/kilogramo)

Observaciones	Maíz amarillo	Maíz Blanco	Sorgo
1	1.50	2.42	1.37
2	1.94	2.57	1.70
3	2.54	3.72	2.27
4	2.36	3.72	2.10
5	2.28	2.61	2.12
6	2.37	3.00	2.25
7	2.07	3.24	1.87
8	2.50	3.26	2.31
9	2.26	3.45	2.13
10	3.24	4.55	3.19
11	2.71	4.30	2.34
12	2.45	3.38	2.20
13	2.01	2.61	1.82
Media	2.325	3.294	2.128
Desviación estándar	0.400	0.639	0.408
Coefficiente de variación	17.213	19.391	19.186
Mínimo	1.500	2.420	1.370
Máximo	3.240	4.550	3.190

Fuente: Richardson, 2005.

En la Tabla 1 del Anexo. Se observa que el precio del maíz amarillo simulado, su media y desviación estándar fueron estadísticamente iguales a un nivel de significancia del 95% en la prueba de hipótesis se muestra que el modelo esta validado y listo para simularse (Tabla 9). La correlación de los rendimientos históricos y los rendimientos simulados fue el mismo como se observa en los datos históricos de rendimiento (Tabla 3 y Tabla 1 del Anexo).

Tabla 9. Validación de resultados para precios de maíz amarillo

Prueba de hipótesis para parámetros de maíz amarillo					
Nivel de confianza 95%					
	Valor dado	Valor de prueba	Valor critico	P-Valor	
t-test	2.325	0.00	2.56	1.00	No se rechaza Ho de que la media es igual a 2.325
Chi-Square Test	0.400	13.01	LB: 4.40 UB: 23.40	0.74	No se rechaza Ho de que la desviación estándar es igual a 0.400

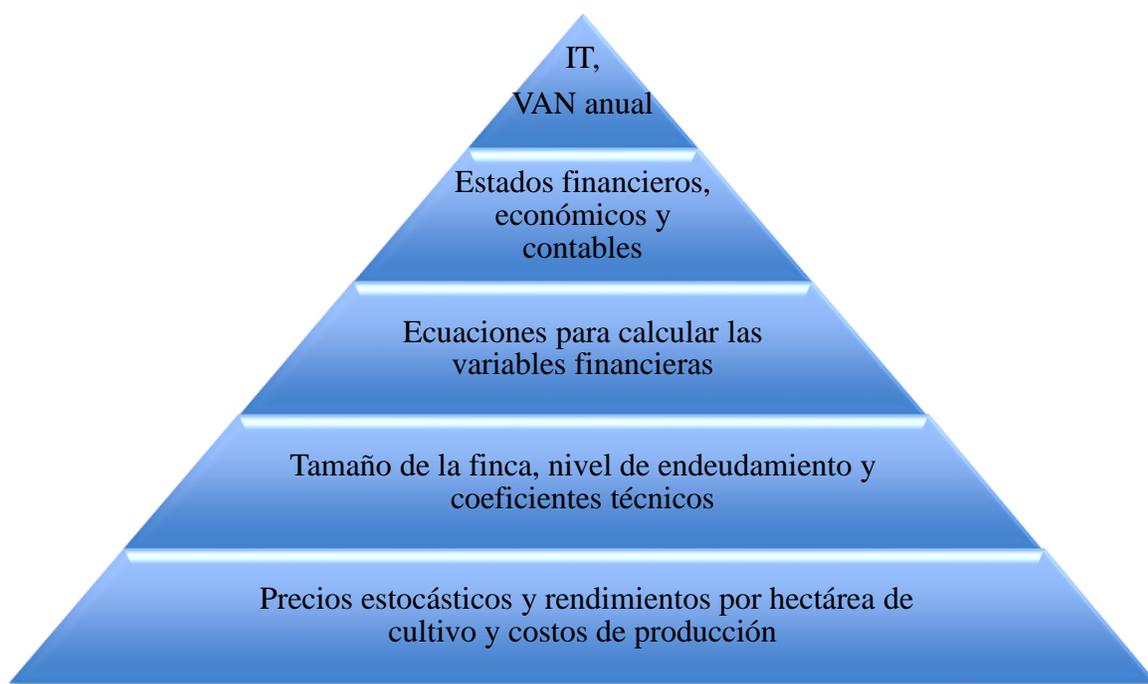
Fuente: Richardson, 2005.

En la validación del modelo hay un paso muy importante, los supuestos del modelo, los cuales tienen incidencia directa en los resultados del análisis. En este trabajo el análisis consideró los siguientes supuestos: 1) La escala de producción; 2) La producción de leche por vaca; 3) La capacidad aprovechada de las instalaciones; 4) La tasa de subsidios; y 5) Los coeficientes técnicos se mantienen constantes durante el horizonte de planeación 2010-2018; 6) El nivel tecnológico se mantuvo inalterado, lo que permitió atribuir los cambios observados a permutaciones en las condiciones económicas; 7) El número de productores que se dedican a la actividad se mantiene constante, es decir, que la incorporación o retiro de productores no altera los resultados; 8) La tasa de descuento empleada para evaluar el proyecto se estableció en 10%; 9) En los egresos se consideró un sueldo para el productor, de acuerdo al salario vigente en la zona de estudio \$100 por día de trabajo; 10) El pago de mano de obra familiar y los retiros de efectivo realizados por el productor son incluidos en el proceso de simulación.

4.5.3. Construcción de un modelo para determinar la viabilidad económica y financiera

La pirámide de la Figura 14 muestra los pasos para la construcción de un modelo de arriba hacia abajo. Esta figura ilustra la forma en que se debe construir un modelo para simular la probabilidad de éxito económico y financiero. Los ingresos netos en efectivo y el VAN serán las VSC utilizadas como factores determinantes en la viabilidad económica y financiera.

El balance de caja, balance general y estado de resultados son la esencia del modelo. Estos estados contables contienen los resultados para calcular las VSC. El precio de los insumos alimenticios, los coeficientes técnicos (producción) y costos de producción serán utilizados en el modelo para simular las distribuciones de probabilidad para las VSC.



Fuente: Modificado de Danielle, 2008

Figura 14. Pasos para construir un modelo de simulación económica y financiera con el programa MexSim.

4.5.4 Variables del modelo en el análisis de producción de cultivos

En esta sección se describe la estructura del modelo a partir de las variables estocásticas y deterministas. El precio de mercado de los insumos utilizados por los productores cambia cada año, por lo que es lógico, que estas variables se simulen en un horizonte de planeación.

Los precios y rendimientos del año base (información obtenida de los panelistas) e históricos de ensilado de maíz, alfalfa, avena y maíz amarillo constituirán las variables que tendrán un proceso estocástico. Se utilizó una Distribución Multivariante Empírica (DME) para simular el precio de los cultivos.

El pronóstico de precios proyectados por la SAGARPA (2011a) de los insumos necesarios para la producción de cultivos se utilizó en el modelo. En la Tabla 10, se observan los costos de producción para cada cultivo, los cuales, fueron estimados de acuerdo a la información proporcionada por los panelistas.

Tabla 10. Costos de producción por hectárea de cultivo en sistemas lecheros de pequeña escala año base, 2013

	Ensilado de maíz	Alfalfa	Avena	Maíz
	\$/hectárea			
Costos variables				
Costo de la semilla	600.00	3,333.33	2000.00	600.00
Mano de obra	600.00	1,800.00	2000.00	580.00
Herbicidas	110.00	100.00	110.00	120.00
Abono orgánico	799.20	850.00	800.00	810.00
Abono inorgánico	150.00	200.00	-	200.00
Tractor	1,800.00	1,800.00	1,800.00	1,800.00
Riego	-	7,200.00	-	-
Gasolina	100.00	1,200.00	100.00	120.00
Costo por ensilar	2000.00	-	-	-
Costos fijos				
Depreciación de vehículo	40.00	60.00	32.00	28.00
Costo total por hectárea	6,199.20	16,543.33	6,642.00	4,258.00
Costo por kilogramo (\$/kg)	0.31	0.18	0.32	1.70

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

4.5.4.1 Precio estocástico de cultivos

El modelo proyecta el costo de producción de los cultivos en el horizonte de planeación tomando en cuenta tres variables; 1) el costo promedio calculado a partir de la información de los panelistas (año base); 2) el rendimiento por hectárea de cultivo del año base e históricos y; 3) la tasa de inflación proyectada por SAGARPA (2011a).

En la validación de las ecuaciones para determinar el precio estocástico de los cultivos, el modelo estima una desviación estándar uniforme correlacionada (DEUC) a partir de una matriz de correlación de precios (MCP). Las distribuciones empíricas para el precio de cada cultivo se expresan como desviaciones porcentuales (S_i) de la media (como los datos históricos no tiene ninguna tendencia) y las probabilidades de ocurrencia ($F(S_i)$). Las DEUC, las desviaciones porcentuales (S_i), y probabilidades ($F(S_i)$) se pueden utilizar con los rendimientos medios previstos (Q) para simular el costo de los cultivos al azar (\hat{Q}_j) en el modelo.

$$\tilde{Q}_j = \hat{Q}_j * [1 + DME(S_i, F(S_i), C_i)] \quad 26)$$

Una DME se utiliza para asegurar que las variables aleatorias se correlacionan de la misma forma que las variables históricas utilizadas en el análisis. El modelo utiliza los parámetros de la DME para eliminar la tendencia de los datos y la expresión de los residuos como fracciones de tendencia (S_i) y probabilidades acumuladas ($F(S_i)$). Este método de estimación, asegura que el coeficiente de variación (CV) y media para las variables aleatorias simuladas sea igual al CV y media de las variables de los datos históricos (Richardson, 2007). Para consultar el proceso de análisis de una DME ver Anexo Tabla 2.

Los rendimientos de cada cultivo se usaron para calcular los costos de producción. El ingreso total estocástico de cada cultivo ($\tilde{IT} C_j$) será una función del precio nacional estocástico (\tilde{P}_j) y el rendimiento por hectárea cultivada (\tilde{Q}_j).

$$\widetilde{IT} = \widetilde{P}_j * \widetilde{Q}_j \quad (27)$$

El costo total por cultivo (CT_j) estará dado por la sumatoria de los costos variables (CV_{ji}) más sus costos fijos (CF_j).

$$CT_j = \sum(CV_{ji}) + CF_j \quad (28)$$

La misma estructura de modelo se utiliza para la estimación de CT_j en cada cultivo.

4.5.5 Variables generales estocásticas del modelo

En la siguiente sección se explica con mayor detalle las variables que utiliza el modelo para estimar la viabilidad económica y financiera, empezando con las variables estocásticas, variables deterministas y las VSC o financieras. La Tabla 11, muestra las variables de entrada y salida utilizadas en el estudio del sistema lechero de pequeña escala.

Tabla 11. Variables de entrada y salida para el sistema lechero de pequeña escala

Variables de entrada	Variables de salida	Precios de entrada y salida
Cultivos		Semilla
Maíz para silo	Silo	Alimentación
Alfalfa	Forraje	Medicamentos
Avena	Grano	Mano de obra
Maíz para grano	Zacate	Agua
Costos variables	Leche	Tractor
Costos Fijos	Subproductos	Abono orgánico
Producción de leche		Abono inorgánico
Costos variables		Riego
Costos fijos		Gasolina
Venta de subproductos		Depreciaciones
Vacas de desecho		Precios de salida
Becerras		Precio de cultivos
Becerras		Precio de la leche
Otros ingresos		Precio de subproductos
Subsidios		

Fuente: Elaboración propia.

La inflación proyectada y tasa de interés son utilizadas para simular el costo de producción de la leche, subproductos y cultivos en el horizonte de planeación analizado. La probabilidad de éxito económico y financiero dependerá de los días de operación, costos de producción, precio de venta de productos, subproductos y otros ingresos. En esta sección se describen las ecuaciones usadas por el modelo:

$$29) \text{ Precio por litro de leche}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_{10})]$$

$$30) \text{ Precio de maíz para silo}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_9)]$$

$$31) \text{ Precio de alfalfa verde}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_8)]$$

$$32) \text{ Precio de avena}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_7)]$$

$$33) \text{ Precio del maíz para grano}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_6)]$$

$$34) \text{ Precio de subproductos}_t = \text{Precio medio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_5)]$$

$$35) \text{ Tasa de inflación}_t = \text{Tasa de inflación}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_4)]$$

$$36) \text{ Tasa de interés}_t = \text{Tasa de interés}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_3)]$$

$$37) \text{ Tipo de cambio}_t = \text{Tipo de cambio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_2)]$$

$$38) \text{ Precio del petróleo}_t = \text{Precio}_t * [1 + \text{DME} (S_i, F(S_i), C_1)]$$

El nombre de las variables que se indican en color negro, son las variables que se someterán al proceso de simulación estocástica. Los valores de C_{10} a C_1 en las ecuaciones 29-38 representan las desviaciones estándar uniformes correlacionadas que aseguran que las variables aleatorias están correlacionadas de manera apropiada.

4.5.5.1 Ingresos

Los ingresos se componen por los ingresos de mercado (IM_t), que están referidos a los ingresos por venta de leche, ingresos por transferencias (IT_t), que son todos aquellos ingresos de los apoyos gubernamentales que recibe la URP8 y, otros ingresos (OI) que están compuestos por los ingresos derivados de subproductos como; venta de becerros, becerras, vaquillas, toretes y vacas de desecho.

$$\text{Ingresos totales}_t = IM_t + IT_t + OI_t \quad 39)$$

4.5.5.2 Gastos

- 40) Costo de las semillas_t = Costo por kilogramo_{t-1} *(1+ la tasa de inflación_t)
- 41) Costo de la mano de obra_t = Costo anual de mano de obra_t *(1 + la tasa de inflación para costo de mano de obra_t)
- 42) Costo de herbicidas_t = Costo por litro_t *(1+ la tasa de inflación_t)
- 43) Costo de abono orgánico_t = Costo por kilogramo_t *(1+ la tasa de inflación_t)
- 44) Costo de abono inorgánico_t = Costo por kilogramo_t *(1 + la tasa de inflación_t)
- 45) Costo de tractor_t = Costo por arrendamiento_t *(1+ la tasa de inflación_t)
- 46) Riego_t = Costo anual de riego_t *(1 + la tasa de inflación para costo de riego_t)
- 47) Gasolina_t = Costo por litro_t *(1 + la tasa de inflación_t)
- 48) Costo por ensilar_t = Costo de mano de obra_t + Costo de materiales para ensilar_t *(1 + la tasa de inflación_t).

La depreciación para maquinaria y equipo agrícola se calculó, asumiendo un programa de depreciación en línea recta y de acuerdo a los porcentajes de depreciación que marca la SAGARPA para el sector primario o agropecuario.

$$\text{Depreciación}_t = \left[D_{1i}^{ni} = \frac{(P_i - VR_i)}{VU_i} \right] \quad 49)$$

Donde D_{1i}^{ni} es el costo anual por depreciación del insumo i , P_i es el valor histórico del activo i , VR_i es el valor residual del activo i , VU_i es la vida útil del activo i .

4.5.5.3 Variables de flujo de caja

El flujo de efectivo de una inversión es a menudo el factor más crítico para el éxito o fracaso en el retorno de la inversión (Richardson y Mapp, 1976). Los flujos de efectivo anuales se calculan utilizando las ecuaciones 50-51. Los cálculos de flujo de efectivo se inician con los intereses devengados por las reservas de efectivo del año anterior (50). Flujos de efectivo

totales (51) es la suma de los ingresos netos de efectivo generados en el ejercicio más las reservas de caja positiva al 1 de enero y los intereses devengados.

$$50) \text{ Intereses Ganados}_t = \text{Reserva en efectivo positivas}_{t-1} * \text{Tasa de interés}_t$$

$$51) \text{ Flujos de efectivo}_t = \text{Utilidad Neta} + \text{Reserva en efectivo positivas}_{t-1} + \text{Intereses Ganados}_t$$

La salida de efectivo (55) es la suma de varias categorías de gastos, como: los dividendos (52), los pagos de capital (53) inversión inicial, los reemplazos de capital previstos, el reembolso de los préstamos de déficit de flujo de caja, y los impuestos sobre la renta (54).

$$52) \text{ Dividendos}_t = (\text{Retornos netos}_t - \text{retiros en efectivo de la familia}_t)$$

$$53) \text{ Pagos de capital}_t = \text{Pago anual de capital} - \text{intereses a capital}$$

$$54) \text{ Pago de impuestos}_t = \text{Ingreso neto positivo}_t * \text{la tasa de impuesto al ingreso}$$

$$55) \text{ Salidas de efectivo}_t = \text{Pago a capital}_t + \text{Pago del déficit de flujo de caja}_t + \text{Dividendos}_t + \text{Impuestos federales}_t$$

Las reserva de efectivo finales por año (56), se obtienen de la diferencia entre las entradas y salidas de efectivo.

$$56) \text{ Reservas en efectivo finales} = \text{Entradas de efectivo} - \text{Salidas de efectivo}$$

Los saldos en efectivo pueden ser positivos o negativos, debido a la variabilidad de la producción, los costos de los insumos y los precios del producto. Si el saldo de caja es positivo, es un activo, y si es negativo se obtiene un préstamo, es decir un déficit de caja para ese año particularmente.

El balance general se compone de tres ecuaciones: activo (57), pasivo (58), y patrimonio neto o capital neto nominal (59)

$$57) \text{ Activos}_t = \text{Valor de la tierra}_t + \text{Valor del inventario ganadero}_t + \text{Valor de los bienes muebles e inmuebles}_t$$

58) $Pasivos_t = Pasivos\ a\ corto\ plazo_t + Pasivos\ a\ largo\ plazo_t + Flujo\ negativo\ de\ ingresos\ al\ cierre\ de\ cada\ año_t$

59) $Capital\ neto\ nominal_t = \sum(Reservas\ de\ efectivo_t + Activos_t - Pasivos_t)$

5.5.5.4 Variables financieras o de salida clave

Las variables financieras se calculan en la última parte del modelo. En esta sección se describen las fórmulas utilizadas para estimar los variables financieras.

$$\text{Valor actual neto } VAN = -VACNR + \frac{(\sum_{i=1}^n IF + \Delta CNI)}{0.10^9} \quad 60)$$

Dónde: $VACNR$ es el valor actual del capital neto real, IF son los ingresos familiares, ΔCNI es el porcentaje de cambio en el capital neto inicial.

$$\text{El valor actual del capital neto real } VACNR = (1 + 0.10)^{t.n} \quad 61)$$

$$\text{El ingreso familiar } IF = \sum_{i=1}^n VAIF \quad 62)$$

Donde $VAIF$ es el valor actual de los ingresos familiares

$$\text{Tasa de retorno sobre activos } TRA_t = IN + \frac{(\sum ICCP + ICMP + ICLP)}{\sum AT} \quad 63)$$

Donde IN es el ingreso neto de la URP8, $ICCP$ son los intereses de crédito a corto plazo, $ICMP$ es el interés de crédito a mediano plazo, $ICLP$ es el interés de crédito a largo plazo, $\sum AT$ es el valor de los activos totales.

$$\text{Costo beneficio } CF = \frac{CNI}{\sum VAIF^n + VACNR} \quad 64)$$

Donde CNI es el capital neto inicial, $VAIF^n$ es el valor actual de los ingresos familiares, $VACNR$ es el valor actual del capital neto real.

4.6 Dominancia estocástica

Hardaker y Lien (2010) mencionan que de una gran variedad de modelos para el análisis de riesgo, parece que la teoría de utilidad esperada ha sido universalmente adoptada en análisis de riesgo económicos. Sin embargo, sigue existiendo una considerable desconfianza con respecto a esta metodología justificada por cómo puede representar adecuadamente las actitudes de los tomadores de decisiones ante su aversión al riesgo. En parte por esta razón, y para que los resultados sean aplicables a los tomadores de decisiones con diferente aversión al riesgo, muchos estudios utilizan eficiencia estocástica. La cual se define como un criterio para dividir las opciones de elección en riesgo eficiente y establece un amplio rango de conductas de riesgo. Este es el tema que se describe a continuación.

De acuerdo con Richardson (2007), el criterio de elección de una alternativa de negocio para un actor surge mediante la clasificación de escenarios donde se muestra la combinación de riesgo y ganancias, de tal manera que el actor pueda decidir entre el abanico de opciones.

La SMC, es capaz, de analizar y clasificar el escenario, con el mejor ingreso y menor riesgo, y el escenario, con el mayor riesgo y el menor ingreso o una combinación de ambos. Esta clasificación de escenarios se puede realizar con el proceso llamado dominancia estocástica.

Almaraz (2010) menciona que una forma simple de comparar variables aleatorias (v.as.) es a través de sus valores esperados, no obstante, ello es poco informativo, ya que se basa únicamente en dos valores. Normalmente se obtiene mayor información del comportamiento de funciones de distribución, las funciones generadoras de momentos, funciones de tasa de fallo, de razón de verosimilitudes, etc. Estas características proporcionan un mayor conocimiento de las v.as. Por ello surge la necesidad de reglas de carácter estocástico que permitan la comparación de v.as. Estas reglas se dicen de dominancia estocástica (DE) y su uso se ha generalizado a numerosas áreas de la economía, finanzas y estadística.

De manera intuitiva, un individuo no saciable y con aversión al riesgo prefiere aquel activo que le dé mayor utilidad esperada. En la literatura existen distintos criterios basados en las propiedades estocásticas de los retornos (o de las funciones de probabilidad de los retornos) que le aseguren al individuo la elección del activo que le proporcione mayor utilidad esperada. Los criterios de comparación se conocen como criterio de dominancia estocástica de primer orden (FSD), de segundo orden (SSD) y DERY. Estos criterios se relacionan con el nivel del retorno y con la dispersión o variabilidad del mismo.

4.6.1 Dominancia estocástica de primer grado

La FSD corresponde a la noción estocásticamente menor en sentido fuerte y clasifica a los activos con riesgo de modo consistente para individuos que prefieren más a menos riqueza.

De acuerdo con Almaraz (2010), un activo se dice que es dominante desde el punto de vista estocástico si el individuo recibe mayor riqueza con este activo que con cualquier otro que se le presente.

Sean F y G las funciones de distribución de A y B respectivamente (sin pérdida de generalidad se supone que el soporte es el intervalo $[0; 1]$) donde:

$$f(x) = P[r_A \leq x] = \int_0^x f(z) dz \quad (65)$$

$$G(x) = P[r_B \leq x] = \int_0^x g(z) dz \quad (66)$$

Donde: r_A y r_B son los rendimientos de los activos A y B, y f y g sus densidades, respectivamente.

En el ejemplo anterior supongamos que el activo A, que denominaremos alternativa de inversión 1, representa la opción de operar un hato lechero de pequeña escala produciendo el 100% de insumos y, el activo B, que denominaremos alternativa de inversión 2, representa la opción de comprar los insumos de producción en el mercado enfrentando con ello la volatilidad en el precio de los insumos.

El activo A presenta una dominancia estocástica de FSD con respecto a B si para toda función no decreciente se cumple:

$$\int_0^1 U(x) df(x) \geq \int_0^1 U(x) dg(x) \quad (67)$$

En la Figura 15, se puede observar gráficamente que la estrategia A sería preferida sobre la estrategia B, dado que la distribución de probabilidades acumuladas de A es menor que B. Es decir la estrategia B supone aversión al riesgo por parte del inversor y significa que se preferirá al activo A, pues acumula menor probabilidad en la cola izquierda de la distribución, que es la menos desfavorable, sin importar la renuncia a un mejor rendimiento. Lo cual indica que el negocio de la lechería de pequeña escala genera mayor riqueza cuando produce sus insumos para alimentar al ganado que cuando los compra en el mercado.

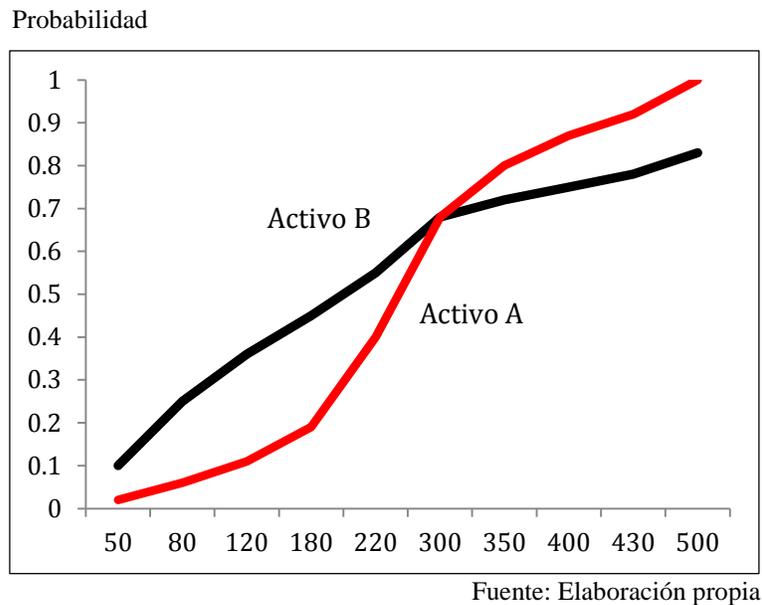


Figura 15. Distribución de probabilidades acumuladas para alternativas A y B, en FSD.

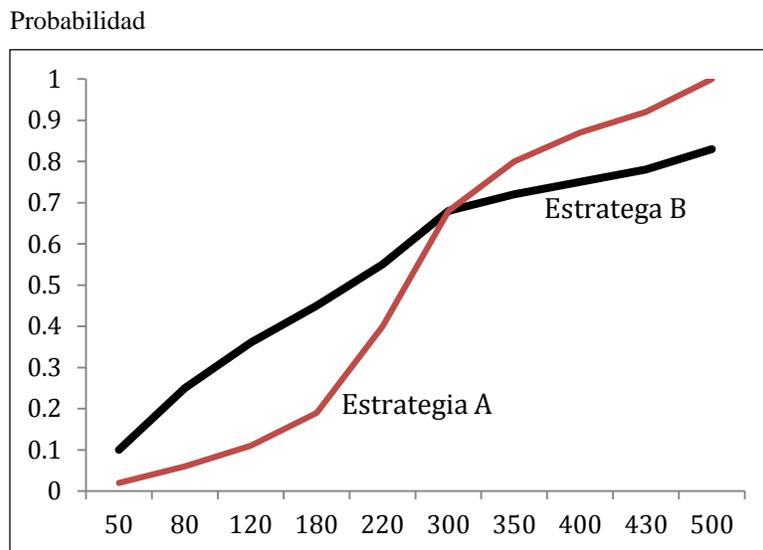
4.6.2 Dominancia estocástica de segundo orden

De acuerdo con Almaraz (2010) la SSD clasifica a los individuos que:

- i. Prefieren más a menos riqueza
- ii. Son adversos o neutrales al riesgo

Por simplicidad se consideran distribuciones con la misma media, ya que si las variables aleatorias con la misma media describen los retornos de dos inversiones con riesgo, entonces el decisor con aversión al riesgo elegirá aquella inversión con variabilidad más baja.

El supuesto adicional del análisis de SSD sobre FSD, yace en que la función de utilidad presenta valores marginales incrementales decrecientes, es decir presenta cierto grado de aversión al riesgo, ya sea neutral o alto, por tanto, para las mismas dos alternativas de decisión A y B, A será estocásticamente dominante en segundo grado sobre B si el área bajo la curva de la función de A es menor que el área bajo la curva de la función de B. En la Figura 15 es posible observar que el decisor prefiere la opción A dado que el área bajo la curva de esta estrategia es menor que el área bajo la curva de la estrategia B.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Distribuciones de probabilidades acumuladas para estrategias A y B, en SSD.

4.6.3. Dominancia estocástica con respecto a una función

La DERF es un método que permite al actor la mejor toma de decisiones que la que se puede tomar con los resultados de dominancia estocástica de primer y segundo orden. Los escenarios se clasifican simultáneamente de mayor a menor riesgo (Hardaker et al., 2004b).

El análisis DERF evalúa simultáneamente las equivalencias de certeza (EC) a través de una gama de coeficientes de aversión al riesgo (CAR) para varios escenarios (Richardson, 2008). El escenario con la más alta EC se prefiere para cualquier CAR, donde este último es conocido como el riesgo al que el productor o empresario se enfrenta en una alternativa de negocio, un CAR de 0, se le da a un productor conservador y, un CAR por ejemplo de 4, a un productor arriesgado.

La función de utilidad es la más adecuada para la clasificación de las alternativas de riesgo en horizontes de planeación (Richardson, 2008). Los parámetros necesarios para la función de utilidad, son el riesgo relativo y coeficientes de aversión (RCAR) y una cantidad de ingresos esperados para cada alternativa o escenario de negocio. La función de utilidad permite clasificar los escenarios a través de diferentes niveles de ingresos, ya que se asume

que un actor, presenta diferentes posturas de riesgo cuando su inversión cambia con respecto a la cantidad de dinero en juego. En la Tabla 12, se presenta un ejemplo de una salida con DERF, asumiendo una función de utilidad a través de una RCAR inferior de 0 y superior de 4, las cuales representan a productores muy conservadores y arriesgados respectivamente.

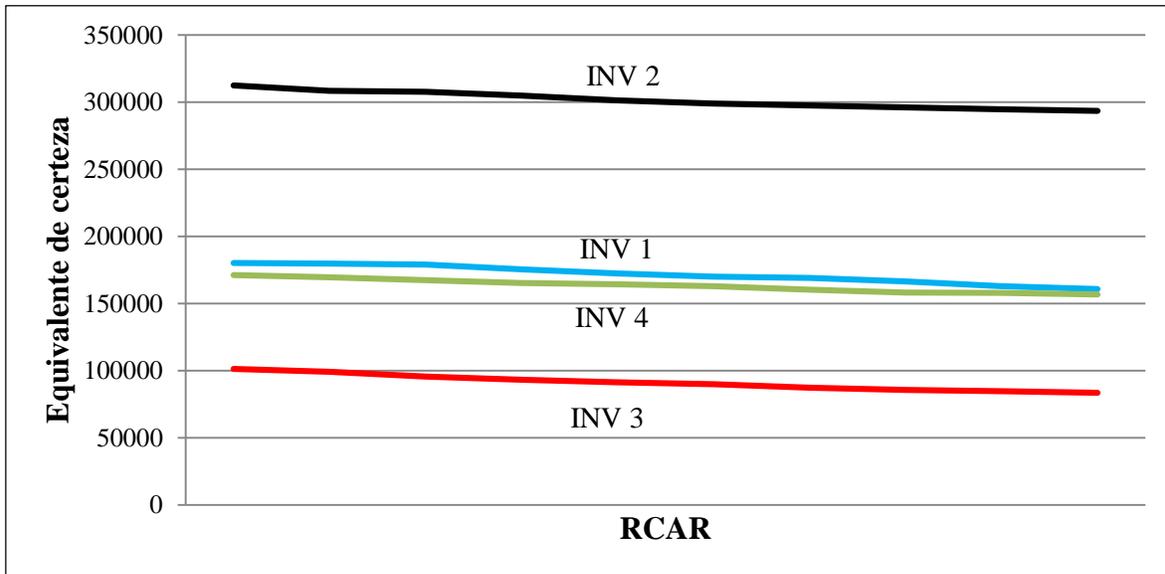
El escenario con la mayor EC, es el preferido en cada RCAR. En la Tabla 12 se observa que la alternativa de inversión 2, es preferida independientemente de que tan arriesgados son los productores, esta decisión se sustenta debido a que este escenario presenta la mayor EC en todos los RCAR. Si dos escenarios tienen igualdad de EC en un RCAR, entonces cualquier postura de aversión al riesgo sería indiferente entre ellos.

Tabla 12. Determinación de DERF para cuatro alternativas de inversión

RCAR	Ingresos esperados para cada inversión (miles de pesos)			
	INV 1	INV 2	INV 3	INV 4
1 0.0	180,245	312,512	101,234	171,234
2 1.1	179,765	308,498	99,234	169,453
3 1.5	178,976	307,598	95,678	167,341
4 1.7	175,356	304,876	93,223	165,213
5 2.0	172,455	301,253	91,345	164,349
6 2.2	169,897	298,875	89,998	162,987
7 2.5	168,964	297,431	87,345	160,345
8 3.0	166,467	296,213	85,678	158,221
9 3.5	162,878	294,678	84,567	157,898
10 4.0	160,876	293,457	83,468	156,847

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 16, se interpreta similar a los resultados de la Tabla 12. Se puede observar que la inversión dos es preferida sobre los otros escenarios, ya que tiene la más alta EC en cada RCAR. Por el contrario la inversión tres representa el escenario menos preferido entre las cuatro opciones, ya que tiene la EC más baja en cada RCAR.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Dominancia estocástica con respecto a una función para cuatro alternativas de negocio.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Los resultados de la investigación derivaron en seis trabajos científicos que dieron respuesta a los objetivos planteados. El primer trabajo es un artículo aceptado para su publicación en la Revista Contaduría y Administración, el cual analiza la rentabilidad del sistema lechero de pequeña escala y su retrospectiva en un periodo de 10 años.

El segundo trabajo estuvo enfocado al análisis de rentabilidad y competitividad del sistema lechero de pequeña escala. Se publicó como capítulo de libro. En: Cavallotti-Vázquez Beatriz, Cesín-Vargas Alfredo, Ramírez-Valverde Benito, Marcof-Álvarez Carlos (Coordinadores). Ganadería y alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social. Volumen 2. UACH-COLPOS-UNAM. 593-606. ISBN 978-607-715-076-3.

El tercer trabajo analizó la contribución de la mano de obra familiar en la rentabilidad y competitividad del sistema lechero de pequeña escala en el centro de México. El artículo se publicó en la Revista Tropical Animal Health and Production 46 (1): 235-240.

El cuarto trabajo analizó la contribución de la mano de obra familiar en la viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala. Se publicó como capítulo de libro. En: Betariz A. Cavallotti V., Gustavo E. Rojo M., Benito Ramírez V., Alfredo Cesín V., Carlos F. Marcof A., (coordinadores). La Ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas. UACH. 217-228. ISBN 432.341-300-0.

El quinto trabajo analizó la viabilidad económica y financiera del sistema lechero de pequeña escala en el centro de México, el cual será enviado a la Revista Livestock Science.

El sexto trabajo comprende el análisis de la competitividad y márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala en el municipio de Texcoco. El trabajo será preparado para su envío a la Revista Livestock Science.

5.1 Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo: 2000-2012

Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez¹, Jesús Armando Salinas-Martínez¹, Nicolás Callejas-Juárez², Gregorio Álvarez-Fuentes³, José Herrera-Haro⁴, Carlos Manuel Arriaga-Jordán¹, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda¹.

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

³Instituto de Investigación de Zonas Desérticas; Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P. México.

⁴Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Corresponding author:

Dr. F.E. Martínez-Castañeda

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR),

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM),

Instituto Literario # 100,

C.P. 50000, Toluca,

Estado de México, México

Tel. and fax: +52 (722) 296 5552

e-mail: femartinezc@uaemex.mx and fernestom@yahoo.com.mx

Estado del artículo: Aceptado para su publicación

Revista: Contaduría y Administración (Anexo 3).

Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo: 2000-2012

Resumen

Se analizó financieramente la evolución y desempeño de las estrategias productivas, económicas y comerciales utilizadas por productores lecheros de pequeña en la zona periurbana de Texcoco, México. Para tal motivo, los datos económicos y productivos fueron obtenidos de 1023 lactancias en dos periodos, 2000 y 2012. Para determinar las variaciones entre los sistemas productivos, los productores fueron estratificados con una asignación Neyman en base a su tamaño de granja determinando tres estratos. Se utilizó la metodología general de costos para establecer las estructuras contables de los sistemas de producción y la metodología financiera de reajustabilidad de valores mediante la construcción de deflatores usando la variación del INPC, que permitió determinar los ajustes en costos en el tiempo para realizar la comparación en términos económicos. Se presenta evidencia que entre los periodos productivos 2000 y 2012, el grupo de productores ubicados en el estrato I, definió como estrategias, una nula participación de mano de obra eventual y contratada, así como la independencia en la compra de insumos (ya que este estrato produce 90% de sus insumos), el estrato II, disminuyó 3 de los 4 principales rubros del costo total de producción (alimentación, medicamentos y servicio reproductivo) e incrementó la utilidad promedio por litro de leche (\$2.00) con estrategias comerciales de venta, el estrato III definió como estrategias, el aumento de productividad (59%), la disminución en costo (29%) del principal insumo (alimento) en la dieta, y el aprovechamiento de la escala productiva para obtener la mayor entrada de ingresos por unidad productiva.

Palabras clave. Costos de producción, estrategias económicas, insumos productivos, política económica, producción de leche.

Abstract

Evolution and performance of the strategies used by small dairy farmers in peri-urban scale of Texcoco Mexico was Financially analyzed. For this reason, economic and production data were obtained from 1023 lactations in two periods, 2000 and 2012. To determine small variations between production system, farmers were stratified with a Neyman allocation based on farm size determining three strata. Cost general methodology was used to establish cost accounting structures of production systems and financial methodology of indexation of values using the INPC variation, which allowed to determine the adjustments taken over time by producers. We present evidence that in the period under review the group of producers located in stratum I, defined as strategies, not to contract eventual neither definitive labor and their independence in the purchase of inputs (as this stratum produces 90% of its inputs), stratum II, declined 3 of the 4 main items of the total cost of production (food, medicine and service reproductive) and increased the average profit per liter of milk sold (\$ 2.00), the stratum III defined as strategies, increased productivity (59%), the decrease in production cost (29%) of the major input (food) in the diet and used more milk produced in market.

Key words: Production costs, economic strategies, productive inputs, economic policy, milk production.

Introducción

Para el año 2010 el sector pecuario en México aportó el 45% del valor de la producción agropecuaria (SIAP, 2011), siendo la producción de leche uno de los tres sistemas producto con mayor presencia y aporte económico (CANILEC, 2012a). Tan solo en 2010, de los 246 mil millones de pesos generados por los tres principales sistemas producto, la leche participó con el 21%, la carne en canal con el 66.5% y el huevo para plato con el 12.5% restante (SIAP, 2012).

Por lo anterior, se considera al subsector lechero como uno de los sistemas prioritarios en México, dada su importancia como sector proveedor de alimentos y generador de empleo, lo cual es apoyado por estadísticas del INEGI, las cuales señalan que la leche es el tercer producto alimenticio más consumido en los hogares mexicanos, uno de cada diez pesos del gasto en los hogares corresponde a dicho producto.

En lo particular, el sistema lechero de pequeña escala, ha jugado un papel importante en el desarrollo del sector lechero nacional, en la última década investigaciones científicas mencionan la importancia en la contribución social y económica que la lechería de pequeña escala aportó a las familias y comunidades donde se desarrolla, su relevancia se sustenta al aportar ingresos a un número importante de familias campesinas, además de generar diferentes beneficios sociales y económicos (Arriaga *et al.*, 2002; Cesín *et al.*, 2007), frenar la migración en las zonas rurales (Arriaga *et al.*, 2002; Espinoza *et al.*, 2007) y conservar las tradiciones culturales de la gastronomía mexicana mediante un saber-hacer, aplicado en la transformación de leche a quesos artesanales (Cesín *et al.*, 2007). Así mismo, la pequeña lechería ha aprovechado eficientemente las ventajas comparativas que le brinda el núcleo familiar, la tenencia del minifundio para la producción de insumos y las zonas peri-urbanas donde se desarrolla la actividad para adoptar diferentes estrategias que les han permitido

disminuir costos de producción (Salinas-Martínez *et al.*, 2010) y aumentar el grado de rentabilidad y competitividad sectorial.

El desempeño económico y financiero de un sistema empresarial como agropecuario, es sin duda, uno de los aspectos más importantes y difíciles de determinar. En la búsqueda de su estimación se han creado medidas cuantitativas como utilidad, rentabilidad, liquidez y otras más, e indicadores cualitativos como innovación perspectivas de mercado y administración. No obstante, los indicadores cualitativos son menos estáticos y absolutos que los cuantitativos, en tanto que los segundos pueden ser opacados por factores como; la consideración del tiempo en la obtención de beneficios, la omisión de los costos de oportunidad, y las ventajas financieras a largo plazo (Morillo, 2001), así como la postura de la mayoría de los sistemas agropecuarios de no refinanciar sus activos fijos, la cual impacta en la descapitalización de las unidades productivas en el mediano y largo plazo.

La combinación en el uso de herramientas contables, como la metodología general de costos de producción y financieras como la técnica de reajustabilidad de valores usando la variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), pueden aportar elementos y ser herramientas que permitan inhibir la omisión del tiempo y costos de oportunidad en la construcción de indicadores cuantitativos, que puedan medir con mayor precisión la rentabilidad y discernir las estrategias adoptadas por los sistemas lecheros de pequeña escala en dos periodos en el tiempo.

En este sentido, existe evidencia en el ámbito nacional e internacional en la cual se ha hecho uso de herramientas contables y financieras por separado para determinar distintos objetivos, todos encaminados a mejorar las condiciones económicas en sistemas lecheros de pequeña escala, entre ellos, la estimación de rentabilidad (Somda *et al.*, 2005; Espinoza *et al.*, 2005; Espinoza *et al.*, 2007), competitividad (Carranza-Trinidad *et al.*, 2007), márgenes de comercialización (Espinoza *et al.*, 2008) y viabilidad económica (Argilés *et al.*, 2007). Sin

embargo, hay pocos textos científicos donde se haya hecho uso de metodologías contables y financieras en forma conjunta para examinar el comportamiento evolutivo de costos e ingresos y que a través de estos análisis se puedan aportar elementos para analizar estrategias implementadas por los sistemas productivos en el tiempo.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar financieramente las estrategias productivas, económicas y comerciales que han adoptado los productores lecheros de pequeña escala en el periodo 2000-2012. La hipótesis central fue que las diferentes estrategias implementadas han permitido a los productores vivir de la actividad y seguir en el mercado de competencia actual.

Materiales y métodos

Zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco (en las comunidades de San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad) situado al nor-orienté del Estado de México en los periodos 2000 y 2012, dicho Distrito ocupa el segundo lugar en producción de leche a nivel estatal (SIAP, 2012) y se caracteriza por su histórica vocación lechera, predominando la pequeña lechería. La zona de estudio tiene una altitud de 2250 msnm, su clima se considera templado semiseco, con una temperatura media anual de 15.9°C y una precipitación media anual de 686 mm (INEGI, 2003).

Estimación del tamaño de muestra

Para obtener la información de campo se empleó una encuesta por muestreo estadístico estratificado. El marco de muestreo se integró del padrón de la Asociación Ganadera Local del municipio de Texcoco en ambos periodos de análisis. El instrumento principal para la obtención de información fue una cédula de entrevista cuya estructura comprendió las partes correspondientes a productividad, infraestructura, manejo técnico, comercialización, los gastos derivados para la producción de leche y los ingresos por su venta. La información económica y productiva provino de 1023 lactancias (305 días por lactancia) en los dos periodos de análisis, (456 para el periodo 2000 en 20 hatos lecheras y 567 en el periodo 2012 en 20 hatos).

La variable fundamental asociada al muestreo fue el tamaño de hato y se consideró a éste al ser un elemento determinante en la construcción y distribución del presupuesto de costos, ingresos como en la rentabilidad del sistema. La estimación del tamaño de muestra final consideró un límite de error de estimación de 10% de la media muestral, con un nivel de confianza del 95%, la ecuación utilizada fue la siguiente:

$$n = \frac{(\sum_i^L N_i S_{Ni})^2}{N^2 D^2 + \sum_i^L N_i S_{Ni}^2} \quad 1)$$

Donde, n=tamaño de muestra final; N=tamaño de la población; N_i =número de productores del i-esimo estrato; S_{Ni}^2 =varianza estimada del estrato (i); S_i =desviación estándar del i-esimo estrato; D^2 =precisión, donde:

$$D^2 = \frac{d^2}{t_{\alpha/2}^2} \quad 2)$$

Donde, d^2 = precisión del estimador; $t_{\alpha/2}^2$ = valor obtenido de las tablas de distribución de **t** de Student con un t , 0.25, n , gl ; d , 10% (\bar{y}). La información para estimar el tamaño de muestra se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 1. Información base para calcular el tamaño de muestra

Sistema de producción		N_i	S_i	$N_i S_i$	$N_i S_i^2$	W_i
Año 2000						
Estratos:	I	111.00	1.62	179.75	291.07	0.63
	II	56.00	2.66	148.87	395.73	0.32
	III	8.00	9.47	75.73	716.80	0.05
Total		175.00	13.74	404.34	1403.60	1.00
Año 2012						
Estratos:	I	130.00	3.60	468.19	1686.19	0.53
	II	99.00	2.74	270.80	740.76	0.40
	III	16.00	3.46	55.43	192.00	0.07
Total		245.00	9.80	794.42	2618.95	1.00

Fuente: Elaboración propia con información de campo

La asignación de la muestra por estrato en cada época analizada se realizó mediante distribución de Neyman, para ello, se utilizó la siguiente ecuación:

$$n_1 = \frac{N_i S_i}{\sum_i N_i S_i} \cdot n \quad 3)$$

Donde, n_i = productores por estrato; N_i = número de productores del estrato (i); n = tamaño de la muestra por estrato; S_i = varianza del estrato (i). La muestra estratificada quedo conformada de la siguiente manera (tabla 2).

Tabla 2. Muestra estratificada de productores lecheros de pequeña escala por periodo productivo

Estratos	Año 2000	Año 2012
Estrato I	9	22
Estrato II	7	12
Estrato III	4	4
Total	20	37

Fuente: Elaboración propia con información de la tabla 1

Análisis económico de la información

Para determinar el análisis económico y el cambio en los años estudiados de los sistemas lecheros de pequeña escala se adaptó la metodología general de costos de producción a la metodología propuesta por Székely y Rascón (2005), la cual supone la construcción de deflatores individuales por rubro de costo y compara su comportamiento con el deflactor del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). En este sentido, el primer paso fue examinar la dinámica microeconómica en el crecimiento real de gastos e ingresos por litro de leche entre periodos productivos, identificando con estos resultados, las estrategias económicas, comerciales y productivas que han adoptado las unidades de producción en el periodo 2000 y 2012. Posteriormente se comparó el crecimiento individual de cada rubro de la estructura de costos de producción con el deflactor del INPC, para analizar el ritmo de cambio del crecimiento en el precio de los insumos y el poder adquisitivo de los productores.

La estimación de las estructuras contables de costos de producción en cada periodo consideró un ajuste por concepto de inflación, para lo cual se tomó como punto de referencia la tasa de crecimiento del INPC del mes de Septiembre (base segunda quincena de Diciembre de 2010) de cada periodo. La ecuación que se consideró para la construcción de los deflatores individuales y compuestos fue la siguiente:

$$I_0^t(i) = \frac{y_{it}}{y_{i0}} \times 100 \quad 4)$$

Donde; y_{it} y y_{i0} , son dos valores concretos de una magnitud o variable y_i , el primero de los valores corresponde al momento actual (t) y el segundo al momento base o de referencia ($t=0$).

La comparación en las estructuras de costos de producción se pudo realizar mediante la aplicación de la técnica financiera de reajustabilidad de valores mediante la construcción de deflatores, la cual permitió llevar a valor presente los costos de producción de un litro de leche y poder así determinar cuál ha sido su comportamiento a través del tiempo. Esta técnica financiera incluye el comportamiento macroeconómico del país mediante la variación del INPC en los dos periodos de análisis. La ecuación utilizada para determinar la reajustabilidad de valores fue la siguiente:

$$\frac{\text{Valor a reajustar} * INPC_{it}}{INPC_{io}} \quad 5)$$

Donde; *it* y *io*, son dos valores concretos de una magnitud o variable, donde el primero de los valores corresponde al Índice nacional de precios al consumidor correspondiente al año final evaluado (*t*) y el segundo al Índice nacional de precios al consumidor del año inicial evaluado (*t=0*).

Resultados

Producción

El promedio de producción presentó incrementos de 5.95 litros⁻¹ por vaca al día y 22.70 mil litros por ható al año entre el periodo productivo 2000-2012, en tanto que el inventario promedio se mantuvo prácticamente igual entre periodos, por su parte la productividad por vaca al día entre estratos mantuvo un comportamiento creciente al ostentar incrementos en el orden de 41.93% para el grupo de productores del estrato I, 40.07% para el estrato II, y 49.55% para el estrato III (Tabla 3). Los resultados en la evolución de los parámetros productivos develan que el grupo de productores ubicados en el estrato III, fue el más eficiente al lograr el mayor incremento tanto en productividad promedio por vaca como en el aumento de vacas en producción (6.46%).

Tabla 3. Evolución de algunos parámetros productivos en el periodo 2000-2012

Rubro	Estrato I		Estrato II		Estrato III		$Yest \pm \sqrt{Var(Yst)}$	
	2000	2012	2000	2012	2000	2012	2000	2012
Promedio de P/E ^γ (miles de L/año)	28.20	35.31	63.03	84.27	136.65	217.60	44.30±0.5	67.00±0.4
Promedio de P/día	12.45	17.67	14.90	20.87	15.60	23.32	13.38±0.6	19.33±0.5
Vacas en producción	6.80	6.00	12.70	12.12	26.30	28.00	9.58±0.6	9.91±0.5
Variación PPE ^γ (%)	25.23		33.70		32.96			
Variación en PD ^λ (%)	41.93		40.07		49.55			
Variación VP (%) ^ρ	-11.76		-4.57		6.46			

Fuente: elaboración propia con información de campo

^γ=Producción por estrato; ^γ=Promedio de producción por estrato; ^λ=Producción diaria; ^ρ=Vacas en producción; $Yest \pm \sqrt{Var(Yst)}$ = Media ponderada

Reajustabilidad de valores en la estructura de costos de producción

Con el objeto de poder hacer una comparación en términos de equilibrio económico entre los periodos productivos 2000 y 2012, se llevó el valor de los costos del periodo 2000 a valor del periodo 2012, este procedimiento permitió homogenizar los costos por litro de leche entre periodos pudiendo realizarse así, la comparación entre estructuras económicas. Los resultados indican que las tres escalas de productores analizados presentaron una estructura porcentual en costo por litro de leche superior en el rubro general de costos variables y costos fijos en el periodo 2000 actualizado, lo cual bajo los términos de eficiencia económica representa que entre los años 2000 y 2012 las tres escalas de productores analizadas disminuyeron el costo para producir un litro de leche en 2.88, 14.06 y 22.54% (Tabla 4). Esta eficiencia se sustenta en las diferentes estrategias productivas que cada escala aplica y en los aumentos de productividad obtenidos en 12 años.

Tabla 4. Reajustabilidad de valores en la estructura de costos totales para el periodo 2000-2012 (pesos/litro)

Rubro	Estrato I		Estrato II		Estrato III	
	2000	2012	2000	2012	2000	2012
Costos variables	3.48	3.70	3.74	3.38	3.68	3.01
Costos fijos	0.69	0.35	0.60	0.35	0.58	0.29
Costos totales	4.17	4.05	4.34	3.73	4.26	3.30
Crecimiento en CT (%)	-2.88		-14.06		-22.54	
Margen relativo CV (%)	83.45	91.36	86.18	90.62	86.38	91.21
Margen relativo CF (%)	16.55	8.64	13.82	9.38	13.62	8.79

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Comportamiento microeconómico por rubro de costo

En la tabla 5, se muestran los rubros que conforman las estructuras de costos de producción para los periodos 2000 y 2012, así como el deflactor específico para el caso de cada rubro de costo. En la parte inferior de la tabla se presenta el INPC, que es el índice utilizado por el INEGI para deflactar el ingreso en los hogares y la variable utilizada como medida de bienestar (Székely y Rascón, 2005). La comparación entre los deflactores por rubro de gasto y el INPC general es relevante, ya que si el INPC el cual mide el crecimiento en la subida generalizada en los precios de los insumos para la producción de leche crece a una tasa más rápida que el precio individual de los deflactores de la estructura de costos de producción entre los periodos analizados, entonces el costo de producir leche será menor en términos reales (relativo al INPC total) y si se utiliza el ingreso promedio de venta de un litro de leche como un indicador de flujo de capital entrante a las unidades de producción evaluadas deflactando su valor de este utilizando el INPC, se podrán tener elementos que indiquen el grado de rentabilidad real de las tres escalas de producción evaluadas en los periodos 2000 y 2012.

Los resultados en el estrato I, indican que entre el periodo 2000 y 2012 los productores lograron disminuir el costo del principal insumo para la producción de un litro de leche

(alimento) en 9.34% (Tabla5) equivalente a \$0.23 en el costo de producción, logrado en 12 años de evolución y aprovechamiento eficiente de los recursos internos. Así mismo, se observa que el INPC creció a un mayor ritmo (70.03%) que el deflactor de los insumos, alimento, servicio reproductivo y depreciación de animales, lo cual en términos de comparación muestra un comportamiento decreciente en costo respecto al INPC general entre los años 2000 y 2012, este comportamiento devela que los productores del estrato I, implementaron estrategias para disminuir el costo del principal insumo en la dieta y de su principal activo productivo (vacas en producción) aumentando con ello el grado de eficiencia económica para el periodo 2012.

Tabla 5. Comparación del INPC y los deflactores por rubro de gasto para el estrato I (\$/litro)

Rubro de la estructura de costo de producción	Costos deflactados 2000 [£] (A)	Costos deflactados 2012 (B)	Tasa de crecimiento 2000-2012 C= (B-A)/A	Diferencia entre Inflación General y por rubro E= (C-D) ^Ω
Costos variables				
Alimentación	2.45	2.23	-9.34%	-79.37%
Mano de obra	0.88	1.21	37.46%	-32.57%
Medicamentos	0.05	0.07	28.92%	-41.11%
Servicio reproductivo	0.05	0.04	-26.33%	-96.36%
Agua	0.01	0.04	342.03%	272.00%
Combustible	0.02	0.08	342.03%	272.00%
Luz	0.02	0.05	121.01%	50.98%
Costos fijos				
Dep. de construcciones	0.03	0.04	26.29%	-43.74%
Otros gastos	0.11	0.27	147.22%	77.19%
Dep. de animales	0.55	0.04	-93.18%	-163.21%

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

[£]Costos deflactados del periodo 2000, llevados a valor de los costos del periodo 2012; ^Ω(D)= Inflación general 2000-2012= 70.03%. Fuente: BANXICO, 2012 (Estimada con base en la segunda quincena de Diciembre de 2010).

El deflactor general y por rubro de gasto se estimó tomando el INPC del mes de Septiembre de cada periodo analizado.

Los resultados obtenidos en el estrato II, resaltan que tres de los cuatro principales rubros que conforman los costos variables: alimentación, medicamentos y servicio reproductivo, disminuyeron su costo entre los años productivos 2000 y 2012 (16.60, 60.07 y 40.11%) en \$0.49 por litro de leche producido, en tanto que los costos fijos siguieron la misma tendencia al disminuir su costo principalmente en el rubro de depreciación de animales en 91.94% equivalente a \$0.42 por litro de leche, este último comportamiento económico esta explicado por la nula inversión que los productores destinan para la compra de pie de cría, ya que los reemplazos para la producción son seleccionados de las crías de su hato, situación por lo cual han disminuido el costo en este rubro (Tabla 6). El comparativo del crecimiento de los costos por rubro individual con el deflactor del INPC ratifica que los productores ubicados en el estrato II, implementaron estrategias para disminuir costos en términos reales en los rubros de alimentación, medicamentos, servicio reproductivo y depreciación de animales que en conjunto representan 58.07% de los costos para producir un litro de leche, esto ratifica la capacidad que tienen los sistemas lecheros de pequeña escala para adaptarse a los escenarios cambiantes y aprovechar de manera eficiente sus recursos internos para disminuir costos.

Tabla 6. Comparación del INPC y los deflactores por rubro de gasto para el estrato II (\$/litro)

Rubro de la estructura de costo de producción	Costos 2000 ^ε (A)	Costos 2012 (B)	Tasa de 2000-2012 C= (B-A)/A	Diferencia entre y por rubro E= (C-D) ^Ω
Costos variables				
Alimentación	2.49	2.07	-16.60%	-86.63%
Mano de obra	0.93	1.14	22.83%	-47.20%
Medicamentos	0.09	0.04	-60.07%	-130.10%
Servicio reproductivo	0.06	0.04	-40.11%	-110.14%
Agua	0.05	0.02	-60.07%	-130.10%
Combustible	0.11	0.05	-57.22%	-127.25%
Luz	0.02	0.03	79.68%	9.65%
Costos fijos				
Dep. de construcciones	0.03	0.04	19.79%	-50.24%
Otros gastos	0.11	0.27	148.13%	78.10%
Dep. de animales	0.46	0.04	-91.74%	-161.77%

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

^εCostos deflactados del periodo 2000, llevados a valor de los costos del periodo 2012; ^Ω (D)= Inflación general 2000-2012= 70.03%. Fuente: BANXICO, 2012 (Estimada con base en la segunda quincena de Diciembre de 2010).

El deflactor general y por rubro de gasto se estimó tomando los INPC del mes de Septiembre de cada periodo analizado.

Uno de los principales resultados observados en las tres escalas de productores analizados fue el aumento gradual en costo del segundo rubro que ostenta la mayor participación en costo total (mano de obra), este comportamiento es importante debido a que bajo las condiciones de producción de los sistemas lecheros de pequeña escala tanto la poca dependencia a insumos externos como el aprovechamiento del capital humano son dos de las principales fortalezas que aprovechan eficientemente en su sistema productivo para disminuir costos, y coincidentemente estos son dos de los rubros que generan el mayor costo de producción (entre el 84 y 86% dependiendo el estrato productivo). Los resultados obtenidos en las tres escalas de productores analizados entre los periodos 2000 y 2012 indican que los productores de los tres estratos actuaron con estrategias para disminuir el costo sobre uno de los insumos que generan el mayor costo por litro de leche, alimentación.

Los resultados obtenidos en el análisis del estrato III, muestran la mayor eficiencia obtenida por este grupo de productores, sin embargo estos resultados son referentes solo al proceso de producción, ya que la parte de comercialización se analizó por separado. En la tabla 7, se aprecia la evolución en cada parámetro individual donde la alimentación, la cual conforma el mayor costo de producción por litro de leche, disminuyó su costo en 29.22% entre los años 2000 y 2012, equivalente a \$0.78 por litro de leche producido, así mismo, al igual que en los estratos I y II se presenta una tendencia en la disminución de costo (92%) en el refinanciamiento de vacas en producción.

Tabla 7. Comparación del INPC y los deflatores por rubro de gasto para el estrato III (\$/litro)

Rubro de la estructura de costo de producción	Costos deflactados 2000 [‡] (A)	Costos deflactados 2012 (B)	Tasa de crecimiento 2000-2012 C= (B-A)/A	Diferencia entre Inflación General y por rubro E= (C-D) ^Ω
Costos variables				
Alimentación	2.67	1.89	-29.22%	-99.25%
Mano de obra	0.68	0.94	39.27%	-30.76%
Medicamentos	0.06	0.05	-16.05%	-86.08%
Servicio reproductivo	0.05	0.04	-6.72%	-76.75%
Agua	0.02	0.02	11.94%	-58.09%
Combustible	0.19	0.03	-86.01%	-156.04%
Luz	0.02	0.04	123.87%	53.84%
Costos fijos				
Dep. de construcciones	0.03	0.03	-16.05%	-86.08%
Otros gastos	0.11	0.23	107.88%	37.85%
Dep. de animales	0.44	0.04	-92.00%	-142.05%

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

[‡]Costos deflactados del periodo 2000, llevados a valor de los costos del periodo 2012; ^Ω (D)= Inflación general 2000-2012= 70.03%. Fuente: BANXICO, 2012 (Estimada con base en la segunda quincena de Diciembre de 2010).

El deflactor general y por rubro de gasto se estimó tomando el INPC del mes de Septiembre de cada periodo analizado.

Dinámica económica en ingresos por la venta de leche

El análisis en el comportamiento productivo de las tres escalas analizadas en los años 2000 y 2012, mostró las estrategias que utiliza cada estrato para disminuir costos y aumentar el margen de utilidad por litro de leche. Los resultados indicaron que entre los periodos de análisis los productores más eficientes para disminuir costo fueron los ubicados en el estrato III, seguidos de los estratos II y I. Sin embargo, el análisis financiero en costos de producción permitió identificar solo las estrategias en el proceso de producción y brindó conclusiones acerca de este, no obstante, para cumplir con el objetivo de este trabajo y discernir la mayoría de las estrategias que implementan los productores de pequeña escala fue necesario analizar el proceso de comercialización de la leche, ya que este influye directamente en el precio por litro de leche y en las utilidades finales recibidas por cada estrato productivo.

Los resultados encontrados para el grupo de productores que conforman el estrato I, muestran el cambio ocurrido entre los periodos 2000 y 2012, puede apreciarse en la tabla 8, que durante el periodo 2000 el estrato I, fue el más eficiente en términos de comercialización destinando el 64% de su producción diaria a la venta al menudeo con un diferencial en el precio de venta por litro de leche de \$1.8, sin embargo, para 2012 este estrato disminuyó este porcentaje en 45.31% al destinar solo el 35% de su producción diaria para la venta al menudeo, este comportamiento ubica a los productores del estrato I, como los menos eficientes en términos económicos para el periodo 2012 al conseguir la utilidad más baja de las tres escalas de productores analizados (\$1.40 por litro de leche promediando las ventas al mayoreo y menudeo). No obstante, cabe mencionar que de haber mantenido las condiciones productivas y comerciales del periodo 2000 el grupo de productores del estrato I, obtendría actualmente \$1.75 de utilidad por litro de leche \$0.35 menos de lo que actualmente genera.

El análisis en el grupo de productores del estrato II, indica que entre los periodos productivos 2000 y 2012 consolidaron la comercialización como una de sus principales estrategias al aumentar su volumen de ventas al menudo de 35% en el periodo 2000 a 48% en el 2012, esta estrategia le permitió a este grupo de productores obtener las mejores utilidades por litro de leche (\$1.95 promediando el precio por litro de leche al mayoreo y menudeo) de las tres escalas de productores analizados, así mismo desplazó al estrato I, como el grupo de productores que destinaba el mayor porcentaje de venta de leche al menudeo en 12 años, de seguir bajo las mismas condiciones de producción y comercialización para 2012 el estrato II, solo obtendría una utilidad de \$0.96 por litro de leche \$0.99 menos de lo que obtiene bajo las formas de producción y comercialización actuales (Tabla 8).

Los resultados para los productores del estrato III, indican que por cada litro que ponen en el mercado obtienen una utilidad en términos reales de \$1.79 (Tabla 8), \$0.16 menos de lo que obtienen los productores del estrato II. Estos resultados nos muestran que la eficiencia productiva obtenida por el estrato III, fue desplazada por el proceso de comercialización de la leche, donde los productores del estrato II, demostraron tener mayor capacidad de adaptación y negociación, por tanto, se puede decir que el precio es un factor determinante que puede desplazar o integrar a un sistema productivo en el mercado de competencia. No

obstante, cabe resaltar que la escala de producción (tamaño de hato) es un factor importante que permite al estrato III, obtener los mayores ingresos por hato de las tres escalas de productores entre los años 2000 y 2012.

El análisis de comercialización de la leche permitió tener un escenario diferente al productivo y con ello se evaluó desde otra perspectiva la capacidad de los productores para generar oportunidades y aprovechar la peri-urbanidad como una ventaja comparativa que funge en beneficio para la generación de estrategias comerciales que permiten a los sistemas lecheros de pequeña escala aumentar el margen de utilidad por litro de leche.

Tabla 8. Evaluación de la utilidad por litro de leche para los periodos 2000 y 2012 (pesos/litro)

Rubro	Estrato I		Estrato II		Estrato III	
	2000	2012	2000	2012	2000	2012
Costos de producción actualizados	4.17	4.05	4.34	3.73	4.30	3.29
Precio por litro de leche actualizado	5.92	5.45	5.30	5.68	5.55	5.07
Utilidad por litro de leche actualizada	1.75	1.40	0.96	1.95	1.25	1.79

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Discusión

En el periodo analizado se presentó una mayor eficiencia de los sistemas lecheros de pequeña escala al incrementar la productividad manteniendo un promedio de hato prácticamente igual entre los periodos 2000 y 2012. Sin embargo, la literatura científica presenta poca evidencia de este hecho, sobre todo para el tipo de sistema analizado. Se observa que los incrementos en productividad por estrato siguieron una tendencia por tamaño de hato resultados que coinciden con lo reportado por Carranza y Valdivia (2004) y Carranza-Trinidad *et al.*, (2007), quienes mencionan que la productividad de los sistemas lecheros de pequeña y mediana escala en el centro-norte de México está fuertemente correlacionada con el tamaño de hato.

El rubro mano de obra, representa para la lechería de pequeña escala, una de sus grandes fortalezas y principales estrategias para aprovechar el capital humano con el que se dispone

en el núcleo familiar. Los resultados en el grupo de productores del estrato I, confirman que la mano de obra familiar presentó un comportamiento creciente por más de una década lo que significó no solo la oferta de trabajo asalariado en la región, sino además la ocupación de personas económicamente fuera del mercado laboral, similares resultados reportan Arriaga *et al.*, 1999, los cuales mencionan que la demanda de trabajo creada por la producción de leche y el carácter de los hatos pequeños generan un número importante de plazas de tiempo completo, parcial y eventual que permite a un buen número de familias campesinas y algunos trabajadores asalariados encontrar ocupación y una forma de vida en sus comunidades de origen. Por su parte Cesín *et al.*, 2007 menciona que la pequeña ganadería lechera es una fuente de empleo para distintos miembros de la familia, incluyendo a aquéllos que difícilmente encontrarían un trabajo remunerado ya sea por la edad o por no disponer del tiempo necesario.

Esta última observación encuentra similitud con lo reportado por Perea-Peña *et al.*, 2011, los cuales resaltan la importancia de la mano de obra familiar pero desde el punto de vista económico, ya que el aprovechamiento de esta ventaja comparativa mediante el capital humano que brindan los sistemas de pequeña escala es vital para mantener a flote al sistema, dadas en muchas ocasiones, las bajas utilidades obtenidas. Otro caso se presenta en la pequeña lechería de Michoacán, donde se reporta que los costos de producción por litro de leche, aumentan significativamente cuando se considera el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, creando un balance negativo en la utilidad ya que el costo marginal de producir un litro de leche supera al ingreso marginal (Eneida *et al.*, 2011).

Los resultados de esta investigación encuentran semejanza con lo reportado por Eneida *et al.*, 2011, debido a que las estructuras económicas en costos e ingresos muestran un desequilibrio cuando se le asignó un costo económico a la mano de obra familiar, sin embargo, cabe resaltar que aun considerando el costo de mano de obra familiar las tres escalas de productores analizados siguen siendo rentables al obtener beneficios extraordinarios por cada litro de leche que ponen en el mercado, es decir sus ingresos superan los costos de producción, aunque cabe resaltar que la utilidad disminuye considerablemente sobre todo para el grupo de productores del estrato I, lo cual es comprensible ya que utilizan el 97% de la mano de

obra familiar para producir un litro de leche por solo 70% del estrato II y 43% para el estrato III. Este comportamiento devela que los productores no solo del estrato I, sino de las tres escalas de productores analizados utilizan como una de sus principales estrategias el capital humano del núcleo familiar para disminuir costos y aumentar el margen de utilidad por litro de leche.

El uso de alimento en la producción pecuaria es una temática siempre debatible por su importancia en la productividad como en los costos totales de producción. En este estudio en particular se observó un comportamiento eficiente en el uso de este recurso, ya que los productores ubicados en el estrato I, presentaron una ventaja comparativa en la producción de sus propios insumos, produciendo el 90%. La poca dependencia de insumos ha favorecido a los sistemas lecheros de pequeña escala aprovechando esta condición como un amortiguamiento a los escenarios difíciles y cambiantes (Arriaga *et al.*, 2002) que enfrentó el sistema entre los periodos 2000 y 2012, así mismo, la independencia de insumos juega un papel clave en la permanencia de los sistemas lecheros de pequeña escala en el mercado de competencia actual, al brindar estabilidad minimizando el riesgo económico en la demanda de insumos en el mercado, el cual está sujeto a la volatilidad constante de los precios internacionales. En este sentido, la producción de insumos se convierte en una de las principales estrategias y fortalezas de los sistemas lecheros de pequeña escala, ya que les permite agregar valor mediante la producción de leche, estas características han jugado un papel importante para considerar a estos sistemas productivos como una opción de desarrollo rural atractiva, válida y viable (Espinoza, *et al.*, 2002).

El grupo de productores ubicados en el estrato II, presentó el mejor comportamiento en disminución de costo total por litro de leche entre los periodos 2000 y 2012, al lograr disminuir cinco de los siete rubros que conforman los costos variables, entre los cuales destaca el rubro de alimentación con una disminución de \$0.41 pesos por litro de leche. Estos resultados coinciden con lo reportado por Salinas Martínez *et al.* (2010) en un estudio llevado a cabo sobre lechería de pequeña escala en el nor-oriental del estado de México, donde se concluye que el aprovechamiento eficiente en insumos como alimentación y mano de obra familiar presentó una eficiencia en la reducción de costos de 30%. Otros autores como

Garduño-Castro et al. (2009), Anaya-Ortega et al. (2009), y Alfonso-Ávila et al. (2011), destacan la importancia en disminuir costos de alimentación y la señalan como una fortaleza interna, tanto para disminuir el efecto económico que supone la dependencia de insumos externos como para aumentar los beneficios por litro de leche.

En este sentido, los productores del estrato II, emplean estrategias no solo para disminuir costos como los ya mencionados, sino también para aumentar el nivel de ingresos, mediante estrategias comerciales de venta de su producto ya que el 48% de su producción diaria la destina al mercado de menudeo, con un diferencial de más de dos pesos aprovechando de esta manera, la peri-urbanidad en la que se encuentran, el fácil acceso que tienen a los centros de procesamiento o distribución y a las estructuras sociales y económicas que ofrecen los núcleos poblados (Campero y Medina, 2004; Torres-Lima y Rodríguez-Sánchez, 2008) que les confieren y facilitan la movilidad del producto, esta ventaja comparativa brindada por la comercialización coloca al grupo de productores del estrato II, como la escala más eficiente en la obtención de utilidad por litro de leche, aprovechando la combinación lograda entre los periodos 2000 y 2012 en productividad y comercialización de su producto. Estos resultados difieren de lo reportado por Espinosa et al. (2008) en un estudio de caso en la lechería familiar del centro de México, los autores señalan que los sistemas lecheros familiares presentan deficiencias en la organización y estrategia de venta de su producto, pues dejan de percibir parte del ingreso de la venta de leche al no encargarse de su comercialización, recalcando que esta práctica se da por la especialización en las actividades y la ausencia de las economías de escala en la distribución.

Los productores ubicados en el estrato III, presentaron tres estrategias bien definidas entre los periodos 2000 y 2012, la primera de ellas, referente a la mejor eficiencia para disminuir el costo del principal insumo (alimentación) en las tres escalas de productores analizados, los resultados evidencian que la evolución entre periodos productivos de este rubro disminuyó en 29%, equivalente a \$0.78 por litro de leche, la segunda estrategia devela que obtuvieron el mayor aumento en productividad entre periodos analizados (59%) lo cual puede explicar la mayor eficiencia en la reducción de costo al diluir una productividad más grande por vaca entre los costos totales de producción, el resultado un menor costo por litro de leche, la tercera

estrategia fue aprovechar la condición de la escala productiva para obtener la mayor entrada de ingresos por unidad productiva, esta estrategia permite tener un mayor flujo de efectivo disponible para cubrir las necesidades de la unidad y los satisfactores de los miembros de la familia. Los resultados obtenidos en este trabajo se asemejan a lo reportado por Alfonso-Ávila et al. (2011), los cuales mencionan que los sistemas lecheros de pequeña escala deben acogerse las fortalezas internas con las que cuentan, las cuales permiten tener una capacidad de arrastre en beneficios como disminución de costos y aumento de utilidad por litro de leche puesto en el mercado.

El análisis de costos fijos en las tres escalas de productores analizados entre los periodos 2000 y 2012 indica una tendencia en la disminución de costo de su principal activo productivo (vacas en producción), el cual representa más del 50% de los activos necesarios para producir un litro de leche, esta es una más de las fortalezas que se añaden a los sistemas lecheros de pequeña escala la cual permite a la unidad productiva tener una renovación constante de su hato con su propio pie de cría a bajos costo de refinanciamiento. Así mismo, cabe resaltar que las tres escalas de productores presentaron un comportamiento creciente en el resto de sus activos fijos, lo cual devela que los productores invierten un porcentaje de sus ingresos en el mantenimiento de sus activos. El comportamiento anterior es de vital importancia en la evaluación económica de un sistema productivo, ya que de no considerar las erogaciones por concepto de activos fijos en la contabilidad final de los costos de producción, el efecto de su omisión se presenta cuando se requiera la reposición de los activos Magaña y Morales (2011), y su repercusión se dará en la falta de liquidez.

Considerando lo anterior, se puede decir que la composición porcentual del costo fijo tiene relevancia en la administración de la producción, ya que variaciones en los precios hacia la baja afectan en forma más sensible a los productores cuyo costo fijo es menor (Magaña y Morales, 2011) ya que este rubro determina el nivel de producción, y mide el límite donde el sistema de producción en términos de eficiencia puede sostener el pago de sus activos fijos, por lo cual su contemplación dentro del cómputo final de la contabilidad de costos es determinante si no se quiere subestimar los costos de producción y determinar un grado de rentabilidad que no esté en función al sistema de producción.

El comparativo entre el deflactor compuesto y el deflactor del INPC demostró que entre los periodos analizados 2000 y 2012 el INPC creció a una mayor velocidad (70.03%) que prácticamente todos los rubros que sostuvieron los mayores costos de producción entre periodos productivos (depreciación de animales, otros gastos, combustible, agua, luz, medicamentos y alimento), este comportamiento indicó una condición de relativa estabilidad a lo largo de 10 años en la producción lechera de pequeña escala, apoyada principalmente en las fortalezas o estrategias internas (uso de mano de obra familiar, la producción propia de insumos, estrategias de comercialización y volumen de producción puesto en el mercado) que son aprovechadas de manera eficiente por los productores para disminuir costos de producción y ampliar su margen de beneficios. Así mismo, cabe destacar la evolución positiva que ha tenido la tasa inflacionaria (de 8.06 en el 2000 a 4.77 en 2012) en el periodo examinado, lo cual puede explicar una cierta incidencia para que las tres escalas de productores analizados presentaran costos de producción inferiores a los erogados en el periodo 2000, sin embargo, esta relativa disminución en la tasa inflacionaria contrasta con el pobre aumento en el salario y los aumentos constantes en los biocarburantes y cuotas de agua dos de los rubros que presentaron crecimientos por arriba de la inflación en los resultados obtenidos.

Conclusiones

Se presenta evidencia en sustento teórico y práctico que permite identificar financieramente, las acciones y estrategias llevadas a cabo por los productores durante los periodos 2000 y 2012. La presente investigación establece que las decisiones tomadas por los productores y que se reflejan financieramente, están basadas en el aprovechamiento de los factores internos de producción (uso de capital humano y producción de insumos) y la ventaja comparativa aprovechada por la peri-urbanidad de los sistemas mediante el eslabón de comercialización del producto, cada una de estas estrategias adoptadas de acuerdo a las características productivas individuales de cada escala productiva, así como en las expectativas y complejidad en el manejo de sus sistemas. La evidencia presentada mostró que, se registraron avances significativos en disminución de costos, aumentos de productividad e ingresos para el periodo 2000 y 2012. Los productores del estrato I definieron como estrategias una nula

participación de mano de obra eventual y contratada, así como la independencia en la compra de insumos (ya que este grupo de productores produce 90% de los insumos utilizados). En el estrato II, lograron disminuir 3 de los 4 principales rubros que constituyen el costo total de producción (alimentación, medicamentos y servicio reproductivo) e incrementaron la utilidad promedio por litro de leche (\$2.00) con estrategias comerciales de venta. Los productores del estrato III definieron como estrategias, el aumento de productividad (59%), la disminución en costo (29%) del principal insumo (alimento) en la dieta, y el aprovechamiento de la escala productiva para obtener la mayor entrada de ingresos por unidad productiva, esta estrategia permite tener un mayor flujo de efectivo disponible para cubrir las necesidades de la unidad y los satisfactores de los miembros de la familia. Los resultados de este trabajo pueden utilizarse en beneficio del sistema apuntalando sus fortalezas y actuando sobre sus deficiencias.

Referencias

- Alfonso-Ávila, A. R., M. A. Wattiaux, A. Espinoza-Ortega, E. Sánchez-Vera, C. M. Arriaga-Jordán. (2011). Local feeding strategies and milk composition in small-scale dairy production systems during the rainy season in the Highlands of Mexico. *Trop Anim Health Prod* (3):637-44.
- Anaya-Ortega, J. P., G. Garduño-Castro, A. Espinoza-Ortega, C. M. Arriaga-Jordán. (2009). Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Trop Anim Health Prod* (41): 607-616.
- Argilés, B. J. M. (2007). La información contable en el análisis y predicción de viabilidad de las explotaciones agrícolas. *Rev. Econ. Aplicada* (44): 109-135.
- Arriaga-Jordán, C. M., A. Espinoza-Ortega, H. Rojo-Guadarrama, J. L. Valdés-Martínez, E. Sánchez-Vera, S. Wiggins. (1999). Aspectos socioeconómicos de la producción campesina de leche en el valle de Toluca: I. Evaluación económica inicial. *Agrociencia* (33): 438-491.

- Arriaga-Jordán, C. M., B. Albarrán-Portillo, A. Espinoza-Ortega, A. García-Martínez, O. A. Castelán-Ortega. (2002). On-farm comparison of feeding strategies base on forages for small-scale dairy production systems in the highlands of central Mexico. *Expl Agric* (38): 475-388.
- Campero, J. R., y M. P. A. Medina. (2004). Situación de los Recursos Zoogénéticos en Bolivia. Documento de Trabajo No. 20. Dirección de Ganadería. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia. 52pp.
- CANILEC, Cámara Nacional de Industriales de la Leche. *Información estadística sobre producción de leche*. Disponible en: http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html. Consulta 2012.
- CANILEC, Cámara Nacional de Industriales de la Leche. *Información estadística general*. Disponible en: http://www.canilec.org.mx/inf_general.html. Consulta 2012.
- Carranza, T. R., y F. A. G. Valdivia. (2004). Evaluación de la cadena productiva lechera del estado de Aguascalientes, México. *En: Memorias del Congreso Internacional Agroindustria Rural y Territorio. Universidad Autónoma del Estado de México* (VI):59-78.
- Carranza-Trinidad, R. G., R. Macedo-Barragán, J. Cámara-Córdoba, J. Sosa-Ramírez, J. A. Meraz-Jiménez, G.A. Valdivia-Flores. (2007). Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia* (41): 701-709.
- Cesín, V. A., F. M. Aliphath, V. B. Ramírez, H. J. G. Herrera, C. D. Martínez. (2007). Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Téc Pecu Méx* 45 (1): 61-67.
- Del Moral, B. L. E. (2003) La producción de leche en pequeña escala en el valle de Toluca: un análisis de ingresos, Estudio de caso en la loma del salitre y Tenango de Arista, Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados.

- Eneida, R. G. R., C. J. Herrera, R. R. Tzintzun, G. M. Ramírez, y H. B. G. de la Tejera. (2011) Caracterización de los sistemas lecheros a pequeña escala en la región centro norte del estado de Michoacán, México. (Cavallotti VBA, Ramírez VB, Martínez CFE, Marcof ACF, Cesín VA. Editores). *En: La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. 1era ed. Vol. 2. Departamento de Zootecnia CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México, Méx* 69-80.
- Espinosa, O. V. E., H. G. Rivera, H. L. A. García. (2008). Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en un sistema familiar (Estudio de caso). *Vet Méx* 39 (1): 1-16.
- Espinoza O. A., J. C. Arriaga, M. C. Ramírez, y S. Wiggins. (2002). La Reconvención Productiva en el Estado de México: Los Productores del Valle de Toluca ¿Maiceros o lecheros?. (Caballotti VBA. y Palacio MVH). *En: La Ganadería en México: Globalización, Políticas, Regiones y Transferencia de Tecnología. México Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo* 146-159.
- Espinoza, O. A., M. A. Álvarez, M. C. Del Valle, M. Chauvete. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Téc Pec Méx* 43 (001); 39-56.
- Espinoza-Ortega, A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez, and C. M. Arriaga-Jordán. (2007). Small-scale dairy farming in the Highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Expl Agric* (43): 241-256.
- Garduño-Castro, Y., A. Espinoza-Ortega, C. E. González-Esquivel, B. Mateo-Salazar, C. M. Arriaga-Jordán. (2009). Intercropped oats (*Avena sativa*) – common vetch (*Vicia sativa*) silage in the dry season for small-scale dairy systems in the highlands of central México. *Trop Anim Health Prod* (41): 827-834.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2003) *Anuario Estadístico del Estado de México. Aguascalientes, Ags. México.*
- Magaña, M. M. A., y C. E. L. Morales. (2011). Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. *Contaduría y Administración* septiembre-diciembre (235): 99-119.

- Morillo, M. (2001). Rentabilidad financiera y reducción de costos. *Revista Actualidad Contable Faces* enero-junio 4(004): 35-48.
- Perea, P. M., O. A. Espinoza, y V. E. Sánchez. (2011). Los capitales social, humano y físico en los procesos de innovación tecnológica de los sistemas campesinos de producción ovina en Michoacán. (Cavallotti VBA, Ramírez VB, Martínez CFE, Marcof ACF, Cesín VA. Editores). *En: La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. 1era ed. Vol. 2. Departamento de Zootecnia CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México, Méx* 101-112.
- Salinas, M. J. A., R. C. J. Peñuelas, O. A. Espinoza, C. F. E. Martínez. (2010) Costos de producción en sistemas campesinos de producción de leche de vaca. *En Los grandes retos para la ganadería: Hambre, Pobreza y crisis Ambiental. (Cavallotti V.B.A., Marcof, A.C.F., Ramírez, V.B. Editores). Departamento de Zootecnia CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo Méx* 291-298.
- SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Base de datos estadísticos con relación a la producción pecuaria.* Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369. Consulta 2012.
- SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero* Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/modelos/Indicadoresbasicos2009.pdf. Consulta 2011.
- Somda, J., M. Kamuanga, E. Tollens. (2005). Characteristics and economic viability of milk production in the smollholder farming systems in the Gambia. *Agric Syst Hol* (85): 42-58.
- Székely, M., E. Rascón. (2005). México 2000-2002: Reducción de la pobreza con estabilidad y expansión de programas sociales. *Rev. Econ Méx nueva época* (2): 217-269.
- Torres-Lima, P., y L. Rodríguez-Sánchez. (2008). Farming dynamics and social capital. A case study in the urban fringe of Mexico City. *Environment Development and Sustainability* (10): 193-208.

5.2 Competitividad y rentabilidad privada en la lechería de pequeña escala

Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez¹, Jesús Armando Salinas-Martínez¹, Carlos Manuel Arriaga-Jordán¹, Nicolás Callejas-Juárez², Francisco Ernesto Martínez-Castañeda¹.

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Instituto Literario 100. Centro. Toluca. 50000. MÉXICO.

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, Chih., México. CP 31453.

Publicado En: Cavallotti-Vázquez Beatriz, Cesín-Vargas Alfredo, Ramírez-Valverde Benito, Marcof-Álvarez Carlos (Coordinadores). Ganadería y alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social. Volumen 2. UACH-COLPOS-UNAM. 2012: 593-606. ISBN 978-607-715-076-3 (Anexo 4).

INTRODUCCIÓN

Durante 2011, la actividad económica de México presentó una gradual desaceleración con respecto al proceso de recuperación iniciado en 2009, ello como consecuencia de diferentes factores entre los cuales sobresalen, las sequías ocurridas durante 2010, el crecimiento de precios en productos primarios, y la crisis de duda soberana en la zona del euro. Lo anterior ocasionó una incertidumbre financiera en la economía mexicana, lo que se tradujo en una reducción de flujo de capital ocasionando una depreciación y un incremento en la volatilidad del peso frente al dólar, sin embargo, un punto clave es que el comportamiento financiero de México se debió a la inestabilidad financiera externa y no a una vulnerabilidad propia de la economía (BANXICO, 2011).

La paulatina recuperación de la economía mexicana contrasta con los diferentes matices que enfrenta el sector lechero nacional, en el cual las importaciones de lácteos siguen desplazado la producción interna, tan solo para el periodo 2000-2010 la dinámica en las importaciones de leche fluida, en polvo, evaporada y condensada han mantenido conjuntamente un comportamiento creciente al presentar una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de 10.2%, de estos rubros solo la leche fluida ha frenado su crecimiento (26.9%) en una década (SIAP, 2011).

Ante este panorama y bajo el contexto sociopolítico en el que se desarrolla el sector lechero nacional, en particular la lechería de pequeña escala, sistema productivo, donde las reformas estructurales operadas están encaminadas a la reducción de la intervención gubernamental en el desarrollo económico sectorial, dado que la óptica oficial los considera un sector vulnerable y sujeto de las políticas de asistencia social orientadas a mitigar la pobreza y prácticamente fuera de los programas de apoyo productivo (Orozco y López, 2008). No obstante desde otra perspectiva, la lechería de pequeña escala se ha caracterizado como un sector productivo capaz de adaptarse y elegir libremente para transitar, del cultivo de autoconsumo, al aprovechamiento para la producción, es por esta capacidad, que no desaparece y mantiene su actualidad (Orozco y López, 2008).

En este sentido abundante es la evidencia científica que respalda el accionar, así como la contribución económica y social que la lechería de pequeña escala ha aportado en la última década a las familias y comunidades donde se desarrolla, su relevancia se sustenta en la importancia que juega en el rol social al ser sustento de un gran número de familias, generando diferentes beneficios sociales y económicos (Arriaga *et al.*, 2002; Cesín *et al.*, 2007), frenar la migración en las zonas rurales (Arriaga *et al.*, 2002; Espinoza *et al.*, 2007) y conservar las tradiciones culturales de la gastronomía mexicana mediante un saber-hacer, aplicado en la transformación de leche a quesos artesanales (Cesín *et al.*, 2007). Así mismo, las unidades de producción lecheras de pequeña escala (UPLPE) han aprovechado eficientemente las ventajas comparativas que les brinda el núcleo familiar, la tenencia del minifundio para la producción de insumos y las zonas periurbanas donde se desarrolla la actividad para disminuir costos de comercialización, el aprovechamiento eficiente de estas ventajas ha sido el eje motor para generar mayor rentabilidad y competitividad (Salinas-Martínez *et al.*, 2010) mitigar la volatilidad en el precio de los insumos y generan satisfactores económicos para los miembros de la unidad productiva.

A pesar de la flexibilidad de adaptación con la que cuentan las UPLPE, este sistema productivo aún se enfrenta a diversas problemáticas que encuadran su crecimiento y frenan su desarrollo (Villamar y Olivera, 2005), entre las cuales se pueden mencionar; movimientos de la tasa de cambio, acceso limitado al crédito, aumento de los costos de producción generado por el alza de los precios en insumos, disminución de utilidad, estancamiento en las tasas de crecimiento del precio final del producto (Barrón-Aguilar *et al.*, 2000), poca integración en su cadena productiva y bajos estímulos a la producción, lo que ha tenido un efecto negativo en la rentabilidad y disminución de competitividad sectorial.

La reestructuración económica de México, el cambio climático y la globalización comercial, estas externalidades en las que se encuentra inmersa de manera indirecta la pequeña lechería, demandan análisis sociales y económicos que prevean sus efectos en los sistemas lecheros de pequeña escala, de esta forma se pueden diseñar instrumentos de política agrícola para maximizar su efectividad y eficiencia. Los resultados de la Matriz de Análisis de Política (MAP) determinan la situación actual de rentabilidad y competitividad en las UPLPE, así

como los instrumentos de política que la afectan, y aportan elementos para diseñar políticas e identificar proyectos de inversión rentables (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

Bajo el contexto anterior, el objetivo de esta investigación, fue evaluar la rentabilidad y competitividad privada de 37 UPLPE con base en la MAP. La hipótesis fue que el costo económico atribuido a la mano de obra familiar es un factor determinante que incrementa la rentabilidad y competitividad en las UPLPE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio

La investigación se llevó a cabo en el Distrito de Desarrollo Rural de Texcoco (en las comunidades de San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad) situado al nor-oriental del Estado de México en el periodo 2010-2011, dicho Distrito ocupa el segundo lugar en producción de leche a nivel estatal (SIAP, 2012) y se caracteriza por su histórica vocación lechera, predominando la pequeña lechería. La zona de estudio tiene una altitud de 2 250 msnm, su clima se considera templado semiseco, con una temperatura media anual de 15.9°C y una precipitación media anual de 686 mm (INEGI, 2003).

Estimación del tamaño de muestra

El marco de muestreo se integró tomando como base el padrón de la Asociación Ganadera Local del municipio de Texcoco. Las Unidades de Producción (UP) se ordenaron por tamaño, (vacas lactantes y secas) y para seleccionar la muestra, se realizó estratificación utilizando como criterio el número de vacas en producción. La precisión utilizada fue 10% de la media muestral, con un nivel de confianza del 95%. La distribución por estratos se realizó mediante asignación Neyman.

$$n = \frac{(\sum_i^L N_i S_{Ni})^2}{N^2 D^2 + \sum_i^L N_i S_{Ni}^2}$$

Donde, n tamaño de muestra final; N, tamaño de la población; N_i , número de productores del i-esimo estrato; S_{Ni}^2 , varianza estimada del estrato (i); S_i , desviación estándar del i-esimo estrato; D^2 , precisión, donde:

$$D^2 = \frac{d^2}{t_{\alpha/2}^2}$$

Donde d^2 , precisión del estimador, $t_{\alpha/2}^2$, valor obtenido de las tablas de distribución de **t** de Student con un $t, 0.25, n, gl$; d , 10% (\bar{y}).

Tabla 1. Información base para calcular el tamaño de muestra

Sistema de producción	N_i	S_i	$N_i S_i$	$N_i S_i^2$	W_i
Periodo 2010-2011					
Estratos: I	130.00	3.60	468.19	1686.19	0.53
II	99.00	2.74	270.80	740.76	0.40
III	16.00	3.46	55.43	192.00	0.07
Total	245.00	9.80	794.42	2618.95	1.00

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La asignación de productores por estrato se realizó mediante la distribución de Neyman, para ello, se utilizó la siguiente ecuación:

$$n_1 = \frac{N_i S_{Ni}}{\sum_i^L N_i S_{Ni}} \cdot n$$

Donde, n_i productores por estrato; N_i , número de productores del estrato (i); n , tamaño de la muestra por estrato; S_{N_i} , varianza del estrato (i). La muestra estratificada quedo conformada de la siguiente manera (Tabla 2).

Tabla 2. Muestra estratificada de productores lecheros de pequeña escala

Estratos productivos	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Muestra por estratos (n_i)	22	12	3

Fuente: Elaboración propia con información de la tabla 1.

Análisis económico de la información

Para estimar la rentabilidad y competitividad privada en las UPLPE, se usó la metodología de la Matriz de Análisis de Política (Monke y Pearson, 1989). La base teórica de la MAP es un modelo de equilibrio del comercio internacional que permite identificar y medir los efectos de la política económica en la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción, el impacto de las inversiones en la eficiencia económica y en las ventajas comparativas en un mercado competitivo de productos e insumos (Morrison and Balcome, 2002; Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011;).

Cálculo de indicadores de rentabilidad y competitividad

El uso de la MAP como instrumento para medir la rentabilidad y competitividad privada fue resultado de la construcción del presupuesto privado, integrado por las matrices de ingresos, costos y ganancias. El presupuesto privado se calculó a precios de mercado e integró matrices de coeficientes técnicos, en las que se identificaron las actividades, insumos y productos utilizados y generados por estrato productivo, los cuales se clasificaron como bienes comerciables, indirectamente comerciables y factores internos de la producción. La estimación de los coeficientes técnicos concentró las actividades manuales y mecanizadas realizadas en el proceso productivo de la leche en cada estrato analizado.

El presupuesto privado es resultado de multiplicar los coeficientes técnicos por el precio de los insumos, costo de los jornales, la determinación contable de amortizaciones (para el caso de los productores que presentaron tenencia de la tierra), arrendamiento (incluye los ingresos por concepto de renta de tierra, sementales, así como maquinaria para el proceso de siembra o cosecha de los insumos) y depreciaciones (animales, ordeñadora y equipo necesario para la producción) en el proceso productivo de la leche.

El precio económico de la mano de obra familiar para la producción de leche, se determinó en función al costo de oportunidad que este rubro representó por estrato productivo. El costo económico del agua consideró la cuota anual cobrada por el municipio para el periodo 2010-2011.

Un beneficio positivo en la rentabilidad privada indica que los productores emplean sus recursos eficientemente y tiene una ventaja comparativa, pero un valor negativo indica un costo mayor de la producción interna frente a las importaciones, por lo que este sistema de producción no subsistirá sin transferencias del gobierno (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rentabilidad privada y ventaja competitiva

La integración del presupuesto privado permitió calcular el costo total, el ingreso neto y las ganancias de las UPLPE por estrato productivo. El análisis de los resultados indica que los tres estratos analizados son rentables, al presentar un coeficiente de rentabilidad privada (CRP) por cada peso invertido de 7.64, 30.96 y 45.86% (Tabla 3). No obstante, al no contabilizar el costo económico de la mano de obra familiar (MOF), el CRP se incrementó drásticamente, sobre todo para el estrato I, el cual presentó aumentos de 518.58% por litro⁻¹ de leche, estrato II (83.59%) y estrato III (44.41%). Este comportamiento está explicado porque el 96.8% de la fuerza laboral en la producción de un litro de leche para el estrato I,

proviene del núcleo familiar, estrato II (52.5%) y estrato III (43.3%) apuntalándose como una las fortalezas en este sector productivo.

Tabla 3. Indicadores de rentabilidad privada de los sistemas de producción lecheros de pequeña escala

Sistema de producción por estrato	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Costo total incluyendo MOF (\$/litro)	4.65	3.82	3.43
Ganancia neta incluyendo MOF (\$/litro)	0.36	1.18	1.57
CRP incluyendo MOF (%/peso invertido)	7.64	30.96	45.86
Retorno sobre la inversión (%)	1.60	8.10	13.4
Costo de los factores domésticos	1.70	1.50	1.10
Costo total excluyendo MOF (\$/litro)	3.40	3.19	3.01
Ganancia neta excluyendo MOF (\$/litro)	1.61	1.81	1.99
CRP excluyendo MOF (%/peso invertido)	47.28	56.84	66.23
Retorno sobre la inversión (%)	13.90	17.80	22.0

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La estructura de costos de producción en las tres escalas de productores analizados estuvo compuesta principalmente por los insumos comercializables, los cuales participaron con el 62, 61 y 66% del costo por litro⁻¹ de leche. Este alto costo esta explicado por el componente del principal insumo en la producción (alimentación). Los factores internos integraron el segundo rubro de importancia al participar con el 29, 32 y 33%, el principal componente de valor en este rubro lo ocupó la mano de obra con el 27, 17 y 13%, no obstante al considerar solo los costos en efectivo que representan los desembolsos económicos de las tres escalas de productores, se observa un cambio en las ganancias netas por litro⁻¹ de leche puesto en el mercado para el estrato I, (352.11%), estrato II (53.30%) y estrato III (26.72%). El rubro con menos participación en costo, lo obtuvo los insumos indirectamente comercializables, erogando 7, 6 y 0.5% del costo total, este comportamiento refleja la ventaja del estrato III, para disminuir costos al presentar la mayor escala de vacas en línea de producción (Tabla 4).

Tabla 4. Estructura de los costos de producción en unidades lecheras de pequeña escala.

Margen relativo (%)

Sistema de producción	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Insumos comercializables	62.60	60.79	66.54
Factores internos	29.49	32.48	32.88
Insumos indirectamente comercializables	7.86	6.73	0.58

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

El ingreso que recibió el productor está integrado por el consumo intermedio y el valor agregado. El primero valora la derrama económica de la actividad agrícola hacia los sectores secundario y terciario a través del pago de insumos comerciables e indirectamente comerciables. El segundo representa la contribución de la actividad pecuaria al ingreso del propio sector y está compuesto por el pago a los factores de la producción más la remuneración al trabajo del productor y la ganancia (Hernández-Martínez *et al.*, 2008; Rebollar-Rebollar *et al.*, 2011).

Derrama económica de la actividad lechera hacia el resto de los sectores económicos

La derrama económica de la actividad lechera de pequeña escala hacia el resto de los sectores de la economía, se midió a través del indicador Consumo Intermedio en el Ingreso Total (VPAP). Este indicador se ubicó entre 46 y 65% (Tabla 5), lo que señala que en promedio 55% de los ingresos generados por la actividad se distribuyeron hacia el resto de los sectores económicos (secundario y terciario) que guardan una relación directa o indirecta con la producción lechera. El promedio del VPAP refleja el alto porcentaje generado por las UPLPE en independencia de insumos externos estrato I, (90%), estrato II (70) y estrato III (48%), lo cual es indicador de fortaleza del sistema y de economías que pueden alcanzar mayor grado de competitividad y rentabilidad sectorial, dado que su sistema productivo genera en promedio 70% de los insumos alimentarios que utilizan (rubro que eroga el mayor costo de producción 60-70%), esta fortaleza genera un amortiguamiento al cambio inmediato del precio corriente de los insumos para la producción.

Contribución a la economía sectorial y regional

La contribución a la economía sectorial y regional se midió con el índice generado por el Valor Agregado en el Ingreso Total (PCIP), el cual varió de 35 a 54% (Tabla 5) con respecto al ingreso total, este comportamiento indica la capacidad de la actividad para retribuir el pago de los factores de la producción y generar un beneficio para el productor. El comportamiento del PCIP, que se ubicó en un promedio de 45% reflejó el efecto del sistema de producción hacia la contribución sectorial y regional, basado; 1) en el aporte que genera la actividad en crear fuentes de autoempleo para personas económicamente inactivas (niños, adultos de la tercera edad y amas de casa) en hatos de 3 a 9 vacas en producción (estrato I), autoempleo y empleos temporales en hatos de 10 a 19 vacas (estrato II) y autoempleo, empleos temporales y permanentes en hatos de 20 a 30 vacas (estrato III) y; 2) el aporte económico regional generado por la actividad, a través de la Cadena agroalimentaria; productor-acopiador-transformista-consumidor final, el funcionamiento de esta cadena genera fuentes de empleo, adicionales a las creadas en el eslabón primario (en los eslabones de acopiadores y transformistas), reactiva la economía de la región al haber un flujo de productos y subproductos de la leche que generan entradas y salidas constantes de dinero.

Valor Agregado a Precios Privados (VAP)

Este indicador valoriza la retribución de los factores internos, incluido el pago del trabajo del productor. Los resultados en los tres estratos analizados muestran que los productores obtuvieron un remanente en el ingreso total, después de haber cubierto el costo de los insumos comerciables y no comerciables, expresado en términos monetarios por la venta de un litro⁻¹ de leche. Los valores del VAP confirman la importancia que guarda el rubro mano de obra principalmente para el estrato I (1.73), y en menor proporción para los estratos II (2.42) y III (2.69) (Tabla 5). La diferencia de valores obtenidos entre estratos se puede deber al aumento gradual de vacas en producción presentadas por los estratos II y III.

Relación de Costo Privado (RCP)

La competitividad se estimó con la relación del costo privado (RCP) que expresa la rentabilidad evaluada a precios privados y mide la capacidad del sistema de producción para pagar los recursos domésticos (mano de obra, tierra y capital) incluyendo un retorno al capital que representa la utilidad (Barrón-Aguilar *et al.*, 2000; Rebollar *et al.*, 2011). En las tres escalas de productores analizados la RCP cuando se consideró el costo económico de la MOF fue menor a uno, es decir, el costo de los recursos internos representó 79, 51 y 42% del valor agregado y 21, 49 y 58% de las ganancias por litro⁻¹ de leche, por tanto, los tres estratos fueron rentables ya que cubrieron los costos de producción y el productor obtuvo ganancias, estos resultados indicaron una tendencia de mayor competitividad a medida que aumentó el número de vacas en producción. Sin embargo, la RCP cuando no se contabilizó el valor económico de la MOF, indico una tendencia inversa en la competitividad por grupo de productores, siendo el estrato I (0.07), el más competitivo seguido de los estratos II (0.25) y III (0.26). Este comportamiento evidencia que el tamaño no es un factor determinante para alcanzar economías de escala y eficiencia económica, en este estudio, la competitividad de las UPLPE presentó una fuerte correlación con el uso de ventajas comparativas (mano de obra familiar) la cual es eficientemente utilizada para incrementar los niveles de rentabilidad y competitividad entre estratos (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen del presupuesto a precios privados o de mercado por estrato productivo

Sistema de producción por estratos	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Relación del costo privado incluyendo MOF (\$/litro)	0.79	0.51	0.42
Valor agregado a precios privados (\$/litro)	1.73	2.42	2.69
Consumo intermedio en el ingreso total (%)	65.50	51.56	46.01
Valor agregado en el ingreso total (%)	34.50	48.44	53.98
Relación del costo privado excluyendo MOF (\$/litro)	0.07	0.25	0.26

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Análisis de rentabilidad económica y ventaja comparativa

La interrogante de analizar si hay o no ventajas comparativas en la producción lechera de pequeña escala, da respuesta a la incógnita de si para el país es más económico importar leche o producirla internamente (Romo y Andel, 2005). Los resultados obtenidos muestran que las tres escalas de productores analizados hacen uso eficiente de los factores internos de producción, y que el aprovechamiento de esta ventaja comparativa es un factor que determina económicamente el grado de competitividad en cada estrato y en general del sistema lechero de pequeña escala. Esta argumentación puede sustentarse en los costos de producción obtenidos por escala de productores, los cuales se comportaron de manera creciente cuando se consideró el costo económico de la MOF, sobre todo para los estratos I y II, sin embargo, tanto la CRP como la ganancia neta por litro de leche aumentaron significativamente cuando no se contabilizó el costo de la MOF (Tabla 3), este aprovechamiento de capital humano con el que cuentan los sistemas de pequeña escala (Perea *et al.*, 2011) es coincidente con resultados reportados en la ganadería lechera de pequeña escala en el oriente del Estado de México, los cuales mencionan que el costo de producir un litro de leche disminuye hasta en 30% cuando no se considera el desembolso efectivo que representa el rubro de MOF (Salinas-Martínez *et al.*, 2010), en este sentido, en la pequeña lechería del centro-norte de México se reporta, que el costo por litro de leche presenta aumentos crecientes al contabilizar el costo de oportunidad de la MOF, creando así un balance negativo en la utilidad ya que el costo marginal de producir un litro de leche supera al ingreso marginal (Eneida *et al.*, 2011). El comportamiento similar en el costo económico atribuido a la MOF que se da en la lechería de pequeña escala en varias regiones de México y en particular en esta investigación es indicador de que este sistema productivo aprovecha de manera eficiente la ventaja comparativa que le brinda el capital humano para disminuir el costo de los factores internos de producción y así aumentar el grado de rentabilidad y competitividad sectorial.

En las tres escalas de productores analizados se incrementó el valor agregado en términos económicos, lo cual se debe a las transferencias positivas de los insumos comerciables creadas mediante la independencia de insumos alimenticios que genera el sistema (en promedio 70% de los insumos requeridos para producir un litro de leche, son obtenidos de

las siembras de los productores). La combinación en el uso de MOF, e independencia de insumos representó el incremento de valor agregado ya que se disminuyó el costo, de los dos principales rubros para la producción de un litro de leche, insumos comercializables y los factores internos de producción.

La RCP indica el grado de competitividad de la producción para la economía y mide la eficiencia económica del sistema (Hernández *et al.*, 2008; Rebollar *et al.*, 2011). Las tres escalas de productores analizados registraron una RCP menor a uno, lo que indica que son económicamente eficientes (cuentan con ventaja comparativa), es decir, con este sistema al productor le cuesta 26, 32 y 33 centavos producir un peso de valor agregado (Tabla 4), y al país le conviene producir leche bajo este sistema pues ahorraría 74, 68 y 67% de las divisas invertidas en la importación de leche. Estos resultados pueden estar explicados por las ventajas que presentan los sistemas lecheros de pequeña escala, las cuales, hacen de este un sistema productivo con características endógenas propias, con un nicho de mercado limitado pero con gran capacidad para aprovechar ventajas comparativas que se reflejan en mayor grado de competitividad y rentabilidad privada.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que bajo las actuales labores de producción y manejo, los sistemas lecheros de pequeña escala son rentables para el productor y presentan ventaja comparativa. La rentabilidad y competitividad privada fue positiva cuando se consideró el costo de todos los factores internos de la producción, sin embargo, se evidencia que los productores mejoraron sustancialmente el CRP y la RCP cuando optimizaron eficientemente el costo económico de los factores internos de producción, dado que hay un uso intensivo de MOF que genera un alto valor agregado en la región. Lo anterior puede convertirse en un estímulo económico para continuar la actividad lechera, sobre todo si el productor no tiene alguna alternativa de negocio que genere los mismos ingresos. Así mismo, cabe destacar el potencial de la MAP para aportar información provechosa, la cual puede ser utilizada en términos de política pública para apuntalar los apoyos productivos sectoriales en beneficio del sistema, y

con ello, se pueda potenciar el desarrollo y permeancia del sistema en el mercado de competencia actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga-Jordán C.M., Albarrán-Portillo B., Espinoza-Ortega A., García-Martínez A., Castelán-Ortega O.A. 2002. On-farm comparison of feeding strategies base on forages for small-scale dairy production systems in the highlands of central Mexico. *Expl Agric.* (38): 475-388.
- BANXICO (Banco Central de México). 2011. Informe Anual que se rinde al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión en cumplimiento de lo dispuesto en la fracción III del artículo 51 de la Ley del Banco de México. 135 Pp.
- Barrera-Rodríguez I.A., Jaramillo-Villanueva L.J., Escobedo-Garrido J.S., Herrera-Cabrera B.E. 2011. Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*vanilla planifolia*) en la región del Totonacapan, México. *Agrociencia.* 45: 625-638.
- Barrón-Aguilar J.F.R., García-Mata J.S., Mora-Flores S., López-Díaz A., Pró-Martínez, y 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.
- Cesín V.A., Aliphath F.M., Ramírez V.B., Herrera H.J.G., Martínez C.D. 2007. Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México. *Téc Pecu Méx.* 45 (1): 61-67.
- Eneida R.G.R., Herrera C.J., Tzintzun R.R., Ramírez G. M., y de la Tejera H.B.G. 2011. Caracterización de los sistemas lecheros a pequeña escala en la región centro norte del estado de Michoacán, México. (Cavallotti VBA, Ramírez VB, Martínez CFE, Marcof ACF, Cesín VA. Editores). En: *La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes.* 1era ed. Vol. 2. Departamento de Zootecnia CUESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México, Méx: 69-80.

- Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T., and Arriaga-Jordán C.M. 2007. Small-scale dairy farming in the Highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Expl Agric.* (43): 241-256.
- Hernández M.J., Rebollar R.S., Rojo R.R., García S.J.A., Guzmán S.E., Martínez T.J.J., Díaz C.M. A. 2008. Rentabilidad privada de las granjas porcinas en el sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia.* 24 (2): 117-124.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2003. Anuario Estadístico del Estado de México. Aguascalientes, Ags. México.
- Monke E., and Pearson S. 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development.* Cornell University Press. Ithaca and London. 220 Pp.
- Morrison J., and Balcombe K. 2002. Policy analysis matrices beyond simple sensitivity. *Journal of International Development.* Pp: 459-471. Published online in Wiley Inter Science (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/jid.887.
- Orozco H.M.E., y López A.D. 2008. Estrategia de supervivencia familiar en una comunidad campesina del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum.* 14 (003): 246-254.
- Perea P.M., Espinoza O.A., y Sánchez V.E. 2011. Los capitales social, humano y físico en los procesos de innovación tecnológica de los sistemas campesinos de producción ovina en Michoacán. (Cavallotti VBA, Ramírez VB, Martínez CFE, Marcof ACF, Cesín VA. Editores). En: *La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes.* 1era ed. Vol. 2. Departamento de Zootecnia CUESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México, Méx: 101-112.
- Rebollar-Rebollar A., Hernández-Martínez J., Rebollar-Rebollar S., Guzmán-Soria E., García-Martínez A., González-Razo F.J. 2011. Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del Estado de México. *Trop and Sup Agroecosystems.* 14 (2): 691-698.
- Romo M.D., y Andel M.G. 2005. Sobre el concepto de competitividad. *Comercio Exterior* 55(3): 15-58.

- Salinas M.J.A., Peñuelas R.C.J., Espinoza O.A., Martínez C.F.E. 2010. Costos de producción en sistemas campesinos de producción de leche de vaca. En Los grandes retos para la ganadería: Hambre, Pobreza y crisis Ambiental. (Cavallotti V.B.A., Marcof, A.C.F., Ramírez, V.B. Editores). Departamento de Zootecnia CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo Méx: 291-298.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero [en línea]: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/modelos/Indicadoresbasicos2009.pdf. Consultado Abril, 2012.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Base de datos estadísticos con relación a la producción pecuaria [en línea]: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369. Consultado Enero, 2012.
- Villamar A.L., y Olivera C.E. 2005. Situación Actual y Perspectiva de la Producción de leche de Bovino en México. Coordinación General de Ganadería. México, D.F. 39 Pp. [en línea]: <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaLeche2005.pdf>. Consultado Mayo, 2012.

5.3 Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico

Posadas-Domínguez R.R¹., Arriaga-Jordán C.M¹., and Martínez-Castañeda F.E¹.

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR).

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)

Instituto Literario # 100, CP 50000 Toluca, Estado de México, México.

Corresponding author:

Dr. F.E. Martínez-Castañeda

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR),

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM),

Instituto Literario # 100,

C.P. 50000, Toluca,

Estado de México, México

Tel. and fax: +52 (722) 296 5552

e-mail: femartinezc@uaemex.mx and fernestom@yahoo.com.mx

Publicado En: Revista Tropical Animal Health and Production. 2014. 46 (1): 235-240
(Anexo 5).

Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico

Abstract

The objective of this work was to determine the effect of family labour on the profitability and competitiveness of small-scale dairy farms in the highlands of Central Mexico. Economic data from 37 farms were analysed from a stratified statistical sampling with a Neyman assignment. Three strata were defined taking herd size as criterion. Stratum 1: herds from 3 to 9 cows plus replacements, Stratum 2: herds from 10 to 19 cows and Stratum 3: herds from 20 to 30 cows. The policy analysis matrix was used as the method to determine profitability and competitiveness. The coefficient of private profitability (CPP) when the economic cost of family labour is included in the cost structure was 8.0 %, 31.0 % and 46.0 %. When the economic cost of family labour is not included, CPP increase to 47.0 %, 57.0 % and 66.0 % for each strata, respectively. The private cost ratio (PCR) when family labour is included was 0.79, 0.51 and 0.42 for strata 1, 2 and 3, respectively. When family labour is not included, the PCR was 0.07, 0.25 and 0.26. Net profit per litre of milk including family labour was US\$0.03 l⁻¹ for Stratum 1, US\$0.09 for Stratum 2 and US\$0.12 l⁻¹ for Stratum 3; but increased to \$0.12, 0.14 and 0.15, respectively, when the economic cost of family labour is not included. It is concluded that family labour is a crucial factor in the profitability and competitiveness of small-scale dairy production.

Keywords: Small-scale dairy systems, Peri-urban production, Profitability, Competitiveness, Mexico.

Introduction

Small-scale family livestock farming systems have a number of characteristics that contribute to sustainable rural development since they provide high value marketable products, substantially contribute to increase nutrition levels, increase agricultural productivity, improve the livelihoods of the rural population, and contribute to the growth of the world economy. Therefore, they have been considered as a key element to reduce poverty and hunger (Hemme and Otte 2010).

In Latin America and the Caribbean, small-scale family agriculture represents over 80.0% of farms and provides between 27.0 and 67.0% of food production; occupies between 12.0 and 65.0% of agricultural land, and generates between 57.0 and 77.0% of agricultural employment in the region, equivalent to 60.00 million people linked to this sector (FAO-BID 2007). Small-scale family dairy farms represent approximately 52.0% of total milk production in Brazil, 40.0% in Chile (FAO 2011), and 35.0% in Mexico (SIAP-SAGARPA 2011).

In the economic context, small-scale dairy systems (SSDS) have efficiently taken advantage of the human capital provided by the family household as a provider of labour, the intensively managed small size of their farm holding, and the peri-urban areas where their activity is undertaken which enables reduced marketing costs. The efficient use of these advantages is the motor which enables them to generate higher profits and competitiveness (Carranza y Trinidad 2007; Ndambi et al. 2008; Torres-Lima and Rodríguez-Sánchez 2008) mitigate the volatility in the cost of inputs, and to generate economic benefits to the household members.

Family labour (FL) is the second item in total production costs in SSDS (Espinoza-Ortega et al. 2007; Ndambi and Hemme 2009; Hemme and Otte 2010); and is therefore very relevant in total cost structure. Studies in different places and farming systems as pear production in China (Zhou et al. 2013) and dairy farms in Wisconsin (Cabrera et al., 2010) have pointed to

the importance of studies on the contribution of labour costs and family labour to the economic performance and viability of farming systems in changing scenarios.

In African countries, family labour item represents between 80.0 and 100.0% of total labour costs and plays a fundamental role in the profits obtained in dairy farms (Hemme and Otte 2010). The intensive participation of family labour is totally related with herds between 2 and 5 dairy cows (Ndambi and Hemme 2009). In Peru, family labour represents 50.0% of total labour costs, noting the role that women play by providing 22.0% of family labour, mainly in milking and cleaning activities (Gómez et al. 2007).

In Mexico, studies have reported family labour as a determinant factor in generating profits and in the increase in profitability of small-scale dairy systems with herds between 3 and 20 cows (Espinoza-Ortega et al. 2007).

Given the importance and the role played by family labour as a key economic element in small-scale dairy production systems, the objective of this work was to assess the effect of family labour on the profitability and competitiveness of small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico.

Materials and methods

Study area

The work took place in the district of Texcoco, located in the north-east of the State of Mexico and north-east of Mexico City. The State of Mexico, which surrounds Mexico City, is the 7th state in national milk production, the district of Texcoco occupies the second place in milk production in the state (SIAP 2012), and historically has been characterised by its dairy production, predominating at present SSDS based on crops of lucerne (*Medicago sativa*)

(Zaragoza-Esparza et al. 2009), maize (*Zea mays*) (Anaya-Ortega et al. 2009), and oats (*Avena sativa*) (Alfonso-Ávila et al. 2012), with Holstein cattle as the main dairy breed (95.0% of dairy cows).

The main city of the district is Texcoco located at 19°30'43" N and 98°52'54" W, at an altitude of 2,250 m, a semi-dry temperate climate with a mean annual temperature of 15.9°C and a mean rainfall of 686 mm/year (INEGI 2012).

Sample size

A stratified sampling with the Neyman assignation was done taking after Álvarez-Fuentes et al. (2004) using the registry of the Local Livestock Farmers Association in the municipality of Texcoco with a total of 245.00 dairy farming members as the sampling frame, selecting 37.00 farms, establishing as sampling criterion herd size. Precision was 10.0% of the sample mean, with a confidence level of 95.0%. Three strata were established (Table 1). Stratum 1 had between 3 and 9 dairy cows plus replacements, Stratum 2 with herds between 10 and 19 cows and Stratum 3 with herds between 20 and 30 dairy cows plus replacements.

⇒ Please insert Table 1 here.

Method

The Policy Analysis Matrix (PAM) for Agricultural Development (Monke and Pearson 1989) has been recently used by Antriyandarti et al. (2013) to determine the comparative advantage of selected horticultural commodities in Indonesia; Katic et al. (2013) to assess the role of investment in water management and of public policies in enhancing production in West African countries. PAM is an equilibrium model that integrates micro-economics, trade and public policy and that enables the identification and measurement of the effects of economic

policy on the profitability and competitiveness of agricultural systems, the impact of investments in the economic efficiency and the comparative advantages in a competitive market for products and inputs (Barrera-Rodríguez et al. 2011).

The PAM is a product of two accounting identities: the profitability identity and the divergences identity. The first row provides a measure of private profitability by accounting observed revenues and costs that reflect actual market prices (private budget) received or paid by farmers, merchants or processors in the system. This row shows the competitiveness of the agricultural system, given current technologies, output values, input costs and policy transfers (Katic et al. 2013).

In this study only the first row of the PAM was used, where family labour is included within the internal (or domestic) factors of production, enabling the calculation of its economic impact by including or excluding its economic (opportunity) cost.

A positive return on private profitability shows that farmers are utilising their resources efficiently and profits are attractive, but a negative value will discourage farmers since it indicates a higher cost than the internal production against the returns from their sale (IFIPRI 2008), so that the farming system will not subsist unless subsidised by government.

The private (farm) budget was integrated by the revenues, costs, and profits matrices; calculated at market prices in two stages: a) considering the economic cost (opportunity cost) of family labour; and b) considering only effective costs of dairy production (without family labour). The matrices of technical coefficients were integrated to the private budget, identifying both manual and mechanised activities (milking, cropping, etc.), inputs, utilised and generated products for each stratum. The end result of the private budget is the product of multiplying the technical coefficients by the price of inputs, cost of labour in the local market, and the accounting depreciation of animals, milking machine and other machinery, buildings and equipment necessary for operating the farm.

The PAM integrates three items: 1) Tradable inputs: feed, medicines, livestock, replacements, fuels, detergents, disinfectants, minor equipment, etc; 2) Tradable intermediate inputs: vehicles, equipment, electricity supply, water permits; 3) Internal factors: labour (both family and hired), management, technical assistance, membership fees, depreciation of equipment and buildings.

Profitability or profits: Profit is the difference between private revenue and the cost of tradable and non-tradable inputs as well as internal factors at private prices and was estimated at market prices.

Private profitability coefficient (PPC): Values the percentage of income received by the farmer for each dollar invested. It is expressed as a percentage.

Value Added at Private Prices (VAP): This indicator refers to the economic amount received by the farmer, after covering the cost of tradable and no tradable inputs, without considering the cost of the internal factors.

Intermediate Consumption in Total Revenues (ICTR): Is the return of the productive activity towards the rest of the economic sectors that have a direct or indirect relationship with that production; that is, the expenditures that have their origin in the revenues received and are allotted to the purchase of tradable and intermediate inputs.

Value Added in Total Revenue (VATR): Is the return on the consumption of internal factors of production, as well as the profit obtained by the farmer. It determines the participation of the productive activity within its own sector.

Private Cost Ratio (PCR): Is used to calculate the competitiveness. It is obtained by the relation of the internal factors with the VATR. It compares the private efficiency among

different scales of farms and measures the capability of the production system to pay for the domestic resources, labour, land including returns on the capital, which represents the profit. The PCR shows the limit where the farming system, in terms of efficiency, may sustain the payment for internal factors (including the normal return on capital) and remaining competitive. When the PCR is lower than 1.0, it represents an efficient and competitive system, since the value added that is generated is sufficient to cover the payment of internal factors, leaving a remainder that is the retribution to the farmer for his management. If the PCR is equal to 1.0, there is no profit generated, so that the value added by the productive activity can only pay for the factors of production. If the PCR is larger than 1.0 or is negative, it implies that the production system is inefficient and does not allow the payment of the market value of the internal factors out of the generated added value; and there is a negative profit, so that the productive activity is not profitable to the farmer in terms of the paid and received prices, with the result of not being competitive (Rebollar-Rebollar et al. 2011).

Monetary values were obtained in Mexican Pesos and transformed to their equivalent in US dollars (USD\$) at an exchange rate peso:dollar of 1:0.077 (data from Banco de México, S.A. on 21st November 2012).

Results

The analysis of results shows that the three strata are profitable since they have a PPC of 7.6, 30.1 and 45.9% when an economic cost is assigned to family labour. When no economic cost is considered, the PPC increases to 47.3, 56.8 and 66.2% for strata 1, 2, and 3 respectively (Table 2); that is 39 percentage points more for Stratum 1, 25 percentage points for Stratum 2, and 20 percentage points more for Stratum 3. Ninety seven percent of labour requirements in Stratum 1 are provided by family members, whilst it is 53.0% in Stratum 2 and 43.0% in Stratum 3.

The profits from milk sales including family labour were USD\$ 0.03/litre for Stratum 1, USD\$ 0.09/litre for Stratum 2, and USD\$ 0.12 for Stratum 3. When the economic cost of family labour is not considered, profits are increased to USD\$ 0.12 in Stratum 1, USD\$ 0.14 in Stratum 2, and USD\$ 0.15 in Stratum 3.

⇒ Please insert Table 2 here

The cost structure in the three studied strata was formed mainly by tradable inputs, which added to 62.0, 61.0 and 66.0% of the cost per litre of milk, followed by internal factors with 29.0, 32.0 and 33.0%, and finally by the intermediate tradable inputs with 8.0, 7.0 and 1.0% of total cost. Out of the total internal factors, 93.0% was represented by family labour in Stratum 1, 53.0% in Stratum 2 and 39.0% in Stratum 3.

The total cost per litre of milk considering and excluding the economic cost of family labour was for Stratum 1 USD\$ 0.36 and 0.26, for Stratum 2 USD\$ 0.29 and 0.25 and for Stratum 3 USD\$ 0.26 and 0.23.

The VAP values indicate that the three strata obtained a profit from the total revenue, after covering the cost of tradable and non-tradable inputs. The VAP for Stratum 1 was USD\$ 0.13 /litre, USD\$ 0.18 for Stratum 2 and USD\$ 0.20 for the Stratum 3 (Table 3).

ICTR was 65.5% for Stratum 1, 51.6% for Stratum 2 and 46.0% for Stratum 3. ICTR represents the economic contribution of small scale dairy farming towards the other economic sectors that have a direct or indirect relationship with these farming systems.

The result of VATR for Stratum 1 was 34.5%, for Stratum 2 was 48.4% and 54.0% for Stratum 3.

The three strata were competitive by having a PCR less than 1.0. The cost of the internal resources represented 0.79, 0.51, and 0.42 when the economic cost of family labour is taken into consideration. When the economic cost of family labour is not considered, the PCR was 0.07, 0.25, and 0.26 for each stratum.

⇒ Please insert Table 3 here

Discussion

Results show that family labour is an economic element that has a direct effect and in different scales on the profitability of the studied small-scale dairy production systems. Similar results have been reported for small-scale dairying in Peru by Gómez et al. (2007) and in urban and peri-urban dairying in Ethiopia by Ayenew et al. (2011), where the household is the centre of labour resources for the daily operation that enables them to improve the incomes of their systems. However, Zvinorova et al. (2013) concluded from a study of small scale dairy systems in Zimbabwe, that analysed farms were inviable from a financial and economic perspective since their production costs are higher than the selling price of milk. In the work herein reported the margin between income and costs was positive for the three strata, and the margin increases when the economic cost of family labour is not included.

In Pakistan, with smaller herds (1 to 3 dairy cows) and who rely 100.0% on family labour, it represented an advantage that enables a greater competitiveness of the system, whilst larger farms (more than 10 dairy cows) rely only from 15.0 to 50.0% on family labour (García et al. 2003).

In this study, farmers in Stratum 1 (3 to 9 dairy cows) rely on 97.0% of their labour requirements on members of the household. Even in the other two strata, with larger herds,

the importance of family labour is paramount, since in Stratum 2 (10 to 19 cows) and Stratum 3 (20 to 30 cows) 53.0 and 43.0% of labour requirements were covered by family labour.

These results differ with those reported by Nehring et al. (2009) from a study of dairy farms in the USA, concluding that smaller scale dairy systems increase their labour and fixed cost, which decreases their profitability and competitiveness. However, in developing countries, the smaller the herds require less hired labour, increasing the participation of family members in the productive activities and in the economic benefits obtained (Ndambi et al. 2008). In Slovenia, Bojnec and Latruffe (2013) report that although there is a positive relationship between farm size and technical efficiency, small farms are more profitable and have higher allocative efficiency. Cabrera et al. (2010) in a study of dairy farms in Wisconsin report that a higher proportion of family labour to the dairy farm, results in higher technical efficiency that relates directly to increased profitability. Similar results were found in this work where a positive effect was observed on the economic profitability indicators in the three analysed strata due to family labour.

Lara-Covarrubias et al. (2003), report a PCR of 1.22 for family dairy systems. Their results are basically due to the inefficiency of paid prices, contrary to the results of the work herein reported where the three studied strata were competitive and it was possible even to detect better prices paid in the region compared to Jalisco, the main milk producing state located in western Mexico, where the former study took place.

The effect of family labour in the competitiveness of the systems is such that the latter increases when no economic cost is assigned to family labour as an effective payment. The difference between the PCR with and without family labour is 72 percentage points in Stratum 1, 26 in Stratum 2, and 16 in Stratum 3. In numerical terms, Stratum 3 followed by Stratum 2 are the farms that have less of an advantage from family labour since they require hired labour in their systems. However, even if family members in the three strata were to leave dairy production if they were to find better opportunities off-farm, the farms would be able to cope without family labour, since they have the capacity to hire labour.

Several authors coincide that SSDS not only generate employment opportunities for family members, but the incomes generated are higher than local salaries. In a study undertaken in 13 countries, both developed and developing countries, incomes from dairying were higher than local salaries (Hemme and Otte 2010). For example, in Peru, the incomes per family involved in small-scale dairying was triple the mean monthly payment (USD\$ 36.00) to rural workers in that country (Gómez et al. 2007). In Chile, the marginal productivity of *campesino* labour was competitive against waged work; therefore *campesino* farming that relies on family labour continues to represent an employment alternative for small-scale family dairy systems (Ramírez and Foster 2003).

It is interesting to note that even though the studied systems are located in peri-urban areas and only 20 km away from Mexico City; the incomes generated by these SSDS are higher than those offered in the area. The monthly income generated by family labour in this study was USD\$ 231.00, compared to USD\$ 145/month that was the current minimal wage. These results are clear evidence of the importance not only of family labour to the small-scale dairy production systems, but to the broader economy of the farming sector and society in general. In this sense, in this study Stratum 1 generated 35.0% of the added value in the total revenue, Stratum 2 the 48.0%, and Stratum 3 the 54.0%.

The competitiveness of family labour is an issue that depends on several factors, among which some are the income level, productivity per cow and the country where the activity is undertaken. A study undertaken in Uganda reported that the economic cost of family labour requires a herd of over 15 dairy cows, or else family members must support income with waged making smaller systems more vulnerable (Ndambi et al. 2008). In the work herein reported, farms in Stratum 1 (herds between 3 and 9 cows) were profitable and the main income source of the households.

In terms of self-employment generated by these SSDS, it is noteworthy the participation of the children, women (farmers' wives) and senior members of the family, who would have difficulties in finding a waged job, and they represent an important human capital that

contribute effectively to the profitability and competitiveness of their systems; as well as contributing to pass on the heritage of a dairy farming culture. This coincides with a Rahman (2010) in Bangladesh in which the importance of women's labour is noted as a fundamental part of the human capital in those systems, increasing productivity and the efficiency. Ndambi and Hemme (2009) mention that the competitiveness represented by family labour may only be evaluated within the current particular situation and to the work alternatives present in the labour market, since from an economic standpoint, waged work will only represents a better alternative if the people participating in the activities (children, women and senior family members) have an alternative labour market.

Conclusions

Family labour is a key element in providing profitability and competitiveness to small-scale dairy production systems, and its economic importance is directly related to the herd size. The equivalent salaries generated by family labour were higher than the official salaries paid in the study area.

Acknowledgments

The authors are very grateful to the 37 small-scale dairy farmers from the district of Texcoco participating in this work for sharing their experience and enabling this study. This study was funded by Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) through grant 2892/2010. Our gratitude also to the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) of Mexico for the grant for the doctoral studies of Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez.

References

- Alfonso-Ávila, A.R., Wattiaux, M.A., Espinoza-Ortega A., Sánchez-Vera, E., Arriaga-Jordán, C. M., 2011. Local feeding strategies and milk composition in small-scale dairy production systems during the rainy season in the Highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 3, 637-44.
- Álvarez-Fuentes, G., Herrera-Haro, J.G., Bárcena-Gama, R., Martínez-Castañeda, F.E., Hernández-Garay, A. and Pérez-Pérez, J., 2004. Calidad de la alimentación y rentabilidad de granjas lecheras familiares del sur del valle de México. *Archivos de Zootecnia*, 53, 103-106.
- Anaya-Ortega, J. P., Garduño-Castro, G., Espinoza-Ortega, A., Rojo-Rubio, R., and Arriaga-Jordán, C. M., 2009. Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 607-616.
- Antriyandarti, E., Ferichani, M., Ani, S.W., 2013. Sustainability of post-eruption socio economic recovery for the community on Mount Merapi slope through horticulture agribusiness region development (Case study in Boyolali District). *Procedia Environmental Sciences*, 17, 46-52.
- Aynew, Y.A., Tegegne, M.W.A., Zollitsch, W., 2011. Socioeconomic characteristics of urban and peri-urban dairy production system in the North western Ethiopian Highlands. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 1145-1152
- Barrera-Rodríguez, I.A., Jaramillo-Villanueva, L.J., Escobedo-Garrido, J.S., and Herrera-Cabrera, B.E., 2011. Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia*) en la región del Totonacapan, México. *Agrociencia*, 45, 625-638.
- Bojnec, S., Latruffe, L., 2013. Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia. *Land Use Policy*, 32, 207-217.
- Cabrera, V.E., Solís, D., Del Corral, J., 2010. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *Journal Dairy Science*, 93, 387-393.

- Carranza-Trinidad, R.G., Macedo-Barragán, R., Cámara-Córdoba, J., Sosa-Ramírez, J., Meraz-Jiménez, A.J., and Valdivia-Flores, A.G., 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia*, 41, 701-709.
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T., and Arriaga-Jordán, C.M., 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, 241-256.
- FAO-BID-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Banco Interamericano para el desarrollo, 2007. Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Eds. Soto, V.F., Rodríguez, F.M., and Cesar, F., Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina el Caribe. Santiago, Chile.
<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan033253.pdf>
Accessed June 24th 2012.
- FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2012. Plan Sectorial de Agricultura Familiar 2011-2014.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00304.pdf> Accessed June 24th 2012.
- García, O., Mahmood, K., and Hemme, T., 2003. A Review of milk production in Pakistan with particular emphasis on small-scale producers. PPLPI Working Paper No. 3, (Pro-Poor Livestock Policy Initiative, International Farm Comparison Network (IFCN)).
<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/wp3.pdf> Accessed May 21st 2012.
- Gómez, C., Fernández, M., Salazar, I., Saldaña, I., and Heredia, I., 2007. Improvement of small dairy producers in the central coast of Peru. *Tropical Animal Health and Production*, 39, 611-618.
- Hemme, T. and Otte, J., 2010. Status and prospects for smallholder milk production: A global perspective. (Pro-Poor Livestock Policy Initiative, International Farm Comparison Network (IFCN)). <http://www.fao.org/docrep/012/i1522e/i1522e00.pdf> Accessed May 21st 2012.

- IFIPRI-International Food Policy Research Institute, 2008. Identifying Opportunities in Ghana's Agriculture: Results from a Policy Analysis Matrix. Edit. Nelson, W., Aggrey. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/gsspwp12.pdf> Accessed October 13th 2012.
- INEGI-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2012. Registro de nombres geográficos. <http://www. Mapserver.inegi.org.mx/rnng/index.cfm> Accessed November 15th 2012.
- Katic, P.G., Namara, R.E., Owuso L.H.E., Fujii, H., 2013. Rice and irrigation in West Africa: Achieving food security with agricultural water management strategies. *Water resources and economics*, 1, 75-92.
- Lara-Covarrubias, D., Mora-Flores, J.S., Martínez-Damián, M.A., García-Delgado, G., Omaña-Silvestre, J.M., and Gallegos-Sánchez, J., 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, 37, 85-94.
- Monke, E. and Pearson, S., 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. (Cornell University Press. Ithaca and London).
- Ndambi, O.A., Garcia, O., Balikowa, D., Kiconco, D., Hemme, T. y Latacz-Lohmann, U., 2008. Milk production systems in Central Uganda: a farm economic analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 40, 269-279.
- Ndambi, O.A., y Hemme, T., 2009. An Economic Comparison of typical dairy farming systems in South Africa, Morocco, Uganda and Cameroon. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 979-994.
- Nehring, R., Gillespie, J., Sandretto, C., Hallahan, C., 2009. Small U.S. dairy farms: can they compete? *Agricultural Economics*, 40, 817-825.
- Rahman, S., 2010. Women's labour contribution to productivity and efficiency in agriculture: empirical evidence from Bangladesh. *Journal of Agricultural Economics*, 2, 318-342.
- Ramírez, V.E.P. and Foster, W., 2003. Análisis de la oferta de mano de obra familiar en la agricultura campesina de Chile. *Cuadernos de Economía*, 40, 89-110.

- Rebollar-Rebollar, A., Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Guzmán-Soria, E, García-Martínez, A., and González-Razo, F.J., 2011. Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 691-698.
- SAT. Sistema de Administración Tributaria). 2012. Salarios Mínimos. Secretaria de Hacienda y Crédito Público. <http://www.sat.org.mx>. Accessed October 12th, 2012.
- SIAP-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. Indicadores básicos del sector agroalimentario y pesquero http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/InformaciondeMercados/Mercados/modelos/Indicadoresbasicos2009.pdf. Accessed 20th April 2012.
- SIAP-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Base de datos estadísticos con relación a la producción pecuaria. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369. Accessed 23th January, 2012.
- Torres-Lima, P. and L., Rodríguez-Sánchez., 2008. Farming dynamics and social capital. A case study in the urban fringe of Mexico City. *Environment Development and Sustainability*, 10, 193-208.
- Zaragoza-Esparza, J., Hernández-Garay, A., Pérez-Peréz, J., Herrea-Haro, J.G., Osnaya-Gallardo, F., Martínez-Hernández, P.A., González-Muñoz, S.S., Quero-Carrillo, A.R., 2009. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo. *Técnica Pecuaria México*, 2, 173-178.
- Zhou, S., Huang, Y., Yao, C., Lu, R., Liu, X., 2013. Labor cost analysis for pome production in different cultivation modes in Hebei Province. *Asian Agricultural Research*, 4, 36-40.
- Zvinorova, P.I., Halimani, T.E., Mano, R.T., Ngongoni, N.T., 2013. Viability of smallholder dairying in Wedza, Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 1007–1015.

Table 1 Stratified sample with the Neyman assignation of small-scale dairy farms

Productive strata	Stratum 1		Stratum 2		Stratum 3	
	N_1	n_1	N_2	n_2	N_3	n_3
Number of farms	130.0	22.0	99.0	12.0	16.0	3.0

N_i population of stratum $_i$, n_i sample of stratum $_i$,

Stratum 1 = herds from 3 to 9 cows, Stratum 2 = herds from 10 to 19 cows, Stratum 3 = herds from 20 to 30 cows.

Table 2 Private profitability indicators by productive strata

	Stratum 1	Stratum 2	Stratum 3
Total cost with family labour (USD\$/litre)	0.35	0.29	0.26
Total cost without family labour (USD\$/litre)	0.26	0.24	0.23
Net profit with family labour (USD\$/litre)	0.03	0.09	0.12
Net profit without family labour (USD\$/litre)	0.12	0.14	0.15
PPC with family labour	7.64	30.96	45.86
PPC without family labour	47.28	56.84	66.23
Return on investment with family labour (%)	1.6	8.1	13.4
Return on investment without family labour (%)	13.9	17.8	22.0

Stratum 1 from 3 to 9 cows, Stratum 2 from 10 to 19 cows, Stratum 3 from 20 to 30 cows, *PPC* Private profitability coefficient.

Table 3 Efficiency indicators at private prices

	Stratum 1	Stratum 2	Stratum 3
Private cost ratio with family labour	0.79	0.51	0.42
Private cost ratio without family labour	0.07	0.25	0.26
Value added at private prices (USD\$/litre)	0.13	0.18	0.20
Intermediate consumption in total revenue (%)	65.5	51.6	46.0
Value added in total revenue (%)	34.5	48.4	53.1

Stratum 1 from 3 to 9 cows, Stratum 2 from 10 to 19 cows, Stratum 3 from 20 to 30 cows.

5.4 Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: panorama económico 2010-2019

Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez¹, Carlos Manuel Arriaga-Jordán¹, Nicolás Callejas-Juárez², Francisco Ernesto Martínez-Castañeda¹.

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Instituto Literario 100. Centro. Toluca. 50000. MÉXICO.

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, Chih., México. CP 31453.

Publicado En: Betariz A. Cavallotti V., Gustavo E. Rojo M., Benito Ramírez V., Alfredo Cesín V., Carlos F. Marcof A., (Coordinadores). La Ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas. UACH. 2013: 217-228. ISBN 432.341-300-0 (Anexo 6).

INTRODUCCIÓN

Los productores agropecuarios se enfrentan a dos principales fuentes de incertidumbre en el tiempo: el precio de los insumos y productos. El ganadero debe gestionar la estructura económica y financiera dentro de los límites de estas incertidumbres, al tiempo que intenta cumplir con la producción, comercialización, y los objetivos financieros de la empresa (Riechers et al., 1989).

La simulación estocástica es una herramienta que ha sido utilizada para analizar la gestión de los productores en la toma de decisiones y sus consecuencias económicas. Halter y Dean (1965), introdujeron el uso de simulación estocástica para analizar las políticas de precios en la gestión de un rancho en las colinas de California y evaluar los efectos económicos a largo plazo. Pero fue hasta 1982 cuando Richardson y Nixon utilizaron modelación Monte Carlo en análisis estocásticos para determinar los efectos económicos en un horizonte de planeación en granjas típicas, demostrando posteriormente su eficiencia y utilidad para la predicción de eventos económicos en condiciones de riesgo e incertidumbre (Outlaw et al., 2007; Richardson et al. 2007a). Lien (2003) lo utilizó en granjas lecheras, Richardson et al., (2007a; 2007b) en la industria del etanol, Weaturs et al., (2011) en la conversión de cultivos convencionales a orgánicos, Barham et al., (2011) en la industria del algodón. En el caso de México la modelación fue utilizada por Ochoa et al., (1998) en sistemas lecheros a gran escala.

A pesar de la importancia que tiene la gestión del riesgo en los análisis de viabilidad económica agropecuarios, (Harwood et al., 1999; Goodwin y Mahul, 2004; Richardson et al., 2005) la mayoría de los estudios en el sector lechero de pequeña escala son deterministas, es decir, ignoran el riesgo en sus estimaciones económicas (Somda et al., 2005; Carranza-Trinidad et al., 2007; Gómez et al., 2007; Ndambi et al., 2008). En los análisis deterministas la variabilidad en los parámetros de entrada muestran un punto de estimación para la variable principal en lugar de las distribuciones de probabilidad que estiman las posibilidades de éxito o fracaso del proyecto (Hardaker et al., 2004), por lo que los valores económicos resultantes son estimaciones puntuales invariables y para un año base (Vargas-Leitón y Cuevas-Abrego,

2009). De acuerdo con Richardson et al., (2007a) y Outlaw et al., (2007) la simulación tipo Monte Carlo proporciona a los tomadores de decisiones valores en funciones de probabilidad aculada (FPA) que muestran los valores extremos (mínimos y máximos) de las variables de entrada y su probabilidad con estimaciones ponderadas de media y varianza de las relaciones entre los resultados favorables y desfavorables del sistema analizado.

En este trabajo se utilizó la simulación tipo Monte Carlo para evaluar la viabilidad económica y financiera y cuantificar los efectos económicos en el tiempo del costo atribuido al insumo mano de obra familiar (MOF), de una unidad representativa de producción (URP) en lechería de pequeña escala.

METODOLOGÍA

Técnica de panel

Los datos técnicos y económicos de la URP fueron obtenidos mediante la técnica de panel. Se eligieron aleatoriamente 22 productores representativos de 130 (17.0%) dada la similitud entre ellos. Definiéndose una unidad representativa de producción con una escala de ocho vacas en producción (URP8), la cual representa a productores de cuatro a ocho vacas en producción. Estos productores son representativos de las características propias de la zona, escala productiva y comercial, manejo técnico, producción de insumos, alimentación, costos de producción, tamaño de la finca, vacas en producción, rendimientos históricos en producción de leche e insumos, programas y montos de subsidios, tenencia de la tierra, gastos de alquiler, maquinaria e implementos agrícolas.

La datos de los panelistas fueron utilizados para desarrollar una distribución de la información de acuerdo con lo establecido por Lemiux et al., (1982). La URP es aquella unidad de producción, que sin representar a un productor en particular, tipifica las actividades y decisiones de los productores participantes en el panel. Así mismo, representa a un número de unidades de producción, con características de una escala y un sistema de producción

particular de una región productora del país (AGROPROSPECTA, 2009). En este caso la URP8 representa alrededor del 40.0% de los productores y 70.0% del volumen producido de leche en el municipio de Texcoco.

Área de estudio

La URP8, representa a productores de leche del Distrito de desarrollo rural de Texcoco, situado al noreste del Estado de México y el noreste de la ciudad de México. El Estado de México, es el séptimo Estado en producción de leche a nivel nacional y el Distrito Texcoco se posiciona como el segundo Distrito en producción de leche en el Estado de México (SIAP, 2012), el cual se ha caracterizado históricamente por su producción de leche predominando en la actualidad los sistemas lecheros de pequeña escala, los cuales basan su alimentación en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*) y avena (*Avena sativa*), con ganado Holstein como la principal raza lechera (95.0%). La ciudad de Texcoco está situada en 19° 30'43 "N y 98° 52'54" W, a una altitud de 2,250 msnm clima templado semi-seco, con una temperatura media anual de 15,9° C y una precipitación media de 686 mm/año (INEGI, 2003).

Modelo de simulación econométrica y análisis de riesgo (MexSim)

El modelo de simulación econométrica y análisis de riesgo, MexSim, fue utilizado en esta investigación para proyectar el estándar financiero de una URP8 de producción de leche en pequeña escala. El modelo fue desarrollado por la *Texas Extension and Education Foundation (TEEF)*, adscrita al *Food and Agricultural Policy Center (AFPC)* de *Texas A&M University (TAMU)* en conjunto con la *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA)* y *La Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria (AGROPROSPECTA)*. El MexSim, proyecta en condiciones de riesgo e incertidumbre la viabilidad económica del sector agropecuario mexicano, su desarrollo se dio a partir del programa *FLIPSIM* (The Farm Level Income and Policy Simulation Model), el cual ha sido validado y aplicado en proyectos de investigación y extensión por economistas de más de 25

universidades norteamericanas y por analistas de política en otros 10 países más (AGROPROSPECTA, 2009).

El MexSim es programado en Excel[®] utilizando las identidades y ecuaciones contables y financieras contenidas en el programa de simulación econométrica para el análisis del riesgo (Simetar[®]). Los parámetros de distribución de probabilidad se estiman utilizando un hipercubo latino procedimiento de muestreo para la simulación de números pseudo-aleatorios (Richardson et al., 2000). El modelo proyecta la viabilidad económica y financiera utilizando información histórica de variables técnicas, económicas y de un año base recaba de productores, e información de la tendencia de variables macro (Inflación, tipo de cambio y tasa de interés) y microeconómicas (precios de insumos y productos) estimadas por la SAGARPA para el periodo 2010-2019.

El modelo pondera las estimaciones de probabilidad con los siguientes supuestos, la escala de producción (hectáreas y vacas en producción) se mantiene constante a través del horizonte de planeación (2010-2019); la producción de leche por vaca y la capacidad aprovechada de las instalaciones se mantienen constantes; el nivel tecnológico se mantuvo inalterado, lo que permitió atribuir los cambios observados a permutaciones en las condiciones económicas; los coeficientes técnicos se mantienen invariables; el número de productores que se dedican a la actividad se mantiene constante, es decir que la incorporación o retiro de productores no altera los resultados; la tasa de descuento empleada para evaluar el proyecto se estableció en 10.0%; para las probabilidades de obtener flujo neto de efectivo y reservas finales negativas se consideró un ingreso mínimo igual a cero y un máximo igual al ingreso promedio del periodo analizado más 25.0%; el pago de mano de obra familiar y los retiros de efectivo realizados por el productor son incluidos en el proceso de simulación; los déficits de flujo de efectivo son financiados con recursos de otras actividades. Para estos recursos se consideró un costo de oportunidad del capital, medido por una tasa de interés real de 2.0%; la URP8 está sujeta al pago de impuestos (predial).

El modelo opera de año en año a nivel estratégico, y produce informes financieros pro-forma, Ingresos netos en efectivo, reservas finales de efectivo, cambio en el capital neto real, Valor Actual Neto (VAN), tasa de retorno sobre activos (TRA), etc. Los informes financieros se derivan de ecuaciones funcionales que vinculan la producción lechera, su venta, regímenes de subvenciones, venta de subproductos derivados de la actividad (vacas de desecho, toros, novillas, toretes etc.), producción y compra de insumos, operaciones de capital, las actividades de consumo y financiación.

Modelación estocástica Monte Carlo

Se siguieron los pasos descritos por Richardson (2006) para desarrollar un análisis de viabilidad económica, mediante modelación tipo Monte Carlo. Primero, las distribuciones de probabilidad para todas las variables de riesgo fueron definidas con parámetros y validadas. Segundo, los valores de las distribuciones de probabilidad se usaron en las ecuaciones de contabilidad a calcular la producción, los ingresos, los gastos, flujos de efectivo y las variables del balance de la finca. Tercero, el modelo estocástico se completó simulando 500 iteraciones utilizando valores aleatorios para las variables de riesgo. Los resultados de las 500 muestras proporcionaron información utilizada para estimar distribuciones empíricas de probabilidad para las variables de entrada no observables (por ejemplo, valor presente del patrimonio, el valor actual neto y de flujos de efectivo anuales), de manera que los analistas puedan evaluar la probabilidad de éxito o la viabilidad económica del sistema. En cuarto lugar, se analizaron escenarios de gestión y se presentan los resultados finales.

Variables estocásticas

Las variables estocásticas quedaron determinadas en la siguiente ecuación (Richardson et al. 2007a):

$$\tilde{A} = \hat{A} + \tilde{\varepsilon} \quad 1)$$

Donde \tilde{A} , es el componente determinista y, $\tilde{\varepsilon}$, es el componente estocástico, el último de los cuales es pronosticado mediante la simulación de valores de una distribución de probabilidad basándose en datos históricos.

El modelo determinista para esta investigación se compone de las siguientes variables de entrada (VE): producción por vaca (litros/año); precio de la leche (\$/litro); precio de la electricidad (\$/kwt); precio de la cuota agua (\$/años); precio de vacas de desecho, reemplazos comprados y vendidos (\$/kg); precio de fertilizantes (\$/ton); precio de las semillas de maíz, alfalfa y avena (\$/kg); tasa de cambio para salarios e impuestos y subvenciones.

Una vez identificadas las VE, se generó el componente estocástico del modelo utilizando una distribución multivariante empírica (Richardson et al., 2000). Para la UPR8 la simulación consideró 500 iteraciones, ya que este número mostró una tendencia hacia la normal estándar.

Modelo financiero

El modelo financiero, que de acuerdo con Richardson y Mapp (1976), Gill et al., (2003) y Richardson et al., (2007b) analiza la viabilidad económica mediante el criterio de un VAN positivo. En simulación tipo Monte Carlo se registra un "uno" para las iteraciones cuando la

URP8 tiene un impacto positivo en el VAN y un "cero" en caso contrario. La probabilidad de éxito económico se calcula como la suma de los "unos" en la variable del contador VAN dividido por el número de iteraciones. La TRA también fue utilizada para determinar la capacidad económica de los activos en generar un retorno positivo y la probabilidad de descapitalización de la URP8 durante el horizonte de planeación. Las fórmulas utilizadas para estimar las variables de salida del modelo financiero son:

$$\text{VAN} = -\text{Valor actual del capital neto real} + \sum (\text{Valor de ingresos familiares}_i + \Delta\text{Capital neto inicial}_i) / (0.10)^{10} \quad 2)$$

Donde:

$$\text{Valor actual del capital neto real} = \text{Valor actual del capital neto real}_{10} / (1+0.10)^{t,n} \quad 3)$$

Ingresos familiares = \sum del valor actual de los ingresos familiares, donde;

$$\text{Ingresos familiares} = \text{Retiros familiares} / (1 + 0.10)^{t,n} \quad 4)$$

Tasa de retorno sobre activos = $\text{Ingreso neto de la URP} + \sum (\text{Intereses de crédito a largo plazo} + \text{Intereses de crédito a mediano plazo} + \text{Intereses de crédito a corto plazo} + \text{Créditos pasados pendientes}) / \text{Activos totales} \quad 5)$

Costo beneficio = $\text{Capital neto inicial} / (\sum \text{del valor actual de los ingresos familiares})^n + \text{Valor actual del capital neto real} \quad 6)$

Donde:

$$\text{Valor actual de los ingresos familiares} = \text{Retiro en efectivo de los familiares} / (1+.10)^{t,n} \quad 7)$$

Viabilidad económica

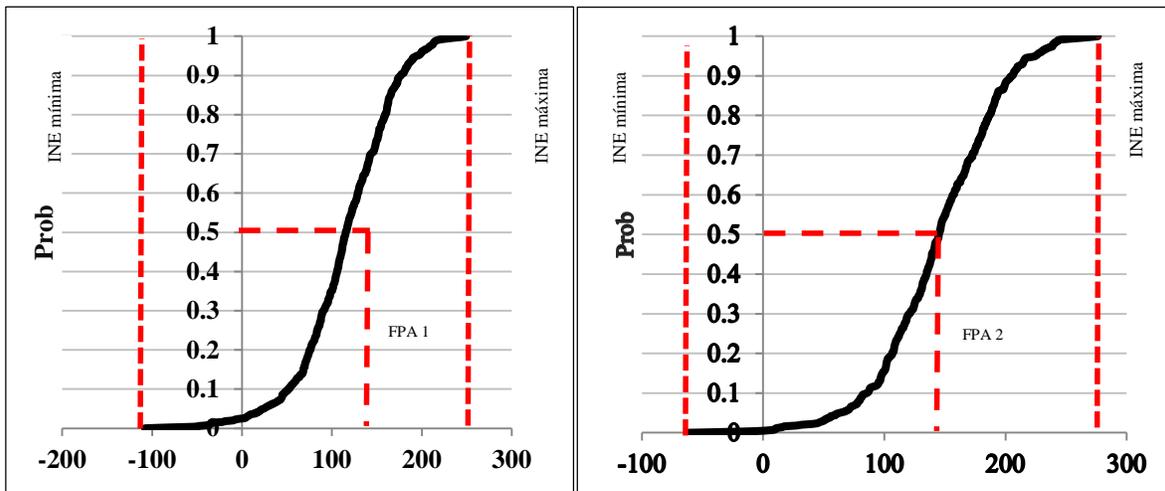
La viabilidad económica representa la probabilidad de que los ingresos netos en efectivo y de descapitalización sean negativos, si la probabilidad promedio de ambos es menor de 25.0% se considera una situación económica favorable, si es mayor a 25.0% pero menor a 50.0% se considera una situación precautoria y mayor de 50.0% desfavorable.

Se analizaron dos modelos para determinar la viabilidad económica y financiera, así como, cuantificar los efectos económicos en el tiempo del costo atribuido al insumo MOF de una URP8 en lechería de pequeña escala. Los modelos consideraron: 1) el costo económico de los insumos de producción; y 2) la proyección estocástica descontando el costo económico del insumo MOF.

RESULTADOS

En la figura 1, se muestra la FPA de la URP8 para los Ingresos netos en efectivo (INE). La FPA en el modelo 1, muestra un mínimo de \$-107.91 a un máximo de \$249.03 miles de pesos anuales, y una probabilidad del 90.0% de obtener un INE positivo (\$50,470.00 pesos). Así mismo, el valor medio del INE fue de \$115.00 mil pesos durante el horizonte de planeación 2010-2019, es decir, más del 50.0% de los gastos (\$58,000 pesos anuales) utilizados para la manutención del núcleo familiar. El modelo 2, mostró una FPA mínima de \$-62.30 y máxima de \$276.27 miles de pesos. La media del INE durante el horizonte de planeación aumentó de 115 a 145 mil pesos, con un crecimiento de 26.0%. Este comportamiento demuestra la importancia del valor económico que se atribuye al insumo MOF de la URP8 y se observa en un desplazamiento de la FPA positivamente en el mediano y largo plazo.

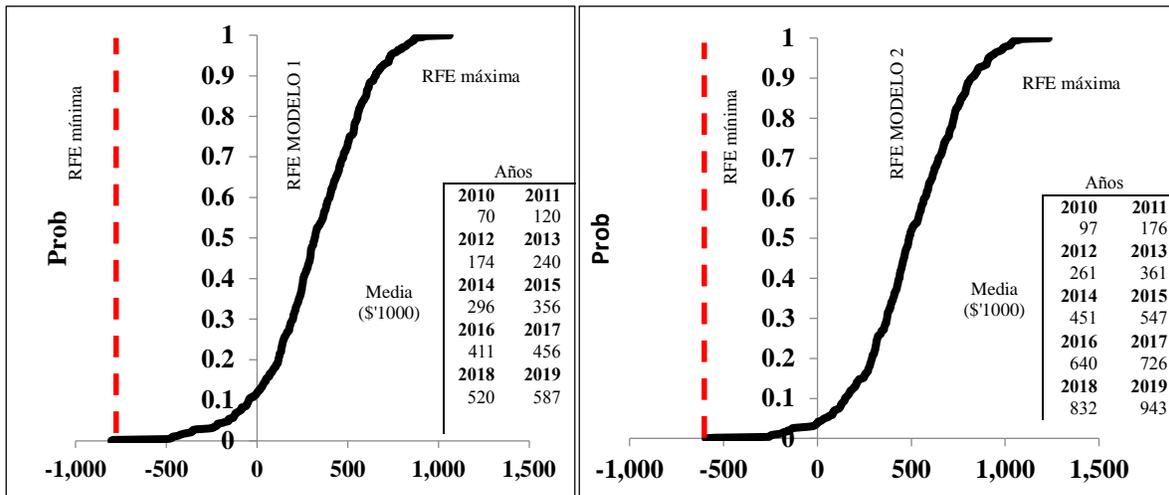
Figura 1. FPA para ingresos netos en efectivo, 2010-2019 (miles de pesos)



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la FPA en el modelo 1, indicaron que las reservas finales de efectivo (RFE) variaron entre \$-803.16 a \$1,061.71 miles de pesos, sus valores medios se ubicaron en \$70 mil pesos en 2010 y \$587 en 2019. La probabilidad de que las RFE sean menores a cero ($P(RFE < 0)$) fue de 16.0%, es decir, existe una mayor probabilidad de que esta sea mayor que cero. La FPA en el modelo 2, mostró una variabilidad menor respecto a sus valores extremos de \$-564.69 y \$1,229.85 respectivamente, así mismo, el valor medio en cada modelo paso de \$70 a 97 y de \$587 a 943 mil de pesos (Figura 2). La probabilidad (riesgo) de que $P(RFE < 0)$ en el modelo 2 representó ocho puntos porcentuales menos respecto del modelo 1, lo que significa un mayor riesgo del modelo 1 y este es explicado por la contabilidad del costo atribuido a la MOF.

Figura 2. FPA para reservas de efectivo anuales, 2010-2019 (miles de pesos)



Fuente: Elaboración propia.

El VAN osciló entre \$-700.00 y \$735.00 mil pesos para el modelo 1, esto significa que la probabilidad de que sea mayor que cero fue de 81.3%; en el segundo modelo estuvo entre \$-513.00 a \$862.00 mil pesos con una probabilidad del 93.7%. En promedio existe una diferencia de \$137 mil pesos entre ambos modelos. La probabilidad de obtener una TRR mayor a cero ($P(TRR > 0)$), en ambos modelos, fue del 99.0%. En el modelo 2, la relación costo beneficio (C/B) fue mayor a la del modelo 1, lo que significó que el costo del modelo 1 es mayor. Finalmente, la TRA en el modelo 2 es ligeramente más eficiente lo que indica que la MOF tiene un mínimo impacto en esta escala de producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Indicadores financieros en el horizonte de planeación 2010-2019

Indicador	(VAN) (mil \$)	(TRR) (%)	(C/B) (%)	Probabilidades
Modelo 1				
Media	172.00	8.4	85.0	P(TRR>0) 98.0%
DE	218.00	2.7	29.0	P(VAN<0) 0%
CV	1.00	31.4	33.0	P(Éxito del VAN) 81.3%
Min	-700.00	-3.5	55.0	P(TRA<0) 20.0%
Max	735.00	13.5	454.0	
Modelo 2				
Media	309.00	8.3	77.0	P(TRR>0) 99.0%
DE	209.00	2.4	16.0	P(VAN<0) 0%
CV	1.00	28.6	21.0	P(Éxito del VAN) 93.7%
Min	-513.00	-2.9	50.0	P(TRA<0) 19.0%
Max	862.00	12.9	233.0	

Fuente: Elaboración propia.

La participación de la MOF en la URP8 no coincide con lo reportado por Lara-Covarrubias et al., 2003; Carranza-Trinidad et al., 2007; Gómez et al., 2007; Malcolm et al., 2012, los cuales consideran a esta importante como fuente de capital social. Sin embargo, en esta investigación se demostró que es más significativa como capital financiero.

Los resultados de este estudio confirman que la MOF contribuye significativamente al aumento de INE, en el corto, mediano y largo plazo, para la UPR8, empero, en hatos menores a cuatro vacas el INE fue negativo. Uddin et al., (2010) en un estudio realizado en tres diferentes sistemas lecheros de pequeña escala (Intensivo, extensivo y tradicional) en Bangladesh, mencionan que los INE disminuyen considerablemente cuando se incluye el

costo de oportunidad de la mano de obra para hatos con cuatro, 14 y 22 vacas y son negativos con hatos menores a cuatro vacas.

Staal et al., (2008) en un estudio realizado en el sur de Asia y Este de África, señalaron la importancia del costo de oportunidad de la MOF tanto en la competitividad como en la viabilidad de sistemas lecheros de pequeña escala ya que este insumo genera un mecanismo de sustitución de capital económico por MOF.

El costo económico de la MOF en la viabilidad económica durante el horizonte de planeación 2010-2019, no pone en riesgo la permanencia de la URP8, toda vez, que los INE en el modelo 1, son suficientes para la manutención del núcleo familiar y las RFE pueden cubrir los principales gastos en el sistema de producción, tales como, la compra de insumos para la siembra de forrajes y granos para la alimentación del ganado, los cuales conforman entre el 70.0 y 80.0% de los costos de producción, y la reinversión en activos.

Gómez et al., (2007) en Perú y Ramírez y Foster (2003) en Chile, reportaron que la MOF es un factor económico importante ya que aumenta la rentabilidad y mejora sus condiciones de liquidez, tal y como se demostró con el modelo 2.

No obstante, investigaciones realizadas en Uganda, Ndambi et al., (2008) y el sur de África, Morocco y Cameroon, Ndambi y Hemme (2009) señalaron que el aporte de la MOF al capital económico y social de los sistemas lecheros de pequeña escala no solo se refleja en la mejora de indicadores de rentabilidad y creación de empleos, sino también en su estabilidad económica y financiera, al ser la MOF, un mecanismo que aporta su labor a los procesos de producción sin percibir un ingreso constante lo que permite crear una frontera de posibilidades para apalancar al sistema en situaciones críticas.

El modelo financiero demostró una baja probabilidad de descapitalización en los dos modelos analizados ($P < 20.0\%$) durante el horizonte de planeación 2010-2019, asegurando el flujo constante de efectivo para la compra y manutención de su principal activo (vacas) tal y como demuestra Posadas et al., (2013).

CONCLUSIONES

El sistema de producción en lechería de pequeña escala es viable económica y financieramente y es mejor cuando no se contabiliza el costo de la mano de obra familiar. La mano de obra familiar no tiene efecto significativo en el modelo 1. Para llevar el modelo 1 a una viabilidad financiera de 93.7%, la mano de obra familiar tienen que producir un valor económico de \$60,000.00 pesos.

LITERATURA CITADA

- Barham, E. H. B., Robinson, J. R. C., Richardson, J. W., y Rister, M. E. 2011. Mitigating cotton revenue risk through irrigation, insurance, and hedging. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 43, 539-540.
- Carranza-Trinidad, R.G., Macedo-Barragán, R., Cámara-Córdoba, J., Sosa-Ramírez, J., Meraz-Jiménez, A.J., Valdivia-Flores, A.G., 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia*, 41, 701-709.
- Gill, C.R., Richardson, J.W., Outlaw, J.L., y Anderson D.P. 2003. An analysis of ethanol production in Texas using three ethanol facility sizes and their relative optimal subsidy levels. Documento presentado en: Southern Agricultural Economics Association 35th Annual Meeting, Mobile, Alabama, 1-5 de febrero 2003.
- Gómez, C., Fernández, M., Salazar, I., Saldaña, I., Heredia I. 2007. Improvement of small dairy producers in the central coast of Peru. *Tropical Animal Health and Production*, 39, 611-618.

- Goodwin, B.K., y Mahul, O. 2004. Risk modeling concepts relating to the design and rating of agricultural insurance contracts. Document of the World Bank. pp. 1-38.
- Halter, A.N., y G.W. Dean. 1965. Use of simulation in evaluating management policies under uncertainty: application to a large scale ranch. *American Journal Agricultural Economics*. 47, 557-573.
- Hardaker, J.B., Richardson J.W., Lien, G., y Schumann, K.D. 2004. ‘Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: A simplified approach.’ *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 48, 253–70.
- Harwood, J.L., Heifner, R., Perry, J., Coble, K., y Somwaru, A. 1999. ‘Managing risk in farming: Concepts, research and analysis.’ *Agricultural Economic Reports* No. 774. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture/Economic Research Service.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2003. *Anuario Estadístico del Estado de México*. Aguascalientes, Ags. México.
- Lara-Covarrubias, D., Mora-Flores, J.S., Martínez-Damián, M.A., García-Delgado, G., Omaña-Silvestre, J.M., Gallegos-Sánchez, J., 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, 37, 85-94.
- Lemiux, C.M., Richardson, J.W., Nixon, C.J. 1982. Federal crop insurance vs. ASCS disaster assistance for Texas high plains cotton producers: An application of whole-farm simulation. *Western Journal of Agricultural Economics*. 141-154
- Lien, G. 2003. Assisting whole-farm decision-making through stochastic budgeting. *Agricultural Systems*. 76. 399-413.
- Malcolm, B., Ho, C.K.M., Armstrong, D.P., Doyle, P.T., Tarrant, K.A., Heard, J.W., Leddin, C.M., y Wales, W.J. 2012. Dairy directions: A decade of whole farm analysis of dairy systems. *Australasian Agribusiness Review*. 20, 38-58.
- Ndambi, O.A., Garcia, O., Balikowa, D., Kiconco, D., Hemme, T. y Latacz-Lohmann, U. 2008. Milk production systems in Central Uganda: a farm economic analysis. *Tropical Animal Health and Production*. 40, 269-279.
- Ndambi, O.A., y Hemme, T. 2009. An Economic Comparison of typical dairy farming systems in South Africa, Morocco, Uganda and Cameroon. *Tropical Animal Health and Production*. 41, 979-994.

- Ochoa, R.F., Anderson, D.P., Outlaw, J.L., Richardson J.W., Knutson R.D., Schwart, R.B., Miller, J.W. 1998. Granjas lecheras representativas en México. Panorama económico 1998. Working Paper AFPC 98-10. November 1998. Department of Agricultural Economics. Texas Agricultural Experiment Station. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University. pp. 1-50.
- Outlaw, J.L., Ribera, L.A., Richardson, J.W., Da Silva, J., Bryant, H., y Klose, E. 2007. Economics of sugar-based ethanol production and related policy Issues. Journal of Agricultural and Applied Economics. 39, 357-363.
- Posadas, D.R.R., Salinas, M.J.A., Callejas, J.N., Álvarez, F.G., Herrera, H.J., Arriaga, J.C.M., Martínez, C.F.E. 2013. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. Artículo en prensa en la Revista Contaduría y Administración. En: http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/userFiles/app/pp_11012013.pdf, consultada en mayo de 2103.
- Ramírez, V.E.P., y Foster, W. 2003. Análisis de la oferta de mano de obra familiar en la agricultura campesina de Chile. Cuad. Econ, 40, 89-110.
- Red Mexicana de Investigación en Política Agropecuaria (AGROPROSPECTA). 2009. Unidades representativas de producción, panorama económico 2007-2017. Resumen Ejecutivo RE 2009-01febrero de 2009. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/INFORME%20FINAL%20URP.pdf>, consultada noviembre 2012.
- Reicher, R.K., Conner J.R., y Heitschmidt, R.K. 1989. Economic consequences of alternative stocking rate adjustment tactics: a simulation approach. Journal of range management. 42,165-171.
- Richardson, J.W. 2006. Simulation for applied risk management. Department of Agricultural Economics, Agricultural and Food Policy Center, Texas A&M University, College Station, Texas.
- Richardson, J.W., Herbst, B.K., Outlaw, J.L., y Gill, R.C. II. 2007a. Including risk in economic feasibility analysis: The case of ethanol production in Texas. Journal of Agribusiness. 25, 115-132.

- Richardson, J.W., Klose, S.L., y Gray, A.W. 2000. "An applied procedure for estimating and simulating multivariate empirical (MVE) probability distributions in farm-level risk assessment and policy analysis." *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 32, 299-315.
- Richardson, J.W., Lemmer, W.J., y Outlaw, J.L. 2007b. Bio-ethanol production from wheat in the winter rainfall region of South Africa: A quantitative risk analysis. *International Food and Agribusiness Management Review*. 10, 181-204.
- Richardson, J.W., Schumann, K., y Feldman, P. 2005. "Simetar: Simulation for Excel to Analyze Risk." Department of Agricultural Economics, Texas A&M University, College Station, Texas, January 2005.
- Richardson, J.W., y Mapp, Jr. H.P. 1976. "Use of probabilistic cash flows in analyzing investments under conditions of risk and uncertainty." *Southern Journal of Agricultural Economics*. 8, 19-24.
- Richardson, J.W., y Nixon, C.J. 1982. Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: An application of simulation and stochastic dominance. *Southern Journal of Agricultural Economics*. 14, 71-76.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Base de datos estadísticos. En: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=372, consultada en diciembre de 2012.
- Somda, J., Kamuanga, M., y Tollens, E. 2005. Characteristics and economic viability of milk production in the smallholder farming systems in The Gambia. *Agric Syst Hol*. 85, 42-58.
- Staal, S.J., Pratt, A.N. y Jabbar, M. 2008. Dairy development for the resource poor. Part-1: A comparison of dairy policies and development in south Asia and east Africa. PPLPI working paper no. 44-1. En: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/wp44_1.pdf, consultada en mayo de 2013.
- Uddin, M.M., Sultana, M.N., Ndambi, O.A., Hemme, T. and Peters, K. J. 2010. A farm economic analysis in different dairy production systems in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 22, Article # 122.

- Vargas-Leitón, B., y Cuvas-Abrego., M. 2009. Modelos estocásticos para estimación de valores económicos de rasgos productivos y funcionales en bovinos lecheros. *Agrociencia*. 43, 881-893
- Wauters, E., De Coch, L., De Wit, J., Lauwers L. 2011. The foregone risk premium: a communicative and practical method for the evaluation of risk-return profiles in agriculture. Documento preparado para su presentación en el congreso internacional; Change and Uncertainty Challenges for Agriculture, Food and Natural Resources. Celebrado en ETH Zurich, Zurich, Switzerland del 30 de Agosto al 2 de septiembre del 2011.

5.5 Economic and financial viability of small-scale dairy systems in central Mexico:

Economic scenario 2010-2018

Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez¹, Nicolás Callejas-Juárez², Carlos Manuel Arriaga-Jordán¹, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda¹

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Instituto Literario 100. Centro. Toluca. 50000. MÉXICO.

²Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km 1. Chihuahua, 31453. MÉXICO.

Corresponding author:

Dr. F.E. Martínez-Castañeda

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR),

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM),

Instituto Literario # 100,

C.P. 50000, Toluca,

Estado de México, México

Tel. and fax: +52 (722) 296 5552

e-mail: femartinezc@uaemex.mx and fernestom@yahoo.com.mx

El artículo será enviado a la Revista Livestock Science.

Economic and financial viability of small-scale dairy systems in central Mexico: Economic scenario 2010 – 2018

Abstract

The effect on the economic and financial viability of diverse risk models in a representative small-scale dairy farm (RSSDF) in central Mexico was determined using Monte Carlo simulation, which allows to evaluate risk in livestock systems within planning horizons, and to identify elements for intervention strategies. The evaluated risk models were: 1) Hiring of the total needs of labour for the production process; 2) Utilising only family labour for the production process; 3) Purchase of 100% of feed inputs; and 4) Withdrawal of subsidies to production. A panel technique was implemented with 22 small-scale farmers, plus 4 specialists in dairying, and the representative of the regional dairy farmers association. The panel designed an RSSDF with a herd of eight dairy cows, size that represents 130 farmers in the study area, with similar levels of technology, scale of production, geographical location and market for their produce. Economic and financial projections of the micro and macroeconomic variables estimated by the Mexican Ministry of Agriculture (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación* - SAGARPA) were included to generate the stochastic components of the models. The MexSim econometric model was used to quantify risk and predict the economic and financial impacts of the tested models in a planning horizon 2010 – 2018. Results indicate the economic and financial viability for scenarios hiring all labour needs, only the utilisation of family labour, and the withdrawal of subsidies; and unviable when feed inputs are purchased. The probability of economic success, as the rate of return on assets, was 80% for Models 1, 2, and 4. On the contrary, Model 3 showed 40% probability of de-capitalisation, which worsens after 2014. The probability of financial success measured by the net present value (NPV) was 85, 93 and 81% for Models 1, 2, and 4 respectively. As from 2014, the financial un-sustainability of Model 3 worsens, and the NPV of that model turns negative. It is concluded that the RSSDF was economically and financially viable, and is better when the economic cost of family labour is not included, but hired labour did not have a significant negative effect on the

viability of Model 1. Purchase and reliance on purchased feed inputs have the highest negative impact on viability; not so the withdrawal of subsidies since they are not important for total incomes in percentage or in value. These systems generate wealth, which bring social benefits as local employment.

Keywords: Prospective analysis, stochastic models, small-scale dairy farming, labour, subsidies, Monte Carlo simulation, Mexico.

1. Introduction

The economic and financial viability of a dairy production system is influenced by macro and microeconomic factors. Uncertainty is one of the challenges faced by long-term viability projections. Odening et al. (2013) establish taking into account uncertainty as crucial to derive efficiency measures, since not considering it overestimates the mean value of inefficiency in the evaluated systems.

Monte Carlo simulation models have been used with different objectives in the analysis of agricultural systems, like Lien (2003) who used them to determine the financial risk of investment in small-scale dairy farms. Richardson et al. (2007a; 2007b) determined the economic viability of the ethanol industry, Barham et al. (2011) in the implementation of risk rates in Agricultural insurance, and Williams et al. (2012) in the analysis of the economic viability of crops.

Simulation is utilised to determine the effects of exogenous variables (macro and microeconomic) through probability distributions in decision-making within scenarios that imply risk and uncertainty (Richardson et al., 2007a). Reutlinger (1970) and Richardson (2007) demonstrated the efficacy of stochastic simulation to analyse decisions that imply risks.

Halter and Dean (1965) introduced simulation of agricultural systems to analyse price policies, but it was till 1982 when Richardson and Nixon utilised Monte Carlo simulation in prospective analysis to determine economic effects in farms under conditions of risk and uncertainty (Outlaw et al., 2007; Richardson et al. 2007a).

In spite of the importance of risk in the analysis of agricultural economic viability (Harwood et al., 1999; Richardson et al., 2005), the majority of studies on the economic viability in dairy production have been deterministic (Somda et al., 2005; Carranza-Trinidad et al., 2007; Gómez et al., 2007; Ndambi et al., 2008). In deterministic models, the variability of input parameters shows an estimation point for the main variable, rather than the probability distributions that estimate the success or failure possibilities for a project (Hardaker et al., 2004), so that the resulting economic values are punctual invariable estimations for a base year (Vargas-Leitón and Cuevas-Abrego, 2009).

Richardson (2007) defines Monte Carlo as a procedure that turns uncertainty of input and product prices in input variables for the model that generates (prospective) results in accumulated probability functions (APF) that allows to economically and financially evaluate a system in a given planning horizon.

In Mexico, Ochoa et al. (1998) utilised Monte Carlo simulation to determine the economic viability of large-scale dairy systems, Sagarnaga et al. (1999) in the pig industry and Zavala-Pineda et al. (2012) projected the economic viability of small, medium and large scale pig production.

The objective of this work was to determine the economic and financial viability of a Representative Small-Scale Dairy Farm (RSSDF) with a herd of eight milking cows in central Mexico, through Monte Carlo simulation.

Four risk models were assessed: 1) Hiring of the total needs of labour for the production process; 2) Utilising only family labour for the production process; 3) Purchase of 100% of inputs for feeding the herd; and 4) Withdrawal of all subsidies to production.

2. Materials and methods

2.1. Study area

The study area was the Texcoco Rural Development District in the State of Mexico, located at 19° 30' 43 "N y 98° 52' 54" W, at an altitude of 2,250 m, semi-dry temperate climate, a mean annual temperature of 15.9 °C, and a mean rainfall of 686 mm/year (INEGI, 2013).

Small-scale dairy systems in the area represent around 85% of farms, and contribute 70% (82,916 metric tons) of the yearly milk production of the district (SIAP, 2013), which may cover the recommended annual intake of 132 litres per person for 628 thousand people (CANILEC, 2013).

Herds of 4 to 9 milking cows represent over 50% of farms in the study area, with a mean farm size of 4.0 ha, contributing over 9% to the value of animal produce in the area. Small-scale dairy systems rely on alfalfa (*Medicago sativa*), maize (*Zea mays*), and oat forage (*Avena sativa*), which represent over 90% of feed inputs. Diets are complemented with commercial concentrates and by-products from the food industry (like bread). The main breed is Holstein in 95% of animals (Posadas-Domínguez et al., 2013a).

Monetary values transformed into US dollars, at the exchange rate provided by the Bank of Mexico on 22 October 2013, were obtained to analyse the economic and financial viability of the four proposed models.

2.2. Government transferences (support schemes)

Four government support schemes to farmers were identified: 1) Programme for the direct support of agricultural production (*PROCAMPO*) with a yearly subsidy of US\$ 92.40/ha; 2) Programme of incentives to livestock production (*PROGAN*) with US\$ 33.10 per adult cow; 3) Programme for productive assets with a 50% subsidy on the purchase of agricultural assets; and 4) Agricultural diesel fuel, with a direct support of US\$ 41.60/ha with a maximum of 5.0 ha/farmer.

2.3. Panel technique

The panel technique forms a group of representative farmers from a region that characterise a production system. In several sessions, participating farmers provide data related to the economics and finances of the farm. In each panel, an interactive and iterative interview is carried out utilising a process of consensus building (Miller and Salkind, 2002). In this process, farmers must discuss and agree on a “type” or “model” farm that represents the scale and operation system of their own farms (Zavala-Pineda et al., 2012).

Panel members provide information on the technical and economic variables, productive and commercial scale, production of inputs, feeding, costs of production, farm size, milking cows, historical yields of milk and inputs, government programmes and subsidy amounts, land tenure, rent expenditures, machinery and agricultural implements. These data were used to develop a distribution of information in accordance to Lemiux et al. (1982). The utilised simulation techniques linked to the representative panel have been successful in determining the economic and financial viability of agricultural systems (Sagarnaga et al., 1999).

The RSSDF was formed with a herd of 8 milking cows that represented 130 farmers in the study area. The panel was conformed by 22 farmers, four experts (two in agricultural

economics and two in animal science) and a representative from the local dairy farmers association.

2.4. Risk analysis

The MexSim model for econometric simulation and risk analysis was used. The model was developed by the *Texas Extension and Education Foundation (TEEF)*, of the *Agricultural and Food Policy Center (AFPC)* of *Texas A&M University (TAMU)* in conjunction with the Mexican Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries, and Food (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - SAGARPA*) and the Mexican Network for Research in Agri-Food Policy (*Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria*) (Agroprospecta, 2009). The MexSim model projects the economic viability of the Mexican agricultural sector under conditions of risk and uncertainty; and its development evolved from the *FLIPSIM* model (The Farm Level Income and Policy Simulation Model), which has been validated and applied in research and extension projects by economists in more than 25 US universities and by policy analysts in other 10 countries (Agroprospecta, 2009).

The MexSim model is programmed using Excel by utilizing accounting and financial identities and equations found in the Simetar[®] econometric simulation model for risk analysis. The probability distribution parameters were estimated utilizing a Latin hypercube, a sampling procedure for the simulation of pseudo-random numbers (Richardson et al., 2000). The model projected the economic and financial viability using historic information on technical and economic variables provided by the farmers of the base year 2010, as well as information on the trends for macroeconomic variables (inflation rate, exchange rate, and interest rates) and microeconomic variables (prices of inputs and products) estimated by SAGARPA (2011). The trends in regional variables were also estimated in order to reduce estimation error for the period 2010 - 2018 (Table 1).

⇒ Please insert Table 1 around here

The economic simulation for the period 2010-2018 was done from the projections of the base scenario (Table 1); the stochastic component ϵ_1 was obtained utilising a multivariate empirical distribution (Richardson et al., 2000), and the validation of the stochastic component considered 500 iterations adjusted to a standard normal distribution.

2.5. Definition of indicators of economic and financial viability

Total Income: Is the mean income in cash from all possible sources, including: sales, transferances, subsidies, payments from agricultural insurance, and other agricultural income for the period 2010-2018.

Total costs: Total expenditures devoted to the purchase of inputs for operating the farm. It excludes depreciation, interest or capital payments, taxes and replacement of machinery and equipment.

Net income in cash (NIC): Results from subtracting total expenditures in cash from total incomes in cash. NIC is used to cover family living costs, interest and capital payments, income tax and expenditures related to the replacement of machinery and equipment.

Reserves in cash (RIC). Is the mean balance in cash at the end of each year. It is obtained from: initial reserves in cash, plus net income in cash and gained interest over reserves in cash, minus capital payments (credits), taxes, family maintenance expenditures, and replacement costs of machinery (different from depreciation), for 2010-2018.

Net Present Value (NPV). The future value of the farm through the planning horizon in terms of the current value of the currency.

Rate of return over assets (RRA). The rate of return based on the total value of assets and reflects the economic efficiency of the farm.

Cost benefit ratio (C/B). It is the ratio between total costs in cash in relation to total income in cash (from milk sales).

2.5.1. Economic viability

The economic viability was defined as a measure of economic efficiency, liquidity and solvency of the RSSDF. The model establishes three scales: 1) Favourable, when the probabilities of negative net incomes in cash (NIC) and de-capitalisation are under 25%; 2) Cautionary when the probabilities of negative NIC and de-capitalisation are higher than 25% but below 50%; and 3) Unfavourable, when the probabilities that negative NIC and de-capitalisation are over 50% (Agroprospecta, 2009; Zavala-Pineda et al., 2011). The equations used to estimate the economic viability of the four models analysed were:

$$\text{Total Income } TI = MI + TI + OI \quad (1)$$

Where MI is market income, TI is income from transferences, and OI is other income.

$$\text{Variable costs } VC = [\sum_{i=1}^n I_{1i}, I_{2i} \dots I_{ni} P_{1i}, P_{21} \dots P_{ni}] \quad (2)$$

Where $I_{1i} I_{2i} \dots I_{ni}$ is the variable input utilised in the production of the product i , and $P_{1i} P_{1i}, P_{21} \dots P_{ni}$ is the price for input $I_{1i} I_{2i} \dots I_{ni}$

$$\text{Fixed costs } FC = [\sum_{i=1}^n A_{1i}, A_{2i} \dots A_{ni}] \left[D_{1i}^{ni} = \frac{(P_i - RV_i)}{UL_i} \right] \quad (3)$$

Where $A_{1i} A_{2i} \dots A_{ni}$ is the utilised asset in the production of the product i , D_{1i}^{ni} is the annual cost for depreciation of asset i , P_i is the historic value of the asset i , RV_i is the residual value of asset i , and UL_i is the useful life of asset i .

$$\text{Totals } TC = \sum_{1=i}^{ni} VC + \sum_{1=i}^{ni} FC \quad (4)$$

Where $\sum_{1=i}^{ni} VC$ is the summation of total variable costs (VC), and $\sum_{1=i}^{ni} FC$ is the summation of total fixed costs (FC) in the production process.

$$\text{Net income } NI = TI - \sum_{1=i}^{ni} VC - \sum_{1=i}^{ni} FC - OCFL^{t.n} \quad (5)$$

Where TI is Total Income, $\sum_{1=i}^{ni} VC$ is the summation of total variable costs (VC), and $\sum_{1=i}^{ni} FC$ is the summation of total fixed costs (FC), and $OCFL^{t.n}$ is the opportunity cost of family labour throughout the planning horizon.

$$\text{Net Nominal Capital } NNC = \sum (RC + VHI + FMA + L - STP - LTP) \quad (6)$$

Where RC is reserves in cash, VHI is the value of the herd inventory, FMA is fixed and mobile assets, L is land, STP is short-term passives, and LTP is long-term passives.

Where $NIPC_{t-1}$ is the National (Mexican) Index of Prices for Consumers for the previous year, and $NIPC_{ti}$ is the National Index of Prices for Consumers for the base year.

$$\text{Final Net Reserves in Cash } NRC = INRC + TIC - VCC - FCC \quad (7)$$

Where $INRC$ is initial net reserves in cash, TIC is total income in cash, VCC is variable costs in cash, and FCC is fixed costs in cash.

$$\text{Net Income in Cash } NIC = TIC - TEC \quad (8)$$

Where TIC is total inflows in cash, and TEC is total outflows (expenditures) in cash.

$$TIC = MIC + TI + FIE + OIC \quad (8.1)$$

Where MIC is market income in cash, TI is income from transferences, FIE is financial income in cash, OIC is other incomes in cash.

2.5.2 Financial viability

A positive NPV gives financial viability in the analysis of a system, so that when the NPV is higher than the discount rate, the assessed project is considered a financial success (Richardson et al., 2007b). In the Monte Carlo simulation, a “1” is registered when the iterations for the RSSDF have a positive NPV, and “0” when the NPV is not positive. The probability of financial success is the sum of the times a “1” is registered divided by the number of iterations.

The RRA was utilised to determine the economic capacity of the assets to generate a positive return, and the probability of de-capitalisation during the planning horizon 2010 – 2018. The equations used to estimate the financial viability of the four analysed models were:

$$\text{Net Present Value } NPV = -PVNRC + \frac{(\sum_{i=1}^n FI + \Delta NIC)}{0.10^{10}} \quad (9)$$

Where PVNRC is the present value of the net real capital, FI are family incomes, and ΔNIC is the change in percentage of net initial capital. The present value of the net real capital $PVNRC = (1 + 0.10)^{t.n}$ (9.1)

$$\text{Family incomes } FI = \sum_{i=1}^n PVFI \quad (9.2)$$

Where PVFI is the present value of family incomes.

$$\text{Rate of Return over Assets } RRA = NI + \frac{(\sum ISTC + IMTC + ILTC)}{\sum TA} \quad (10)$$

Where NI is the net income of the RSSDF, $ISTC$ is interest for short-term credits, $IMTC$ is interest for medium term credits, $ILTC$ is interest for long-term credits, $\sum TA$ is the value of total assets.

$$\text{Cost/Benefit Ratio } CB = \frac{INC}{\sum PVFI^n + PVNRC} \quad (11)$$

Where INC is initial net capital, $PVFI^n$ is the present value of family incomes, and $PVNRC$ is the present value of net real capital.

2.6. Model assumptions

The analysis took into account the following assumptions: 1) the scale of production; 2) milk yields per cow; 3) utilised capacity of the farm infrastructure; 4) the rate of subsidies; and 5) the technical coefficients are held constant during the planning horizon 2010 - 2018; 6) the technological level was also held unaltered, which allowed observed changes to be ascribed to permutations in the economic conditions; 7) the number of farmers in the activity is held constant, that is that new farmers coming into dairy production or farmers withdrawing from the activity does not alter results; 8) the discount rate was established at 10%; 9) in the outflows a salary for the farmer was considered as the running salary in the study area of US \$4.70 per day; 10) the opportunity cost for family labour and cash withdrawn done by the farmer as included in the simulation proves.

2.7. Models

Model 1: It considered hiring-in all needs of labour for dairy production including crop production and management. Labour is the second highest expenditure item in the cost of production in small-scale dairy systems in the study area (Posadas-Domínguez et al., 2013b).

Model 2: It considered all labour needs to be met with family labour without ascribing any economic cost (opportunity cost) to their contribution to the farm. Family labour plays a fundamental role in small-scale dairy farms with herds between 4 and 9 milking cows, since together with the home-grown of inputs (forages) they are the factors that have economically kept these systems in the competitive market (Ndambi et al., 2008; Ndambi and Hemme, 2009). In this work, the RSSDF utilises family labour in 97% of the production process (Posadas-Domínguez et al., 2013a).

Model 3: It considered purchasing 100% of feed inputs. The model took into account the risk of volatility faced by the price of inputs in the international market for the planning horizon 2010-2018. Prices from Table 1 were taken for the simulations. This Model is in contrast to the analysed RSSDF that produces 95% of the feed inputs required by the herd.

Model 4: It considered the farm income without transferences from government support programmes.

3. Results

3.1. Economic viability

The four analysed models showed positive Total Incomes, with a difference of US\$ 770 among them. TI increased in 2012, 2013, and 2017 due to an increase in the GNP. TI decreased for 2011 and 2014 due on the one hand, to the poor increase in the price of milk, and on the other hand, due to a reduced increase in GNP (Table 1). An adverse effect in TI was also observed due to the increase in price of inputs due to inflation (Table 1), both in Model 3, as in Model 4 with the withdrawal of subsidies. The same pattern is observed in 2018 (Table 2).

⇒ Please insert Table 2 around here

Total costs (TC) increased in all models. In Model 3, TC increased in 32% for 2018, due mainly to the increased trend in inflation and its effect on the price of inputs. Net income (NI) for 2010-2018 grew 18, 20, and 17% in Models 1, 2, and 4 respectively. NI in Model 3 decreased in 133%, determined mainly by the increase in input prices and the increase in TC, so that by 2016 this Model 3 showed losses (Table 2).

Figure 1 summarises the probability distributions (in percentiles) of net incomes in cash for each Model. There is a 5% probability that Models 1, 2, and 4 incur in economic losses; while Model 3 presents a 25% probability of not being viable and a 50% probability of incurring in economic losses as from 2014. NIC were between US\$ 8,000 and US\$10,000 in Models 1, 2, and 4; whils in Model 3 they were below US\$ 3,080 and were negative as from 2016 (Figure 1).

⇒ Please insert Figure 1 about here

Final reserves in cash (FRC) were positive for Models 1, 2, and 4 as from 2012, except Model 3. Net nominal capital (NNC) was above US\$ 88,000 in Models 1, 2, and 4; and negative for Model 3 US\$ (7,300). The RRA performed similarly, being positive for Models 1, 2, and 4, and negative in Model 3 (US\$ 7,877.10). Model 3 obtained the highest probabilities that the final reserves in cash, nominal net capital, and return rate over assets were negative; and Model 2 obtained the lowest probabilities for failure (Table 3).

⇒ Please insert Table 3 around here

3.2. Financial viability

The four analysed Models obtained a null probability of obtaining a negative NPV (less than 0) both at the extremes of the planning horizon as in its development. The utilisation of family labour in Model 2 was financially reflected by obtaining a higher probability for economic success than the three others.

Model 3 presented he highest probability of financial failure showing a risk for investment of 40% that leads to an unfavourable economic situation and high probabilities for obtaining

a negative final income and for de-capitalisation based on the probabilistic forecast for the NPV and the general economic situation of this Model.

The probabilities of obtaining a real rate of return (RRR) higher than zero ($P(RRR > 0)$) in 1, 2, and 4 were above 97%; whilst Model 3 showed 29%.

The cost/benefit ratio (C/B) was 84, 75, 54 and 89% for Models 1, 2, 3, and 4 respectively, meaning that they were able to cover their production costs and obtained a positive benefit (Table 4). The highest C/B was in Model 3 because the present value of the net real capital was seven times less than in Models 1, 2, and 4. The analysis of the risk variables gave a Monte Carlo projection of the General Economic Situation (GES). Models 1 and 2 resulted with a favourable GES with the probability of negative final cash and de-capitalisation were under 25%; but Model 3 was unfavourable, with probabilities higher than 57%; and finally, Model 4 showed a cautionary GES, with probabilities between 27 and 34% (Table 4).

⇒ Please insert Table 4 around here

4. Discussion

4.1. Economic viability

The importance of the role of family labour was shown on the economic viability by increasing NI in 20% in Model 2 against 17% in Model 1. Also NIC, NRC, NNC, and RRA. Lara-Covarrubias et al. (2003), Carranza-Trinidad et al. (2007), Gómez et al. (2007), and Malcolm et al. (2012) value family labour as a source of social capital. However, results show that hiring waged labour does not have a significant negative effect on the economic viability (Model 1), so that the strength of the social capital reported by the mentioned authors, was not observed in economic terms. Posadas-Domínguez et al. (2013b)

demonstrated not only the social importance of family labour within small-scale dairy systems, but also showed the important economic role by inferring that the opportunity cost for family labour is better within their farms than any waged job in central Mexico.

Staal et al. (2008), from a study in South Asia and East Africa noted the importance of family labour in the economic viability of small-scale dairy systems since this input generates a substitution mechanism of capital for labour. Ndambi et al. (2008) and Ndambi and Hemme (2009) undertaking work on small-scale dairy systems in Africa agree in the importance of family labour, reflected not only on job generation (social impact), but also in the economic and financial stability since the family provides their labour without receiving a constant income, which allows their systems to have a number of possibilities to sort out critical situations, as was demonstrated in Model 2.

Gómez et al. (2007) in Perú, Cabrera et al. (2010) in USA and Zhuo et al. (2013) in China reported that family labour has a direct impact on total production costs and increased incomes. In the study herein reported, family labour decreased TC and increased TI for the whole period 2010-2018. Also, it was demonstrated that family labour contributed significantly to an increase in NIC in farms with herds between four and nine milking cows; although in herds under four cows the NIC were negative.

Uddin et al. (2010) reported similar results in a study undertaken in three different small-scale dairy production systems (intensive, extensive and traditional) in Bangladesh, demonstrating that NIC decrease significantly if an opportunity cost for family labour is included for herds with 4, 14 and 22 cows, and are negative for herds of less than four cows.

Zvinorova et al. (2013) reported from work in Zimbabwe that analysed dairy farms are economically unviable since their costs of production are higher than the selling price of milk. In Model 3, where 100% of their feed inputs are bought-in, the simulated RSSDF was unviable. Zimmermann and Heckelei (2012) report a similar situation in a study of the dairy

industry in Europe, concluding that the volatility in prices of inputs and milk relates to higher uncertainty so that farms avoid new investments; therefore reducing agricultural growth and its economic viability.

Wiek and Heckelei (2007) coincide in that the home-grown production of forages reduces marginal costs of production and increases the economic profitability of dairy systems, as was demonstrated in Models 1, 2, and 4.

Bozic et al. (2012) analysed risk management by dairy farmers in the USA considering two scenarios: growing their feed needs in the farm or buying feed in the market. They reported that the self production of feed had an effect reducing 93% of the decline in income over feed costs compared to only 47% in the scenario that purchases feed. These results coincide with those reported for Model 3 that demonstrated that feeding costs are reduced in over 100% by producing feed in the farm rather than buying it. These results are in agreement with reports by Herbst et al. (2010) who demonstrated that small-scale dairy farms have an advantage by producing most of their feed inputs, being able to reduce their cost/benefit ration in relation to large scale herds that need to purchase most of their inputs, that had their cost/benefit ratios increased from increased production costs.

Bojnec and Latrueffe (2013) in Slovenia and Hendricks et al. (2012) in North America reported that the persistence of small-scale agricultural systems is linked to receiving support subsidies, which are negatively related to technical efficiency of farms but positively to their profitability. In the work herein reported, Model 4 showed that subsidies do not play an important role in the persistence of small-scale dairy systems, since subsidies represent only 3% of total incomes.

Jonnason et al. (2012) have reported from a simulation study in six developing countries that subsidies are the most effective way to increase total incomes and the profitability of agricultural systems. In that sense, Viaggi et al. (2013) in European family farms, and Franco

et al. (2012) studying extensive livestock production in Spain, demonstrated that subsidies are crucial for the sustainability of small-scale agricultural systems in economic and employment terms.

However, the work herein reported showed that subsidies have a low impact on the studied small-scale dairy systems in terms of economic and financial viability, and no impact on family or waged employment; signifying their economic weakness.

4.2. Financial viability

The good financial viability of the RSSDF in Models 1, 2, and 4 is because its NPV and RRA were higher than the discount rate (Richardson and Mapp, 1976; Gill et al., 2003; Richardson et al., 2007b). Model 3, on the contrary, had a high probability of financial failure and de-capitalisation due to its dependence on purchased inputs. Chapman et al. (2008) and Fariña et al. (2013) have similar results from dairy farms in Australia, demonstrating that dependence on concentrates increases financial risks by 8% compared to a system based on low concentrate inputs and high forage usage.

This study demonstrated that the RSSDF reduced its financial risk by 20% since the feeding of the herd is comprised by 95% of forages produced in the farm, and 5% by commercial compound concentrates (Models 1, 2, and 4). Therefore, the implementation of a policy focused and well aimed that promotes and sustains the in-farm production of inputs (forages) will decrease considerably the risk of abandonment of dairy farming in the medium and long term; and would place small-scale dairy systems in a better economic panorama.

With or without government support transferences, the RSSDF showed a favourable financial situation during the analysed planning horizon (Model 4). Somda et al. (2005) reported similar results for small-scale dairy systems Gambia, showing that the studied systems are

financially viable in spite of low subsidies. Also, Smith et al. (1999) conclude from a study of family farms in Mississippi in the USA that the financial viability is not related to the size of the farms, and that family farms may be as efficient as large commercial farms.

The financial model showed a low probability ($P < 25\%$) for de-capitalisation and of obtaining negative final (ending) cash during the planning horizon 2010-2018 for Models 1, 2, and 4; ensuring the constant cash flow for the purchase of inputs and the keeping of their main asset (the cows); as has been demonstrated by Posadas et al. (2013a) in the study area.

In terms of the cost/benefit ratio (C/B), Herbst et al. (2010) report between 63% and 75% cost to receipts for farms that grow most of their forage needs in the USA; and Ochoa et al. (1998) reported a C/B of 65% and 80% for small-scale dairy production systems in the State of Jalisco in Western Mexico, ratios that are similar to the C/B found in this work. These results show that the RSSDF is financially sound and profitable over the planning horizon 2010 – 2018.

5. Conclusions

The RSSDF was economically and financially viable, showing better results when no economic cost is applied to family labour (Model 2); although hiring labour did not show a significant effect on the economic and financial viability of the farm (Model 1).

However, in order for Model 1 to reach a financial viability of 93%, similar to Model 2, would require waged labour to generate an economic value of US\$ 1,849 during each year of the planning horizon 2010 – 2018. In regards to the four risk variables studied, the production of feed inputs in the farm had the highest degree of risk. Purchase and dependence on bought-in feed inputs makes the farm economically and financially unviable.

The withdrawal of subsidies did not have an important economic or financial effect (Model 4) since they do not comprise a significant proportion of total income, nor in value, nor in the proportion of incomes (only 3%).

Results show that small-scale dairy systems the size of the RSSDF have high probabilities to generate wealth as seen in the financial evaluation; which does bring social benefits as local employment and financial benefits as higher access to credit and the financing of assets.

Acknowledgments

Authors express our gratitude to the 22 small-scale dairy farmers of the Texcoco region and to Mr. Mario Aquilino Lira-Melo, President of the regional dairy farmers association (*Asociación Regional de Lecheros de Coatlinchan*), for participating in this work and sharing their knowledge and experience, as well as for enabling this study. This work was financed by the Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) through grant 2892/2010. Our gratitude also to the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) of Mexico for the grant for the doctoral studies of Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez.

References

- Agroprospecta, Red Mexicana de Investigación en Política Agropecuaria. 2009. Unidades representativas de producción, panorama económico 2007-2017. Resumen Ejecutivo RE 2009-01 febrero de 2009. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/INFORME%20FINAL%20URP.pdf>.
- Barham, E. H. B., Robinson, J. R. C., Richardson, J. W., Rister, M. E. 2011. Mitigating cotton revenue risk through irrigation, insurance, and hedging. *J. Agr. Appl. Econ.* 43, 539-540.

- Bojnec, S., Latruffe, L., 2013. Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia. *Land Use Policy* 32, 207–217.
- Bozic, M., and Newton, J., Thraen, C.S., Gould, B.W. 2012. Mean-reversion in income over feed cost margins: Evidence and implications for managing margin risk by US dairy producers. *J. Dairy Sci.* 95, 7417-7428.
- Cabrera, V.E., Solís, D., Del Corral, J., 2010. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *J. Dairy Sci.* 93, 387-393.
- CANILEC, Cámara Nacional de Industriales de la Leche. 2013. Información estadística sobre producción de leche. http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html.
- Carranza-Trinidad, R.G., Macedo-Barragán, R., Cámara-Córdoba, J., Sosa-Ramírez, J., Meraz-Jiménez, A.J., Valdivia-Flores, A.G., 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia-México.* 41, 701-709.
- Chapman, D.F., Kenny, S.N., Beca, D., Johnson, I.R. 2008. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 2. Inter-annual variation in forage supply, and business risk. *Agr. Syst.* 97, 126–138.
- Fariña, S.R., Alford, A., Garcia, S.C., Fulkerson, W.J. 2013. An integrated assessment of business risk for pasture-based dairy farm systems intensification. *Agr. Syst.* 115, 10-20.
- Franco, J, A., Gaspar, P., Mesias, F, J. 2013. Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. *Ecol. Econ.* 74, 120–129.
- Gill, C.R., Richardson, J.W., Outlaw, J.L., y Anderson D.P. 2003. An analysis of ethanol production in Texas using three ethanol facility sizes and their relative optimal subsidy levels. Paper presented in: Southern Agricultural Economics Association 35th Annual Meeting, Mobile, Alabama, 1-5 de febrero 2003.
- Gómez, C., Fernández, M., Salazar, I., Saldaña, I., Heredia I. 2007. Improvement of small dairy producers in the central coast of Peru. *Trop. Anim. Health Prod.* 39, 611–618.
- Halter, A.N., G.W. Dean. 1965. Use of simulation in evaluating management policies under uncertainty: application to a large scale ranch. *Am. J. Agr. Econ.* 47, 557-573.

- Hardaker, J.B., Richardson J.W., Lien, G., Schumann, K.D. 2004. ‘Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: A simplified approach.’ *Aust. J. Agr. Resour. Ec.* 48, 253–70.
- Harwood, J.L., Heifner, R., Perry, J., Coble, K., Somwaru, A. 1999. ‘Managing risk in farming: Concepts, research and analysis.’ Agricultural Economic Report No. 774. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture/Economic Research Service.
- Hendricks, N.P., Janzen, J.P., Dhuyvetter, K.C. 2012. Subsidy Incidence and Inertia in Farmland Rental Markets: Estimates from a Dynamic Panel. *J. Agr. Resour. Econ.* 37, 361–378.
- Herbst, B.K., Anderson, D.P., Outlaw, J.L., Richardson, J.W. 2010. Relative Profitability of Dairy Farms in a High Feed Cost Environment. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting Orlando, Florida, February 6 - 9, 2010.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2012. Registro de nombres geográficos. <http://www.Mapserver.inegi.org.mx/rnng/index.cfm>.
- Jonasson, E., Filipski, M., Brooks, J., Taylord J.E. 2012. Modeling the Welfare Implications of Agricultural Policies in Developing Countries. This paper is based on the findings in “Modeling the Distributional Implications of Agricultural Policies in Developing Countries”, OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No. 50 and “The Development Policy Evaluation Model (DEVPEM): Technical Documentation”, OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No 51. Both working papers: Paris, OECD Publishing[©]. 2011 OECD.
- Lara-Covarrubias, D., Mora-Flores, J.S., Martínez-Damián, M.A., García-Delgado, G., Omaña-Silvestre, J.M., Gallegos-Sánchez, J., 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia-México.* 37, 85-94.
- Lemiux, C.M., Richardson, J.W., Nixon, C.J. 1982. Federal crop insurance vs. ASCS disaster assistance for Texas high plains cotton producers: An application of whole-farm simulation. *W. J. Agr. Econ.* 141-154
- Lien, G. 2003. Assisting whole-farm decision-making through stochastic budgeting. *Agr. Syst.* 76, 399-413.

- Malcolm, B., Ho, C.K.M., Armstrong, D.P., Doyle, P.T., Tarrant, K.A., Heard, J.W., Leddin, C.M., Wales, W.J. 2012. Dairy directions: A decade of whole farm analysis of dairy systems. *Australasian Agribusiness Review* 20, 38-58.
- Miller, D. C., Salkind, N. J. 2002. *Hanbook of Research Desing and Social Measurement*. 6th edition. Sage Publications.
- Ndambi, O.A., Garcia, O., Balikowa, D., Kiconco, D., Hemme, T. Latacz-Lohmann, U. 2008. Milk production systems in Central Uganda: a farm economic analysis. *Trop. Anim. Health Prod.* 40, 269-279.
- Ndambi, O.A., Hemme, T. 2009. An Economic Comparison of typical dairy farming systems in South Africa, Morocco, Uganda and Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 979-994.
- Ochoa, R.F., Anderson, D.P., Outlaw, J.L., Richardson J.W., Knutson R.D., Schwart, R.B., Miller, J.W. 1998. Granjas lecheras representativas en México. *Panorama económico 1998*. Working Paper AFPC 98-10. November 1998. Department of Agricultural Economics. Texas Agricultural Experiment Station. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University, pp. 1-50.
- Odening, M., Wagner, C., Narayana, R., Huettel S. 2013. Measuring Dynamic Efficiency under Uncertainty: An Application to German Dairy Farms. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting, Washington, DC, August 4-6, 2013.
- Outlaw, J.L., Ribera, L.A., Richardson, J.W., Da Silva, J., Bryant, H., Klose, E. 2007. Economics of sugar-based ethanol production and related policy Issues. *J. Agr. Appl. Econ.* 39, 357-363.
- Posadas-Domínguez, R.R., Salinas-Martínez, J.A., Callejas-Juárez, N., Álvarez-Fuentes, G., Herrera-Haro, J., Arriaga-Jordán, C.M., Martínez-Castañeda, F.E. 2013a. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. Artículo en prensa en la *Revista Contaduría y Administración-México*. http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/userFiles/app/pp_11012013.pdf

- Posadas-Domínguez, R.R., Arriaga-Jordán, C.M., Callejas-Juárez, N Martínez-Castañeda, F.E. 2013b. Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: Panorama económico 2010-2019. En: Betariz A. Cavallotti V., Gustavo E. Rojo M., Benito Ramírez V., Alfredo Cesín V., Carlos F. Marcof A., (coordinadores). La Ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas. UACH. 217-228. ISBN 432.341-300-0.
- Reicher, R.K., Conner J.R., Heitschmidt, R.K. 1989. Economic consequences of alternative stocking rate adjustment tactics: a simulation approach. *J. Range. Manage.* 42,165-171.
- Reutlinger, S. 1970. "Techniques for project appraisal under uncertainty." World Bank Staff Occasional Papers (10), International Bank for Reconstruction and Development, The John Hopkins University Press.
- Richardson, J.W., Mapp, Jr. H.P. 1976. "Use of probabilistic cash flows in analyzing investments under conditions of risk and uncertainty." *So. J. Agr. Econ.* 8, 19-24.
- Richardson, J.W., Nixon, C.J. 1982. Producer's preference for a cotton farmer owned reserve: An application of simulation and stochastic dominance. *W. J. Agr. Econ.* 7, 123-132.
- Richardson, J.W., Klose, S.L., Gray, A.W. 2000. "An applied procedure for estimating and simulating multivariate empirical (MVE) probability distributions in farm-level risk assessment and policy analysis." *J. Agr. Appl. Econ.* 32, 299-315.
- Richardson, J.W., Schumann, K., Feldman, P. 2005. "Simetar: Simulation for Excel to Analyze Risk." Department of Agricultural Economics, Texas A&M University, College Station, Texas, January 2005.
- Richardson, J.W. 2007. "Simulation for Applied Risk Management with an Introduction to SIMETAR®." Department of Agricultural Economics,
- Richardson, J.W., Herbst, B.K., Outlaw, J.L., Gill, R.C. II. 2007a. Including risk in economic feasibility analysis: The case of ethanol production in Texas. *Journal of Agribusiness.* 25, 115-132.
- Richardson, J.W., Lemmer, W.J., Outlaw, J.L. 2007b. Bio-ethanol production from wheat in the winter rainfall region of South Africa: A quantitative risk analysis. *International Food and Agribusiness Management Review.* 10, 181-204.

- Sagarnaga, M., Ochoa, R., Salas, J., Anderson, D., Richardson, J., Kutson, R., 1999. Granjas porcinas representativas en México. Panorama economico 1995-2004. Estudio preliminar. Reporte de Investigación AFPC 99-16., Agricultural and Food Policy Center, Department of Agricultural Economics, Texas Agricultural Experiment Station Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University. January 1999, pp. 1-52.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca and Alimentación), AFPC (Agriculture and Food Policy Center) and FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). 2011. Escenario Base 2009-2018. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/EBespa%C3%B1ol300909.pdf>.
- SIAP, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2013. Base de datos estadísticos, resumen nacional y municipal pecuario En: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=373.
- Smith, E.G., Richardson, J.W., Knutson, R.D. 1999. Small and Family Farms: Challenges and Needs Alcorn State University, Alcorn, Mississippi. Agricultural and Food Policy Center Department of Agricultural Economics Texas Agricultural Experiment Station Texas Agricultural Extension Service Texas A&M University. AFPC Policy Issues Paper 99-1.
- Somda, J., Kamuanga, M., Tollens, E. 2005. Characteristics and economic viability of milk production in the smallholder farming systems in The Gambia. *Agr. Syst.* 85, 42–58.
- Staal, S.J., Pratt, A.N. Jabbar, M. 2008. Dairy development for the resource poor. Part-1: A comparison of dairy policies and development in south Asia and east Africa. PPLPI working paper no. 44-1. http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/wp44_1.pdf.
- Uddin, M.M., Sultana, M.N., Ndambi, O.A., Hemme, T. Peters, K. J. 2010. A farm economic analysis in different dairy production systems in Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 22, Article # 122. <http://www.lrrd.org/lrrd22/7/uddi22122.htm>.

- Vargas-Leitón, B., Cuevas-Abrego., M. 2009. Modelos estocásticos para estimación de valores económicos de rasgos productivos y funcionales en bovinos lecheros. *Agrociencia-México*. 43, 881-893.
- Viaggi, D., Raggi, M., Gómez, P.S. 2013. Modeling and interpreting the impact of policy and price scenarios on farm-household sustainability: Farming systems vs. result-driven clustering. *Environ. Modell. Softw.* 43, 96-108.
- Wieck, C., Heckelei, T. 2007. Determinants, Differentiation, and Development of Short-term Marginal Costs in Dairy production: An Empirical Analysis for Selected Regions of the EU. *Agr. Econ.* 36, 202-220.
- Williams, J.R., Pachta, M.J., Roozembo, K.L., Llewelyn, R.V., Bergtold, J.S., 2012. Risk Analysis of Tillage and Crop Rotation Alternatives with Winter Wheat. *J. Agr. Appl. Econ.* 44, 561-576.
- Zavala-Pineda, M, J., Salas-González, J. M., Leos-Rodríguez, J. A., Sagarnaga-Villegas, L. M. 2012. Construcción de unidades representativas de producción porcina y análisis de su viabilidad económica en el periodo 2009-2018. *Agrociencia-México*. 46, 731-743.
- Zhou, S., Huang, Y., Yao, C., Lu, R., Liu, X., 2013. Labor cost analysis for pome production in different cultivation modes in Hebei Province. *Asian Agricultural Research* 4, 36-40.
- Zimmermann, A, Heckelei, T. 2012. Structural Change of European Dairy Farms - A Cross-regional Analysis. *J. Agr. Econ.* 63, 576-603.
- Zvinorova, P.I., Halimani, T.E., Mano, R.T., Ngongoni, N.T., 2013. Viability of smallholder dairying in Wedza, Zimbabwe. *Trop. Anim. Health. Prod.* 4, 1007-1015.

Table 1

Projections for the base scenario 2010-2018 utilised in the analysis

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Main macroeconomic variables									
1	2.10	2.70	3.50	3.30	3.10	1.90	3.60	3.70	3.30
2	13.50	13.50	14.00	14.20	14.40	14.70	14.90	15.20	15.40
3	9.70	9.80	9.90	9.90	10.10	10.20	10.30	10.40	10.50
4	51.20	77.40	86.80	92.70	92.20	86.50	85.00	85.00	85.00
5	118.10	122.00	126.20	130.20	134.40	138.50	143.60	148.50	152.30
6	116.40	120.90	125.00	128.60	132.50	136.30	140.50	144.60	149.10
Main microeconomic variables									
7	5.80	5.10	3.80	3.50	3.70	4.10	4.20	4.00	5.40
8	0.27	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
9	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
10	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
11	0.31	0.33	0.38	0.42	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50
12	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
13	1.54	1.73	1.93	2.00	2.05	2.05	2.07	2.09	2.12
14	0.69	0.78	0.84	0.87	0.89	0.91	0.94	0.97	1.01
15	0.43	0.43	0.45	0.46	0.47	0.48	0.50	0.51	0.53

Projections obtained from the base scenario 2009-2018 (SAGARPA, 2011).

1). GDP, Growth domestic product (%); 2). Nominal exchange rate: MX\$/US\$; 3). Real exchange rate: MX\$/US\$; 4). Price of oil: US\$/Barrel; 5). National index of prices for farmers: 2007=100; 6). National index of prices for consumers: 2007=100; 7). CETES (Mexican Government bonds) interest at 28 days (%); 8). Yellow maize grain: US\$/kg; 9). Fresh alfalfa: US\$/kg; 10). Maize silage: US\$/kg; 11). Commercial compound concentrate for cows: US\$/kg; 12). Fresh oat forage: US\$/kg; 13). Regional price for sold calves: US\$/kg live-weight; 14). Regional price for culled cows US\$/kg live-weight; 15) Regional price per litre of milk, average of wholesale and retail sales: US\$/litre.

Table 2

Projection of the main economic indicators (thousand US\$)

Item	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Model 1									
AV ⁿ	61.84	64.33	66.55	68.43	70.32	72.13	74.07	76.09	78.22
TI ⁶	19.26	19.07	20.10	21.31	20.91	21.47	21.78	22.98	23.44
TC ⁴	10.32	10.60	11.09	11.42	11.76	11.89	12.36	12.72	12.93
NI ⁹	8.94	8.47	9.01	9.88	9.15	9.58	9.42	10.26	10.51
Model 2									
AV	61.84	64.33	66.55	68.43	70.32	72.13	74.07	76.09	78.22
TI	19.26	19.07	20.10	21.31	20.91	21.47	21.78	22.98	23.44
TC	8.81	9.04	9.42	9.68	9.96	10.02	10.43	10.73	10.88
NI	10.44	10.03	10.68	11.63	10.95	11.44	11.35	12.25	12.57
Model 3									
AV	7.94	8.49	8.98	9.07	9.12	9.04	9.02	9.02	9.07
TI	18.79	18.61	19.64	20.84	20.45	21.00	21.31	22.52	22.98
TC	15.80	16.26	17.38	18.64	19.94	20.48	21.90	23.41	24.47
NI	3.00	2.35	2.26	2.21	0.51	0.53	(0.59)	(0.89)	(1.49)
Model 4									
AV	61.84	64.33	66.55	68.43	70.32	72.13	74.07	76.09	78.22
TI	18.54	18.35	19.39	20.59	20.20	20.75	21.06	22.27	22.73
TC	10.32	10.60	11.13	11.49	11.84	11.98	12.48	12.84	13.07
NI	8.22	7.75	8.26	9.10	8.35	8.77	8.59	9.42	9.66

ⁿAsset value = livestock, land, buildings and machinery; ⁶Total income as by equation (1); ⁴Total costs as by equation (4); ⁹Net income as by equation (9).

Table 3

Results of Monte Carlo simulation for the RSSDF in central Mexico, 2010-2018

Items	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Final Reserves in Cash				
Mean (US\$)	22,524.06	31,394.47	(15,856.63)	18,588.59
Standard Deviation (US\$)	22,266.88	21,887.27	29,044.43	22,500.96
Coefficient of Variation (%)	98.86	69.72	-	121.05
Minimum (US\$)	(56,249.33)	(45,239.86)	(117,559.87)	(61,137.29)
Maximum (US\$)	76,075.31	84,709.32	54,417.49	72,310.77
Net Nominal Capital				
Mean (US\$)	92,377.76	101,248.17	(7,360.44)	88,442.29
Standard Deviation (US\$)	24,036.34	23,674.44	30,492.03	24,258.87
Coefficient of Variation (%)	26.02	23.38	-	27.43
Minimum (US\$)	9,209.98	20,219.45	(112,864.40)	4,322.01
Maximum (US\$)	149,978.44	158,612.46	66,270.12	146,213.91
Return Rate Over Assets				
Mean (%)	9.22	5.58	(102.31)	8.69
Standard Deviation (%)	10.89	10.13	353.30	11.30
Coefficient of Variation (%)	125.00	126.00	-	137.00
Minimum (%)	(17.50)	(17.26)	(1533.38)	(18.60)
Maximum (%)	32.58	31.46	197.66	32.20
Probabilities of Economic Events				
P (Final Cash Reserves < 0)	16.70%	10.60%	65.60%	20.40%
P (Net Nominal Capital < 0)	26.40%	17.50%	68.00%	30.90%
P (Return Rate Over Assets < 0)	19.30%	19.30%	38.70%	19.70%

Table 4

Financial viability and general economic situation, 2010-2018

Indicator	NPV (US\$)	RRR (%)	C/B (%)	P(FIC negative)[‡] (%)	P(Decap)[‡] (%)
Model 1					
Mean	16,860.71	9.22	84.50	2011 – 2018	2011 – 2018
Standard Deviation	17,022.41	3.05	33.80	23.30	25.20
Coefficient of Variation (%)	100.96	33.10	40.10		
Minimum	(50,300.30)	(5.22)	50.50		
Maximum	61,791.79	14.61	496.60		
P(NPV > 0)	84.90%	98.30%			
Model 2					
Mean	24,169.55	8.58	75.70	2011 – 2018	2011 – 2018
Standard Deviation	16,575.81	2.88	20.60	23.24	23.10
Coefficient of Variation (%)	68.58	33.55	27.30		
Minimum	(40,135.52)	(5.25)	47.80		
Maximum	68,818.05	13.74	275.70		
P(NPV > 0)	93.00%	98.30%			
Model 3					
Mean	7,786.25	(102.30)	54.60	2011 – 2018	2011 – 2018
Standard Deviation	23,472.70	130.59	424.70	57-85	58-77
Coefficient of Variation (%)	301.46	-	778.20		
Minimum	(77,473.63)	(644.80)	(1681.10)		
Maximum	68,611.69	55.03	6063.31		
P(NPV > 0)	64.60%	29.10%			
Model 4					
Mean	13,700.62	8.69	89.60	2011 – 2018	2011 – 2018
Standard Deviation	17,297.30	3.24	48.70	27-34	27-26
Coefficient of Variation (%)	126.25	37.24	54.40		
Minimum	(54,707.01)	(6.29)	51.70		
Maximum	58,836.53	14.35	761.07		
P(NPV > 0)	81.10%	97.50%			

[‡]De-capitalisation; [‡]Probability of obtaining negative final income in cash.

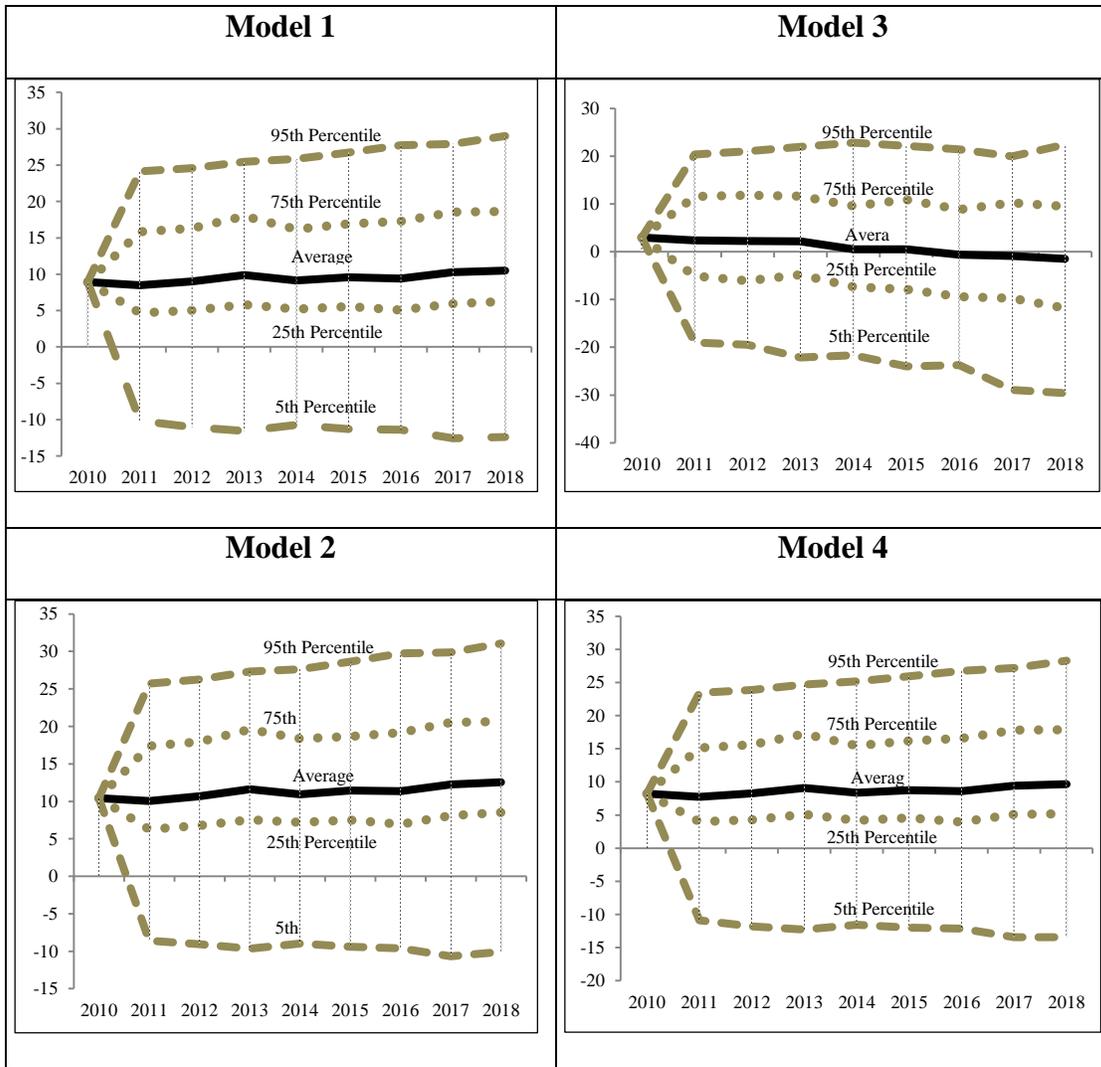


Figure 1. Net incomes in cash (thousand US\$).

CAPÍTULO 6

OTROS RESULTADOS

6.1 Análisis de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala

El estudio de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala se llevó a cabo en el periodo 2010-2013, en siete comunidades; San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad, ubicadas en el DDRT, situado al noreste del Estado de México y el noreste de la ciudad de México.

Los eslabones estudiados fueron: producción de insumos, sistemas de producción primarios, acopio, procesamiento y distribución. El trabajo de campo, se diseñó de acuerdo al eslabón estudiado, para la producción de insumos y leche se aplicó un muestreo estratificado mediante asignación de Neyman a 37 productores, la cédula de entrevista comprendió para la producción de insumos, superficie sembrada, rendimiento, costo de producción y manejo técnico. Para la producción de leche se consideró información de productividad, infraestructura, manejo técnico, comercialización, los gastos derivados para la producción de leche y los ingresos por su venta.

Para el análisis del eslabón de transformación, se entrevistaron a seis queserías del municipio de Texcoco seleccionadas por intención (Cochran, 1984). Se obtuvieron datos de; volumen de producción recolectado, manejo técnico, costos de producción, comercialización, precio de venta del producto y tipo de queso elaborado.

Para la caracterización del eslabón de distribución se aplicó una encuesta a 10 distribuidores en mercados, tianguis y cremerías del municipio de Nezahualcóyotl, principal destino de venta de las queserías analizadas y 15 distribuidores en mercados regionales.

6.2.1 Eslabón de transformación

Las seis queserías entrevistadas recolectan el volumen de leche requerido mediante dos vías, la primera, del centro de acopio ubicado en el poblado de Coatlinchan y la segunda, recolección directa a las unidades de producción, el precio pagado tanto al acopio como en la recolección fue de 5.50\$/litro de leche. La recolección se realiza en botes de plástico, hierro o acero inoxidable con una capacidad de 40 y 60 litros; para ello utilizan camionetas o automóviles que regularmente no están adaptados con las condiciones necesarias para la actividad. La recolección de leche se hace por las mañanas en horarios de 7:30 a 8:30 am y por las tardes de 6:30 a 7:30 pm, en las en las unidades de producción y en el centro de acopio de 8:30 a 9:30 am y de 7:30 a 8:30 pm.

El quesero lleva un registro con el nombre de los productores y cantidad de leche que le entregan. El pago de la leche a los productores generalmente se realiza los días sábados. Se observó que existen dos canales de comercialización: el de nivel cero o venta directa al consumidor por parte del productor, y el de un solo nivel, en el cual sólo existe un intermediario que es el quesero. El convenio que tiene el quesero con el productor en la compra de leche es sólo de palabra, ya que no se firma ningún documento, con esto último se establece que ambas partes pueden dar por terminado el convenio en cualquier momento.

La leche producida en las siete comunidades analizadas no presenta ningún problema de comercialización, ya que Texcoco, es un municipio peri-urbano con calles bien comunicadas y el recorrido de los queseros es corto y fácil de cubrir en un día. La distancia mínima para el acopio de leche fue de 2 km y la máxima de 8 km por día. Como la distancia de recolección es corta, el quesero no tiene ningún manejo de conservación durante el acopio de leche. Se observó en algunos casos que el quesero corta la leche en el centro de acopio para agilizar el proceso de transformación siempre que el recorrido sea corto.

6.3 Metodología para analizar la competitividad y márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria

El análisis de competitividad para cada eslabón de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala se determinó mediante la aplicación de la MAP. Los márgenes de comercialización se calcularon con el margen bruto de comercialización (MBC), la participación directa del productor (PDP) y el margen neto de comercialización (MNC). Esta metodología fue propuesta y utilizada por Iturrioz y Iglesias (2006), Espinosa et al. (2008), Martínez et al. (2013), entre otros. Se utilizaron las siguientes formulas:

$$MBC = \left[\frac{\left(\text{Precio de un producto pagado por el consumidor} \right) - \left(\text{Precio recibido por el productor en L} \right)}{\text{Precio de un producto pagado por el consumidor}} \right] * 100 \quad 68)$$

$$PDP = \left(\frac{\text{Precio al productor}}{\text{Precio al consumidor}} \right) * 100 \quad 69)$$

$$MNC = \left[\frac{\left(\text{Precio al productor de un insumo} \right) - \left(\text{Costos de producción del insumo} \right)}{\text{Precio al consumidor}} \right] * 1000 \quad 70)$$

6.4 Resultados

6.5 Análisis de competitividad para el eslabón de producción de insumos

La estructura de costos de producción por cultivo a precios privados, se constituyó principalmente, excepto por el cultivo de alfalfa, por el valor de los insumos comercializables, al tener una participación de 57, 75 y 85% para los cultivos de ensilado de maíz, avena y maíz respectivamente. Este alto costo se explica por el componente del principal insumo en la producción (semilla) y el costo de arrendamiento del tractor para

barbecho, rastra y surcado. Los factores internos integraron el segundo rubro de importancia en los costos totales, principalmente en los cultivos de alfalfa y ensilado de maíz, donde el componente de valor más alto fue el costo por ensilar con una participación de 32% y el riego con el 43% (Tabla 3).

El rubro con menos participación en costo, lo obtuvo los insumos indirectamente comercializables, erogando 0.6, 0.4, 0.5 y 0.7% del costo total para los cuatro cultivos analizados, este comportamiento refleja la limitada tecnología que utilizan los productores, pero también la forma tradicional de producción que les permite disminuir costos en los cuatro principales cultivos presentes en la zona de estudio (Tabla 13).

Tabla 13. Costos de producción por kilogramo de cultivo. Margen absoluto (\$/kg) y relativo (%)

Concepto	Ensilado de maíz		Alfalfa		Avena		Maíz	
	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)
Insumos comerciales	0.18	57.4	0.08	45.2	0.24	75.8	1.46	85.7
Semilla	0.03	9.7	0.04	20.1	0.10	31.5	0.24	14.1
Herbidas	0.01	1.8	0.01	0.6	0.01	1.7	0.05	2.8
Abono orgánico	0.04	12.9	0.01	5.1	0.04	12.6	0.32	19.0
Abono inorgánico	0.01	2.4	0.01	1.2	-	-	0.08	4.7
Gasolina	0.01	1.6	0.01	7.3	0.01	1.6	0.05	2.8
Tractor	0.09	29.0	0.02	10.9	0.09	28.4	0.72	42.3
Factores Internos	0.13	41.9	0.10	54.4	0.08	23.7	0.23	13.6
Mano de obra	0.03	9.7	0.02	10.9	0.08	23.7	0.23	13.6
Riego	-	-	0.08	43.5	-	-	-	-
Costos por ensilar	0.10	32.3	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
Insumos no comerciales	0.01	0.6	0.00	0.4	0.00	0.5	0.01	0.7
Dep de vehículo	0.01	0.6	0.00	0.4	0.00	0.5	0.01	0.7
Costo por kilogramo	0.31		0.18		0.32		1.70	
^F Costo de oportunidad	0.41		0.41		0.4		2.5	
Ahorro para el productor	0.10		0.23		0.08		0.80	

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

^FSe tomó como costo de oportunidad, el costo por kilogramo de alimento en el mercado, la diferencia entre el costo de producir y comprar representa el ahorro para el productor.

6.5.1 Coeficiente de rentabilidad privada

El CRP permitió calcular el costo total, el ingreso neto y las ganancias para el eslabón de producción de insumos. El análisis de los resultados indicó que la producción de cultivos para la alimentación del ganado lechero en el municipio de Texcoco es rentable, comparada con la compra de insumos en el mercado al presentar un beneficio por cada peso invertido de 32, 123, 26 y 46%, en la producción de ensilado de maíz, alfalfa, avena y maíz respectivamente. Este comportamiento indicó que los productores lecheros de pequeña escala del municipio de Texcoco usan eficientemente sus recursos económicos por destinarlos a la actividad con el mayor costo de oportunidad (Tabla 14).

El ingreso que recibió el productor está integrado por el consumo intermedio y el valor agregado. El primero valora la derrama económica de la actividad agrícola hacia los sectores secundario y terciario a través del pago de insumos comerciables e indirectamente comerciables. El segundo representa la contribución de la actividad pecuaria al ingreso del propio sector y está compuesto por el pago a los factores de la producción más la remuneración al trabajo del productor y la ganancia (Hernández-Martínez et al., 2008; Rebollar-Rebollar et al., 2011; Posadas-Domínguez et al., 2104).

6.5.2 Consumo intermedio en el ingreso total

Este indicador se ubicó entre 20 y 60%, lo cual muestra que la mayor parte del beneficio económico generado por la producción de insumos se queda en las unidades de producción para agregar valor a la producción de leche y solo un bajo porcentaje se va hacia otros sectores de la economía, por concepto de adquisición de insumos comerciables, principalmente semilla y arrendamiento de tractor. El comportamiento del PCIP refleja el rol central que juega la producción de insumos en la eficiencia económica de los sistemas lecheros de pequeña escala del municipio de Texcoco (Tabla 14).

6.5.3 Valor agregado en el ingreso total

El VPAP se ubicó entre 39 y 79% con respecto al ingreso total, lo cual indicó una alta participación del eslabón de producción de insumos en el empleo regional, tanto para los miembros de la familia como de la región (Tabla 14).

6.5.4 Valor agregado a precios privados

Este indicador valoriza la retribución de los factores internos, incluido el pago del trabajo del productor. El cultivo de maíz y alfalfa presentaron un ahorro para el productor una vez que se liquidó el costo de los insumos comercializables y no comercializables de 1.03 y 0.33\$/kg, por el hecho de producir los insumos en lugar de comprarlos. Este ahorro se destina principalmente para el pago de mano de obra y la generación de valor a la producción de leche, cantidad que fue menor con respecto a los cultivos de ensilado de maíz y avena, representando un ahorro para el productor de 0.23 y 0.16\$/kg con respecto al precio de los insumos en el mercado (Tabla 14). Los resultados demuestran que la producción de insumos es rentable con respecto a su compra, los cuatro cultivos presentaron un ahorro para el productor que le significa una ventaja comparativa en la producción de leche y esta se refleja en una mayor competitividad del sistema.

6.5.5 Relación de costo privado

La competitividad de un sistema productivo empleando la MAP, se estima con la relación del costo privado, la cual expresa la rentabilidad evaluada a precios privados y mide la capacidad del sistema de producción para pagar los recursos domésticos (mano de obra, tierra y capital) incluyendo un retorno al capital que representa la utilidad (Monke y Pearson, 1989; Barrón-Aguilar et al., 2000).

Los cuatro cultivos analizados presentaron una RCP favorable, sus valores fueron mayores a cero, pero menores a uno; lo cual indicó que el eslabón de producción de insumos es eficiente y competitivo a precios privados, dado que después de remunerar los factores de la

producción, tanto propios como contratados, la RCP representó 57, 31, 47 y 23% del valor agregado y 43, 69, 53 y 77% de ahorro para el productor por kilogramo de ensilado de maíz, alfalfa, avena y maíz (Tabla 14). La competitividad del eslabón de producción se puede explicar, entre otros factores, por el aprovechamiento de abono orgánico y empleo de MOF en el proceso de producción que ayuda a disminuir considerablemente los costos de producción por cultivo.

Tabla 14. Coeficientes de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de producción de insumos

Concepto	Ensilado			
	de maíz	Alfalfa	Avena	Maíz
Coeficiente de rentabilidad privada (%/peso invertido)	32.28	123.05	26.14	46.78
Relación del costo privado	0.57	0.31	0.47	0.23
Valor agregado a precios privados (\$)	0.23	0.33	0.16	1.03
Consumo intermedio en el ingreso total (%)	43.89	20.44	60.53	58.85
Valor agregado en el ingreso total (%)	56.11	79.56	39.48	41.15

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.6 Análisis de competitividad para el eslabón de producción de leche

La estructura de costos de producción por litro de leche a precios privados, se constituyó principalmente por el valor de los insumos comercializables, al tener una participación total de 61, 61 y 66% en las tres escalas de estratos analizados. Este alto costo se explica por el componente del principal insumo en la producción (alimentación). Los factores internos integraron el segundo rubro con el mayor costo, al participar con el 29, 32 y 33%, el principal componente de valor en este rubro lo ocupó la mano de obra con el 27, 17 y 13%. El rubro con menos participación en costo, lo obtuvo los insumos indirectamente comercializables, erogando 7, 6 y 0.5% del costo total de producción para un litro de leche, este comportamiento refleja la ventaja del estrato III, para disminuir costos al presentar la mayor escala de vacas en línea de producción (Tabla 15).

Tabla 15. Costos de producción por litro de leche. Margen absoluto (\$/L) y relativo (%)

Concepto	Estrato I		Estrato II		Estrato III	
	(\$/L)	(%)	(\$/L)	(%)	(\$/L)	(%)
Insumos comerciables		60.65		60.79		66.54
Alimentación	2.70	58.13	2.20	57.62	2.14	62.43
Medicamentos	0.07	1.51	0.04	1.05	0.06	1.75
Combustibles	0.08	1.72	0.04	1.05	0.03	0.88
Materiales diversos	0.02	0.43	0.01	0.03	0.01	0.03
Servicio reproductivo	0.04	0.86	0.04	1.05	0.05	1.46
Factores Internos		29.49		32.48		32.88
Mano de obra familiar	1.25	26.91	0.63	16.50	0.42	12.25
Mano de obra contratada	0.04	0.86	0.57	14.93	0.65	18.96
Electricidad	0.04	0.86	0.02	0.52	0.04	1.17
Cuota de agua	0.04	0.86	0.02	0.52	0.02	0.50
Insumos indirectamente comerciables		7.86		6.73		0.58
Dep de productoras	0.27	5.81	0.22	5.76	0.01	0.29
Dep de bodega	0.03	0.65	0.01	0.26	0.01	0.29
Dep comederos	0.01	0.22	0.01	0.13	0.01	0.01
Dep de bebederos	0.01	0.11	0.01	0.05	0.01	0.01
Dep de construcciones	0.05	1.08	0.02	0.52	0.01	0.01
Costo por litro	4.65		3.82		3.43	
‡Ingreso por litro	5.60		5.90		5.25	
Ganancia	0.95		2.08		1.82	

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

‡El ingreso por litro de leche consideró el precio promedio de venta al menudeo y mayoreo.

6.6.1 Coeficiente de rentabilidad privada

El análisis del CRP indicó que los tres estratos analizados son rentables, al presentar un coeficiente de rentabilidad por cada peso invertido de 20.56, 54.33 y 53.15 (Tabla 16).

6.6.2 Derrama económica de la actividad lechera hacia el resto de los sectores económicos

La derrama económica de la actividad lechera de pequeña escala hacia el resto de los sectores de la economía, se midió a través del indicador PCIP. Este indicador se ubicó entre 43 y 58%

(Tabla 16), lo que señala que en promedio 48% de los ingresos generados por la actividad se distribuyeron hacia el resto de los sectores económicos (secundario y terciario) que guardan una relación directa o indirecta con la producción lechera. El promedio del PCIP refleja el alto porcentaje generado por las unidades de producción lecheras de pequeña escala en independencia de insumos externos estrato I, (95%), estrato II (70) y estrato III (48%), lo cual es indicador de fortaleza del sistema y de economías que pueden alcanzar mayor grado de competitividad y rentabilidad sectorial, dado que su sistema productivo genera en promedio 70% de los insumos alimentarios que utilizan (rubro que eroga el mayor costo de producción 60-70%), esta fortaleza genera un amortiguamiento al cambio inmediato en el precio de los insumos para la producción, en comparación con su compra.

6.6.3 Contribución a la economía sectorial y regional

La contribución a la economía sectorial y regional se midió con el índice generado por el PVAP, el cual varió de 41 a 56% con respecto al ingreso total, este comportamiento indicó la capacidad de la actividad para retribuir el pago de los factores de la producción y generar un beneficio para el productor (Tabla 16). El comportamiento del PVAP, se ubicó en un promedio de 51%, este alto porcentaje refleja el efecto del sistema de producción hacia la contribución sectorial y regional, basado en el aporte que genera la actividad en crear fuentes de empleo para los miembros de la familia (niños, adultos de la tercera edad y amas de casa) y de la comunidad en los tres estratos analizados.

6.6.4 Valor agregado a precios privados

Este indicador valoriza la retribución de los factores internos, incluido el pago del trabajo del productor. Los resultados en los tres estratos analizados muestran que los productores obtuvieron un beneficio en el ingreso total, después de haber cubierto el costo de los insumos comerciables y no comerciables, expresado en términos monetarios por la venta de un litro de leche. La diferencia de valores obtenidos entre estratos se puede deber a las estrategias de comercialización de los productores, donde el Estrato II destinan el mayor porcentaje de leche al menudeo (48%) por solo 35% del Estrato I, y 18% del Estrato III (Tabla 16).

6.6.5 Relación de costo privado

La RCP representó 59, 37 y 38% del valor agregado y 41, 63 y 62% de las ganancias por litro de leche, por tanto, los tres estratos fueron rentables y competitivos a precios privados toda vez que cubrieron los costos de producción y el productor obtuvo ganancias (Tabla 16).

Tabla 16. Coeficientes de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de producción de leche

Concepto	Estrato 1	Estrato II	Estrato III
Coefficiente de rentabilidad privada (%/peso invertido)	20.56	54.53	53.15
Relación del costo privado	0.59	0.37	0.38
Valor agregado a precios privados (\$)	2.33	3.32	2.94
Consumo intermedio en el ingreso total (%)	58.48	43.69	43.83
Valor agregado en el ingreso total (%)	41.52	56.31	56.17

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.7 Análisis de competitividad para el eslabón de transformación

La estructura de costos de producción por kilogramo de queso panela y ranchero a precios privados, se constituyó principalmente por el valor de los insumos comercializables, al tener una participación total de 85 y 93%. Este alto costo se explica por el componente del principal insumo en la producción (leche) con una participación de 80% en la elaboración del queso panela y 87% en el queso ranchero. Los factores internos integraron el segundo rubro con el mayor costo, al participar con el 14 y 6%, el principal componente de valor en este rubro lo ocupó la MOF, seguido por la mano de obra contratada. El rubro con menos participación en costo, lo obtuvo los insumos indirectamente comercializables, erogando 0.30 y 0.14% del costo total, este comportamiento refleja la limitada tecnología que utilizan las queserías regionales en el proceso de producción (Tabla 17).

Tabla 17. Costos de producción por kilogramo de queso panela y ranchero. Margen absoluto (\$/kg) y relativo (%)

Concepto	Queso panela		Queso ranchero	
	(\$/kg)	(%)	(\$/kg)	(%)
Insumos comerciables				
Leche	36.67	80.35	44.00	87.53
Cuajo	0.05	0.12	0.06	0.13
Conservador	0.03	0.07	0.04	0.08
Calcio	0.09	0.21	0.11	0.23
Sal	0.16	0.36	0.20	0.39
Bolsas	0.08	0.16	0.10	0.20
Hielo	0.00	0.00	0.57	1.14
Combustible	1.64	3.60	1.64	3.27
Materiales diversos	0.13	0.29	0.05	0.10
Cajas de plástico (taras)	0.02	0.04	0.01	0.02
Botes plástico	0.01	0.03	0.01	0.01
Cubetas	0.01	0.01	0.01	0.01
Agitados	0.01	0.02	0.01	0.01
Colocadores	0.01	0.02	0.01	0.01
Mandiles	0.04	0.08	0.02	0.04
Cuchillos	0.04	0.09	0.00	0.00
Subtotal insumos comerciables	38.86	85.15	46.77	93.05
Factores Internos				
Mano de obra familiar	5.00	10.96	2.57	5.12
Mano de obra contratada	1.62	3.55	0.83	1.66
Cuota de agua	0.02	0.04	0.02	0.04
Subtotal factores internos	6.64	14.55	3.42	6.81
Insumos no comerciables				
Dep de mesa	0.01	0.01	0.01	0.01
Dep de vehículo 1	0.01	0.03	0.01	0.01
Dep de vehículo 2	0.12	0.27	0.06	0.13
Subtotal insumos no comerciables	0.14	0.30	0.07	0.14
Costo total de producción	45.63		50.27	
Ingreso por kilogramo	52.00		60.00	
Ganancia	6.37		9.73	

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.7.1 Coeficiente de rentabilidad privada

El CRP permitió calcular el costo total, el ingreso neto y las ganancias para el eslabón de transformación. El análisis de los resultados indicó que las queserías regionales del municipio de Texcoco son rentables, al presentar un beneficio por cada peso invertido de 13 y 19%, en la producción de queso panela y ranchero respectivamente (Tabla 18).

6.7.2 Consumo intermedio en el ingreso total

Este indicador se ubicó entre 74 y 78%, lo cual indicó que la mayor parte del ingreso generado por el eslabón de transformación no se queda en este sector productivo, sino que se va hacia otros sectores de la economía, por concepto de adquisición de insumos comerciables para la elaboración del queso, principalmente la leche que ostenta más del 80% del costo de producción para un kilogramo de queso panela y ranchero. La alta dependencia del eslabón de transformación hacia el sector productor de leche confirma la importancia y el rol central que juegan los sistemas de producción lecheros de pequeña escala en la cadena agroalimentaria productora de leche del municipio de Texcoco (Tabla 18).

6.7.3 Valor agregado en el ingreso total

El PVAP se ubicó entre 22 y 26% con respecto al ingreso total, lo cual mostró la participación del eslabón de transformación en el empleo regional, tanto para los miembros de la familia como de la región, y la ganancia del productor, entre mayor sea el porcentaje del PVAP mayor será su aportación a la reactivación económica regional (Tabla 18).

6.7.4 Valor agregado a precios privados

La elaboración del queso panela presentó un beneficio de 13.01 \$/kg puesto en el mercado, una vez que se liquidó el costo de los insumos comercializables y no comercializables. Este beneficio se destina para el pago de mano de obra y la ganancia de la quesería, cantidad que fue menor con respecto a la obtenida en la elaboración del queso ranchero (13.16 \$/kg). Dicha

diferencia de valor se debe principalmente al precio de venta del queso ranchero el cual tienen una margen de ganancia de 9.73\$/kg por solo 6.4\$/kg del queso panela (Tabla 18).

6.7.5 Relación de costo privado

La elaboración de queso panela y ranchero presentó una RCP favorable, sus valores fueron mayores a cero, pero menores a uno; lo cual indicó que el eslabón de transformación es eficiente y competitivo, dado que después de remunerar los factores de la producción, tanto propios como contratados, la RCP representó 51 y 26% del valor agregado y 49 y 74% de las ganancias por kilogramo de queso panela y ranchero (Tabla 18). Esto indica que la producción de queso ranchero presenta una mayor competitividad a precios privados que la producción de queso panela, lo cual está explicado principalmente por el diferencial de precios puesto en el mercado.

Tabla 18. Coeficientes de protección de rentabilidad efectiva para el eslabón de transformación

Concepto	Queso panela	Queso ranchero
Coefficiente de rentabilidad privada (%/peso invertido)	13.96	19.37
Relación del costo privado	0.51	0.26
Valor agregado a precios privados (\$)	13.01	13.16
Consumo intermedio en el ingreso total (%)	74.98	78.07
Valor agregado en el ingreso total (%)	25.01	21.93

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.8 Márgenes de comercialización para la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala

6.8.1 Resultados

Los márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala del municipio de Texcoco se presentan en la Tabla 19. El MBC para el queso panela y ranchero fue de 38 y 45%, esto indica que por cada peso pagado por el consumidor, 38 y 45 centavos se quedan en la intermediación. La diferencia en el MBC del queso panela y ranchero puede deberse, entre otros factores, a los costos de comercialización de las queserías y detallistas, así como al precio de su venta al consumidor final, el cual se ubicó con una diferencia de \$20 pesos por kilogramo entre el queso ranchero y panela.

La PDP fue de 61 y 55%, lo cual demostró que por cada peso pagado por el consumidor en la compra de un kilogramo de queso panela y ranchero 61 y 55 centavos se quedaron con el productor (Tabla 19). Aunque, el MBC y la PDP muestran la participación de los productores e intermediarios en el precio final pagado por el consumidor, la principal limitante de estos indicadores es que no toman en cuenta los costos operativos en los que incurre cada eslabón de la cadena, por lo cual para obtener un panorama claro de los beneficios reales que obtiene cada eslabón en el proceso de producción, comercialización y distribución se estimó el MNC.

La determinación del MNC mostró que la participación real del sistema lechero de pequeña escala en la venta de un kilogramo de queso panela fue de cuatro, 13 y 17 centavos para los productores del Estrato I, II y III respectivamente, distante de los 61 centavos que estima la PDP. En la producción de queso ranchero se observó la misma tendencia con beneficios netos de cuatro, 11 y 15 centavos en los tres estratos analizados (Tabla 19).

La participación del eslabón de producción en la generación de valor de un litro de leche, se estimó en dos pasos; el primero fue determinar el MNC para los cultivos; el segundo distribuir el MNC de acuerdo a la proporción de insumos producidos y comprados. El estrato I produce el 95% de sus insumos, el Estrato II, el 70% y el Estrato III el 48%. En este sentido, el MNC indicó que por cada peso de beneficio que obtienen los productores del Estrato I, II y III, cinco, cuatro y dos centavos corresponden al valor agregado que la producción de insumos genera en la producción de un litro de leche.

El MBC para el eslabón de transformación fue de 25 y 20% en el queso panela y ranchero respectivamente, sin embargo al estimar el MNC, la participación real de las queserías disminuyó de 25 a 10% en el queso panela y de 20 a 12% en el queso ranchero, es decir, 10 y 12 centavos es la ganancia neta de las queserías una vez descontados sus costos operativos (Tabla 19).

El eslabón de distribución tiene un comportamiento similar al de transformación, no obstante, la menor reducción de MNC observada en este eslabón se puede explicar por la mínima inversión que tiene en la distribución del producto al consumidor final a diferencia del eslabón de producción de leche y transformación, los cuales invierte en costos de producción, asumiendo con ello, mayor riesgo económico y financiero en la cadena completa y menores beneficios con respecto al dinero en juego (Tabla 19).

En el margen de ganancia neto por eslabón para un kilogramo de queso panela se observa que la agroindustria se apropia de un 42.93%, le sigue el eslabón de distribución con 41.10%, y al final el productor primario con el 15.97%. El mayor margen de ganancia para el queso ranchero lo obtuvo el eslabón de distribución con el 57.56%, le sigue la agroindustria con 32.96% y al final el productor con 9.48%. El margen de ganancia neto para el productor se estimó para los tres estratos analizados, los márgenes anteriores corresponde a productores

del Estrato I, considerando el costo de oportunidad de la MOF y el precio de venta al mayoreo.

El margen neto de ganancia para un kilogramo de queso panela y ranchero considerando las condiciones de los productores del Estrato II y III lo obtuvo el eslabón de producción de leche con el 39.09 y 31.99%, seguido por el eslabón de la agroindustria con 31.11% y finalmente el eslabón de distribución con 29.79% para el margen neto del queso panela, en tanto, que para el queso ranchero, el eslabón de distribución se apropió del 43.25% y la agroindustria del 24.76% restante (Tabla 19).

Es evidente que los resultados en el análisis de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala encontrados en este trabajo difieren claramente de lo reportado en la literatura nacional. Cuevas et al. (2007) analizaron la cadena de valor de leche en el estado de Hidalgo, México reportando que el mayor margen de valor lo obtiene el eslabón de la agroindustria con el 66.9%, le sigue el eslabón de distribución con 22.6% y finalmente el productor primario con solo el 10.3%. Estos resultados se encuentran en el rango encontrado para los productores del Estrato I, pero no para los productores de los Estratos II y III, donde el mayor margen de comercialización para un kilogramo de queso panela y ranchero lo obtuvo el eslabón de producción de leche.

El comportamiento de los Estratos II y III, se puede explicar entre otros factores, a la eficiencia económica en el proceso de producción, ya que los productores del Estrato II obtienen un beneficio neto por cada litro de leche al mayoreo de 1.18 pesos, los productores del Estrato III de 1.57\$/L comparado con solo 0.35\$/L que obtienen los productores del Estrato I. Así mismo, la ventaja comparativa en la producción de insumos que tienen los tres estratos analizados juega un papel importante en la reducción de costos de producción y aumento de ganancia real por litro de leche como lo demostró Posadas-Domínguez et al. (2013a y 2014) en la zona de estudio.

En el análisis de este trabajo se observa que el producir los insumos genera un valor agregado para los productores de los Estratos I, II y III de cinco, cuatro y dos centavos por cada peso que reciben de la venta de un litro de leche al mayoreo factor que determinó directamente la participación real de los productores en los márgenes de comercialización de queso panela y ranchero. No obstante, la competitividad que le confiere la producción de insumos al sistema lechero de pequeña escala se verá seriamente comprometida si en un futuro se dejan de producir los insumos para la alimentación del ganado lechero (Posadas-Domínguez et al., 2013b).

Tabla 19. Márgenes de comercialización de la cadena agroalimentaria productora de leche de pequeña escala

Concepto	MB (%)	PDP (%)	MNC (%)
Eslabón de producción			
Maíz para silo			2.00
Alfalfa			4.60
Avena			1.60
Maíz			16.00
Eslabón productor de leche			
Panela	38.95	61.05	
Ranchero	45.00	55.00	
Productores Est I			
Panela			3.88
Ranchero			3.50
Productores Est II			
Panela			13.10
Ranchero			11.82
Productores Est III			
Panela			17.45
Ranchero			15.72
Eslabón de transformación			
Panela	25.61		10.44
Ranchero	20.00		12.17
Eslabón de distribución			
Panela	13.33		10.00
Ranchero	25.00		21.25

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.8.2 Conclusiones

Los resultados muestran que los eslabones de producción de insumos, producción de leche, transformación y distribución son rentables y presentan ventaja comparativa, su rentabilidad y competitividad privada fue positiva cuando se consideró el costo de todos los factores de producción. Los márgenes de comercialización encontrados demuestran que la actividad del sistema lechero de pequeña escala, la agroindustria, y distribuidores es redituable. La estratificación de productores demostró mayor eficiencia para analizar la competitividad y márgenes netos de comercialización. La producción de insumos es una variable fundamental que está asociada directamente con la competitividad y el margen de ganancia real del eslabón de producción de leche. La generación de valor en el eslabón de transformación y distribución, no necesariamente resulta en un mayor beneficio económico, cuando se considera el total de los costos de producción a los que se enfrenta cada uno de ellos. Es importante considerar en el análisis de rentabilidad y competitividad privada del eslabón de producción de leche, la generación de valor que aporta la producción de insumos, ya que al no tomarla en cuenta se sobre o subestima la ganancia neta por litro de leche y la participación real del sistema lechero de pequeña escala en los márgenes netos de comercialización.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES GENERALES

1. La rentabilidad del sistema lechero de pequeña escala en las tres escalas de productores analizados fue positiva, considerando el escenario real en el que operan los productores de la región estudiada así como el costo de oportunidad de los factores de la producción.
2. La competitividad del sistema lechero de pequeña escala en las tres escalas de productores analizados fue positiva cuando se consideró el costo de todos los factores internos de la producción, sin embargo, se demostró que los productores del Estrato I, mejoraran su competitividad privada cuando optimizan eficientemente el costo económico de los factores internos, dado que hay un uso intensivo de mano de obra familiar que genera un alto valor agregado en la región. Los productores del Estrato II, aprovechan la venta de leche al menudeo como una estrategia de comercialización para aumentar su competitividad al generar un sobreprecio de dos pesos por litro de leche puesto en el mercado. Finalmente los productores del estrato III, se benefician de una mayor eficiencia técnica en la producción de leche por vaca y la escala de producción para disminuir costos y aumentar su competitividad privada.
3. El uso de metodologías estocásticas mediante simulación Monte Carlo es una herramienta útil para el análisis prospectivo del sistema lechero de pequeña escala, considerando el análisis de diversos escenarios de riesgo. En este estudio se demostró que el escenario base, el cual considera la producción de insumos para la alimentación del ganado y el empleo mano de obra familiar genera el escenario con la mayor viabilidad económica y financiera, comparado con la contratación de mano de obra, producción de insumos y retiro de los subsidios. La contratación de mano de obra y el retiro de los subsidios no presentaron un efecto significativo en la viabilidad económica y financiera durante el horizonte de planeación analizado. De las cuatro variables analizadas, la producción de insumos fue la de mayor grado de riesgo, su compra y

dependencia hace inviable económica y financieramente a los productores de la URP8 en el largo plazo.

4. Los resultados muestran que los eslabones de producción de insumos, producción de leche, transformación y distribución son rentables y presentan ventaja comparativa, su rentabilidad y competitividad privada fue positiva cuando se consideró el costo de todos los factores de producción. Los márgenes de comercialización encontrados demuestran que la actividad del sistema lechero de pequeña escala, la agroindustria, y distribuidores es redituable. La producción de insumos es una variable fundamental que está asociada directamente con la competitividad y el margen de ganancia real del eslabón de producción de leche.

LITERATURA CITADA

- Abarzúa, I.N. 2005. Capital humano: Su definición y alcances en el desarrollo local y regional. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 13 (35). En: <http://epaa.asu.edu/epaa/v13n35.7>.
- Abdel, M.G., y Romo, M.D. 2004. Sobre el concepto de competitividad. Documentos de Trabajo en Estudios de Competitividad 04-01. Centro de Estudios de Competitividad Ciudad de México. <http://cec.itam.mx>.
- Aditto, S. 2011. Risk analysis of smallholder farmers in central and north-east Thailand. Tesis de Doctorado en Economía Agrícola. Lincoln University.
- Almaraz, L. E. 2010. Cuestiones notables de ordenación estocástica en optimización financiera. Tesis de Doctorado en Métodos Estadístico Matemáticos y Computacionales. Universidad Complutense de Madrid Facultad de Ciencias Matemáticas, Departamento de Estadística e Investigación Operativa para el Tratamiento de la Información.
- Altenburg, T., Wolfgang, H., and & Jörg, M.S. 1998. "Building Systemic Competitiveness. Concept and Case Studies from Mexico, Brazil, Paraguay, Korea and Thailand". En: Reports and Working Papers of the German Development Institute, No 3 Berlin.
- Cal, G.J., y Udías, M.J.M. 2010. Aplicación de Simulaciones Monte Carlo para el análisis de información CT y su uso en PET y Dosimetría. Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Universidad Complutense de Madrid Facultad de Ciencias Físicas Dpto. de Física Atómica, Molecular y Nuclear.
- Cervantes, E.F, y Cesín, V.A. 2007. La pequeña lechería rural o urbana en México y su papel en el amortiguamiento de la pobreza. Unell. Cien. Tec, 25: 72-85.

- Cochran, W.G. 1984. Técnicas de muestreo. Ed. CECSA, México, DF. 153 p.
- Cuevas, R.V., Espinosa, G.J.A., Flores, M.A.B., Romero, S.F., Vélez, I.A., Jolalpa, B.J.L., Vázquez, G.R. 2007. Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. Técnica Pecuaria de México, 45: 25-40.
- Danielle, M.B. 2008. Economic feasibility of ethanol production from sweet sorghum juice in Texas. Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Texas A&M University.
- Duffy, P.A., Richardson, J.W., Smith, E.G. 1986. Effects of alternative farm programs and levels of price variability on Texas cotton farms. Southern Journal of Agricultural Economics. 97-106.
- Espinosa, O.V.E., Rivera H.G., García H.L.A. 2008. Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (estudio de caso). Revista Veterinaria México, 39: 1-16.
- Fideicomiso del Riesgo Compartido (FIRCO). 2008. Estrategias para aumentar la competitividad de la cadena productiva de leche en México. 89 p.
- García, H, L, A., Aguilar V. A., Luévano G. A., y Cabral M. A. 2005. La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. Plaza y Valdés editores, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México. 278 p.
- Giner, R.G. 1997. Aplicación del método de Monte Carlo en la simulación numérica de respuestas impulsivas en salas. Validación y determinación del error de la técnica del trazado de rayos. Tesis de Doctorado. Universidad de la Laguna.
- González-Estrada, A., Orrantia-Bustos, M.A. 2006. Los subsidios agrícolas de México. Agricultura Técnica en México, 32: 323-331.

- Grové, B. 2007. Stochastic efficiency optimisation analysis of alternative agricultural water use strategies in vaalharts over the long- and short-run. Tesis de Doctorado. Faculty of Natural and Agricultural Sciences Department of Agricultural Economics University of the Free State Bloemfontein.
- Hardaker, J.B., y Lien, G. 2010. Probabilities for decision analysis in agriculture and rural resource economics: The need for a paradigm change. *Agricultural Systems*, 103: 345-350.
- Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne, J.R. Anderson, y G. Lien. 2004a. "Coping With Risk in Agriculture." CABI Publishing, CAB International, Oxford, UK.
- Hardaker, J.B., Richardson J.W., Lien, G., y Schumann, K.D. 2004b. 'Stochastic efficiency analysis with risk aversion bounds: A simplified approach.' *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 48: 253-70.
- Herbst, B.K., Anderson, D.P., Outlaw, J.L., Richardson, J.W. 2011. The Effectiveness of Dairy Risk Management at Managing Income, Revenue, and Margin Risk. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting Corpus Christi, Texas, February 5 - 8, 2011.
- Hernández-Martínez. J., García-Mata. R., Valdivia-Alcalá. R., Omaña-Silvestre. J.M. 2004. Evaluación de la competitividad y rentabilidad del cultivo del tomate rojo en Sinaloa. *Revista Agrociencia de México*, 38: 431-436.
- Hobbs J.E., Cooney A., y Fulton M. 2000. Value chains in the Agri-food Sector. Department of Agricultural Economics. University of Saskatchewan. Canadá. Campus Drive, Saskatoon SK. 32 p.
- Iglesias, D. 2002. Cadenas de valor como estrategia; cadenas de valor en el sector agroalimentario. Documento de trabajo. Estación Experimental Agropecuaria Anguil. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 26 p.

- Iturrioz, G., e Iglesias, D. 2006. Los márgenes brutos de comercialización en la cadena de la carne bovina de la Provincia de La Pampa. Cuadernos del CEAgró. No. 8.
- Kogut, B. 1985. “Designing Global Strategies: Comparative and Competitive Value-Added Chains”, Sloan Management Review, 26: 15-28.
- Krugman, P., y Obstfeld, M. 2000. International Economics: Theory and Policy, fifth edition, Addison Wesley, Reading, Massachusetts.
- Lee, A.C., Conner, J.R., Mjelde, J.W., Richardson, J.W., Stuth, J.W. 2001. Regional Cost Share Necessary for Rancher Participation in Brush Control. Journal of Agricultural and Resource Economics, 26: 478-490.
- Lien, G., Hardaker, J.B., Asseldonk. M. A.P.M. V. Richardson, J.W. 2009. Risk programming and sparse data: how to get more reliable results. Agricultural Systems, 101: 42-48.
- Lien, G., Hardaker, J.B., Flaten, O. 2007. Risk and economic sustainability of crop farming systems. Agricultural Systems, 94: 541-552.
- Magdaleno, H. A. 2012. Competitividad y cadena de valor de cítricos en México: Caso Nuevo León. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Postgrado en Socioeconomía, Estadística e Informática Economía.
- Martínez, C.C.J., Cotera, R.J., Kido, C.M.T. 2013. Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en dobladero, Veracruz, México. Revista Mexicana de Agronegocios, 32: 281-288.
- OECD (Organización para el Crecimiento y Desarrollo Económico). 1992. Competitiveness. First report to the president and the Congress. Washington D.C.

- OECD (Organización para el Crecimiento y Desarrollo Económico). FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación) 2011. *Perspectivas Agrícolas 2011-2020*. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2011-es.
- Pearson, S.R., Monke E., Argwings-Kodhek G., Avillez F., Mukumbu M., Pagiola S., Sellen D., Winter-Nelson A. 1995. *Agricultural Policy in Kenya. Applications of the Policy Analysis Matrix*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Peña, Y., Nieto A. P.A., Díaz R.F. 2008. Cadenas de valor: un enfoque para las agrocadenas. *Revista Equidad y Desarrollo*, 9: 77-85.
- Philip, D.T.J. 2009. Factors influencing the long-term competitiveness of selected commercial milk producers in east griqualand, South Africa. Tesis de Maestría en Ciencias de la Agricultura (Agronegocios). School of Agricultural Sciences and Agribusiness Faculty of Science and Agriculture University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg.
- Porter, M. 1990. "The Competitive Advantage of Nations". *Harvard Business Review*, 68: 73-93.
- Porter, M. 1993. *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Ediciones Javier Vergara.
- Posadas, D.R.R., Salinas, M.J.A., Arriaga, J.C.M., Callejas, J.N., Martínez, C.F.E. 2012. Competitividad y rentabilidad privada en la lechería de pequeña escala. En: Cavallotti-Vázquez Beatriz, Cesín-Vargas Alfredo, Ramírez-Valverde Benito, Marcof-Álvarez Carlos (Coordinadores). *Ganadería y alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social*. Volumen 2, 593-606 p. UACH-COLPOS-UNAM. ISBN 978-607-715-076-3.

Posadas, D.R.R., Callejas, J.N., Arriaga, J.C.M., Martínez, C.F.E. 2013b. Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: Panorama económico 2010-2019. En: Betariz A. Cavallotti V., Gustavo E. Rojo M., Benito Ramírez V., Alfredo Cesín V., Carlos F. Marcof A., (coordinadores). La Ganadería en la seguridad alimentaria de las familias campesinas, 217-228 p. UACH. ISBN 432.341-300-0.

Posadas, D.R.R., Salinas, M.J.A., Callejas, J.N., Álvarez, F.G., Herrera, H.J., Arriaga, J.C.M., Martínez, C.F.E. 2013a. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. Artículo en prensa en la Revista Contaduría y Administración. En: http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/userFiles/app/pp_11012013.pdf.

Richardson, J.W. 2008. "Simulation for Applied Risk Management with an Introduction to SIMETAR®." Department of Agricultural Economics, Agricultural & Food Policy Center, Texas A&M University.

Richardson, J.W., Schumann, K., y Feldman, P. 2005. "Simetar: Simulation for Excel to Analyze Risk." Department of Agricultural Economics, Texas A&M University, College Station, Texas, January 2005.

Roberts, M.J., C. Osteen, y M. Soule. 2004. Risk, Government Programs, and the Environment. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Technical Bulletin No. 1908.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos. Mejorar la productividad, competitividad y sustentabilidad de la cadena productiva de leche de bovinos 5 p. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganadería>.

SAGARPA, (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), AFPC (Agriculture and Food Policy Center) y FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). 2011a. Escenario Base 2009-2018. <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/EBespa%C3%B1ol300909.pdf>.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). SFA (Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios). 2011b. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/Perspectivas-Largo-Plazo-2011-2020.pdf>.

Secretaria de Economía. 2012. Análisis del sector lácteo en México. En: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013a. Información estadística sobre ganadería. <http://www.siap.gob.mx>.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013b. Boletín de leche, enero-marzo. <http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/2013/BoletinLeche/LecheMar2013.pdf>.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Información estadística sobre ganadería. <http://www.siap.gob.mx>.

Siggel, E., y Cockburn, J. 1995. International competitiveness and its sources: a method of development policy analysis. Discussion Paper 9517, Department of Economics, Concordia University, Montreal, Quebec.

Siggel, E. 2003, Concepts and Measurements of Competitiveness and Comparative Advantage: Towards an Integrated Approach, Paper prepared for the International Industrial Organization Conference, Boston.

- Sosa-Montes, M., García-Mata, R., Omaña-Silvestre, J.M., López-Díaz, S., López-López, E. 2000. Rentabilidad de doce granjas porcícolas en la región noroeste de Guanajuato en 1995. *Agrociencia de México*, 34: 107-113.
- Vásquez, C.X., Pompa T. D., Guerra F.A. 2010. Un enfoque diferente para el análisis económico-financiero. *Revista. Contribuciones a la Economía*. ISSN 1696-8360. Disponible en formato electrónico. <http://www.eumed.net/ce/2010a/>.
- Villareal, R. 2003. La competitividad sistémica conceptos y condiciones en México. En E. Dussell (comp). *Perspectivas y retos de la competitividad en México*, 187-2018. México: UNAM.
- Zacarías, S.A. 2006. Métodos de integración y Simulación Monte Carlo en la teoría bayesiana. Tesis de Licenciatura en Matemáticas Aplicadas. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Zamora, T. A.I. 2008. Rentabilidad y ventaja comparativa: Un Análisis de los sistemas de producción de guayaba en el estado de Michoacán. Tesis de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.

ANEXOS

Anexo Tabla 1. Simulación de precios de tres insumos alimenticios (cien iteraciones por insumo)

Media	2.32794985	3.29793731	2.13112689
DE [¥]	0.41051653	0.65879408	0.40984225
CV [®]	17.6342513	19.9759431	19.2312457
Min ^ª	1.3077358	1.46428858	1.05023082
Max [™]	3.26385483	4.86046523	3.10115736
Iteraciones	Maíz blanco	Maíz amarillo	Sorgo
1	3.11853023	4.79006595	2.80618986
2	1.7695543	2.46297102	1.58929704
3	2.6439413	3.70743959	2.47845801
4	2.46812197	3.51549125	2.25466406
5	2.50647882	3.58503447	2.22519944
6	2.11040456	3.02762091	1.89454705
7	2.30371153	3.21195553	2.21570208
8	1.77825353	3.08457741	1.53421395
9	2.45220011	3.30346573	2.1442513
10	3.1508531	4.07079537	3.02587445
11	2.5971797	3.53259031	2.37961442
12	2.43412702	2.99484181	2.32466679
13	2.60764454	3.09289621	2.34331511
14	2.15810071	2.87445831	2.0804116
15	1.94749999	2.71840388	1.75307574
16	2.73744439	4.10186041	2.45992569
17	2.99364299	4.00458498	2.83165645
18	2.56471485	3.75526336	2.40477305
19	1.82801153	2.51704069	1.62416482
20	1.93773828	3.10972911	1.64918475
21	2.07803566	2.95667832	2.06775667
22	2.04118068	2.87320816	1.9389086
23	2.17011734	2.79391589	1.93078277
24	1.90729238	2.64913239	1.79946685
25	2.11148366	2.7066812	1.87415833
26	2.49711612	4.01006204	2.28658652
27	2.54059413	3.65127005	2.43833025
28	2.08921574	2.87807297	1.92938453
29	2.32952265	2.9754107	2.06201508
.	1.3077358	1.66102197	1.05023082
.	2.45616178	3.54473764	2.30370596
.	1.70403548	2.28693229	1.5505796
.	2.38082897	3.24038332	2.31581588
.	2.29006845	3.05166533	2.02436618
100	3.00216046	4.86046523	2.75510773

Fuente: Richardson, 2005.

[¥]Desviación estándar; [®]Coefficiente de variación; ^ªMínimo; [™]Máximo.

Anexo Tabla 2. Pasos para determinar una DME

observaciones	Precios			Rendimientos		
	Maíz	Trigo	Sorgo	Maíz	Trigo	Sorgo
1	1.50	2.42	1.37	119.37	34.43	67.74
2	1.94	2.57	1.70	119.84	37.67	69.40
3	2.54	3.72	2.27	84.61	34.07	63.78
4	2.36	3.72	2.10	116.16	32.75	55.43
5	2.28	2.61	2.12	118.50	39.50	63.08
6	2.37	3.00	2.25	108.58	34.33	59.26
7	2.07	3.24	1.87	131.48	39.30	72.62
8	2.50	3.26	2.31	100.71	38.21	59.91
9	2.26	3.45	2.13	138.61	37.57	72.81
10	3.24	4.55	3.19	113.45	35.81	55.61
11	2.71	4.30	2.34	127.05	36.31	67.47
12	2.45	3.38	2.20	127.04	39.74	69.55
13	2.01	2.61	1.82	133.30	43.27	66.47

Paso 1. Resumen de estadísticos

Media	2.33	3.29	2.13	118.36	37.15	64.85
DE [¥]	0.400	0.63	0.41	13.96	2.81	5.67
CV [®]	0.17	0.19	0.19	0.12	0.08	0.09
Min ^ª	1.50	2.42	1.37	84.61	32.75	55.43
Max [‡]	3.24	4.55	3.19	138.61	43.27	72.81
Sumatoria	30.23	42.83	27.67	1538.72	482.98	843.11

Fuente: Richardson, 2005.

[¥]Desviación estándar; [®]Coefficiente de variación; ^ªMínimo; [‡]Máximo.**Anexo Tabla 2.** Continuación Paso 2. Regresión simple de la tendencia de precios y rendimientos

Intercepto	1.9789	2.8361	1.7899	106.3055	34.0154	63.7573
Pendiente	0.0495	0.0655	0.0483	1.7225	0.4481	0.1568
R ²	0.2138	0.1470	0.1962	0.2131	0.3564	0.0107
Proporción-F	2.9919	1.8956	2.6844	2.9781	6.0912	0.1190
Prob(F)	0.1116	0.1959	0.1296	0.1123	0.0312	0.7367
T-Test	1.7297	1.3768	1.6384	1.7257	2.4680	0.3449
Prob(T)	0.1093	0.1937	0.1273	0.1100	0.0296	0.7361

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 3. Crear una tabla de residuales utilizando las desviaciones de la media de cada variable

Observación	Precios			Rendimientos		
	Maíz	Trigo	Sorgo	Maíz	Trigo	Sorgo
1	-0.8252	-0.8743	-0.7583	1.0118	-2.7241	2.8895
2	-0.3852	-0.7243	-0.4283	1.4806	0.5222	4.5411
3	0.2148	0.4257	0.1417	-33.7506	-3.0817	-1.0762
4	0.0348	0.4257	-0.0283	-2.1985	-4.4037	-9.4266
5	-0.0452	-0.6843	-0.0083	0.1401	2.3460	-1.7783
6	0.0448	-0.2943	0.1229	-9.7821	-2.8187	-5.5985
7	-0.2552	-0.0543	-0.2551	13.1171	2.1526	7.7611
8	0.1748	-0.0343	0.1817	-17.6579	1.0614	-4.9432
9	-0.0652	0.1557	-0.0003	20.2451	0.4225	7.9506
10	0.9148	1.2557	1.0617	-4.9101	-1.3396	-9.2408
11	0.3848	1.0057	0.2117	8.6884	-0.8380	2.6163
12	0.1248	0.0857	0.0717	8.6794	2.5880	4.6911
13	-0.3181	-0.6888	-0.3129	14.9368	6.1132	1.6138

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 4. Calcular matriz de correlación de residuales usando Simetar[®]

	Maíz P Res	Trigo P Res	Sorgo P Res	Maíz R Res	Trigo R Res	Sorgo R
Maíz P Res	1	0.95	0.98	0.91	0.98	0.86
Trigo P Res		1	0.88	0.95	0.94	0.95
Sorgo P Res			1	0.85	0.95	0.76
Maíz R Res				1	0.94	0.93
Trigo R Res					1	0.90
Sorgo R						1

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 5. Estimar los parámetros de distribución empírica usando Simetar[©]

Obs.	Maíz P	Trigo P	Sorgo P	Maíz R	Trigo R	Sorgo R
1	-0.83	-0.87	-0.76	1.01	-2.72	2.89
2	-0.39	-0.72	-0.43	1.48	0.52	4.54
3	0.21	0.43	0.14	-33.75	-3.08	-1.08
4	0.03	0.43	-0.03	-2.20	-4.40	-9.43
5	-0.05	-0.68	-0.01	0.14	2.35	-1.78
6	0.04	-0.29	0.12	-9.78	-2.82	-5.60
7	-0.26	-0.05	-0.26	13.12	2.15	7.76
8	0.17	-0.03	0.18	-17.66	1.06	-4.94
9	-0.07	0.16	0.00	20.25	0.42	7.95
10	0.91	1.26	1.06	-4.91	-1.34	-9.24
11	0.38	1.01	0.21	8.69	-0.84	2.62
12	0.12	0.09	0.07	8.68	2.59	4.69
13	-0.32	-0.69	-0.31	14.94	6.11	1.61
Media	2.33	3.29	2.13	118.36	37.15	64.85
DE [£]	0.40023053	0.63879182	0.4083495	13.9631927	2.8084528	5.67196502
CV [!]	17.2130544	19.391006	19.186679	11.7969122	7.5593502	8.74563224
CA [!]	0.27654167	0.4025262	0.2125317	-0.2620698	0.0764947	-0.3740411

[£]Desviación estándar; [!]Coefficiente de variación; [!]Coefficiente de autocorrelación.

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 5.1. Desviaciones no clasificadas de la media

Obs.	Maíz P	Trigo P	Sorgo P	Maíz R	Trigo R	Sorgo R
1	-0.35488	-0.2653908	-0.3562	0.0085478	-0.0733225	0.0445537
2	-0.16564	-0.2198571	-0.20123	0.0125089	0.0140550	0.0700201
3	0.09239	0.1292339	0.0665	-0.2851442	-0.0829489	-0.0165946
4	0.01498	0.1292339	-0.01329	-0.0185741	-0.1185328	-0.1453487
5	-0.01942	-0.2077148	-0.0038	0.0011837	0.0631468	-0.0274190
6	0.01928	-0.0893274	0.05774	-0.0826444	-0.0758687	-0.0863235
7	-0.10973	-0.0164736	-0.11985	0.1108206	0.0579395	0.1196688
8	0.07519	-0.0104021	0.08537	-0.1491845	0.0285680	-0.0762196
9	-0.02802	0.0472734	-0.00013	0.1710420	0.0113724	0.1225906
10	0.39343	0.3811867	0.49882	-0.0414837	-0.0360569	-0.1424842
11	0.16551	0.3052973	0.09947	0.0734043	-0.022556	0.0403409
12	0.05363	0.0260244	0.03369	0.0733285	0.0696589	0.0723325
13	-0.1368	-0.2090834	-0.14702	0.1261948	0.1645458	0.0248830

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 5.2. Calcular correlación de matrices de las medias no clasificadas

	Maíz P	Trigo P	Sorgo P	Maíz R	Trigo R	Sorgo R
Maíz P	1	0.86885	0.98095796	-0.29934584	-0.17533347	-0.52865116
Trigo P		1	0.81578133	-0.1587217	-0.36705057	-0.34219557
Sorgo P			1	-0.28750802	-0.16898345	-0.5646479
Maíz R				1	0.53105277	0.58682657
Trigo R					1	0.47299175
Sorgo R						1

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 5.3. Desviaciones ordenadas de la media

F(x)	Maíz P	Trigo P	Sorgo P	Maíz R	Trigo R	Sorgo R
0.0	-0.354917	-0.265417	-0.356326	-0.2851728	-0.1185447	-0.145363
0.038461	-0.354882	-0.26539	-0.356291	-0.285144	-0.118532	-0.145348
0.1153846	-0.165647	-0.219857	-0.201237	-0.149184	-0.082949	-0.142484
0.1923076	-0.136815	-0.209083	-0.147020	-0.082644	-0.075868	-0.086323
0.2692307	-0.109737	-0.207714	-0.119857	-0.041483	-0.073322	-0.076219
0.3461538	-0.028022	-0.089327	-0.013293	-0.018574	-0.036056	-0.027419
0.4230769	-0.019421	-0.016473	-0.003895	0.001183	-0.022556	-0.016594
0.5	0.014985	-0.010402	-0.000136	0.008547	0.011372	0.024883
0.5769230	0.019286	0.026024	0.033693	0.012508	0.014055	0.040340
0.6538461	0.053692	0.047273	0.057749	0.073328	0.028568	0.044553
0.7307692	0.075196	0.129233	0.066583	0.073404	0.057939	0.070020
0.8076922	0.092399	0.129233	0.085377	0.110820	0.063146	0.072332
0.8846153	0.165512	0.305297	0.099473	0.126194	0.069658	0.119668
0.9615384	0.393454	0.381186	0.498854	0.171042	0.164545	0.122590
1	0.393493	0.381224	0.498904	0.171059	0.164562	0.122602

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 6. Desarrollar las medias a usar para el periodo de simulación. En este caso se utilizaron las medias de los precios históricos

Medias	Maíz PH	Trigo PH	Sorgo PH	Maíz RH	Trigo RH	Sorgo RH
	2.3252	3.2943	2.1283	118.3631	37.1521	64.8548

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 7. Simular la DME en una ecuación de primer paso

Nombre	Valores aleatorios
Maíz P	1.99
Trigo P	2.61
Sorgo P	1.84
Maíz R	127.04
Trigo R	39.43
Sorgo R	66.22

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 8. Simular la DME para un año usando un enfoque directo

Nombre	Valores aleatorios	Medias	Des Corr (%) ^ψ	CUSDS ^h	Matriz de correlaciones								
Maíz P	2.28	2.32	-0.02	0.40	1.0	0.8	0.9	-0.2	-0.1	-0.5			
Trigo P	3.14	3.29	-0.04	0.39	0.0	1.0	0.8	-0.1	-0.3	-0.3			
Sorgo P	2.09	2.12	-0.01	0.34	0.0	0.0	1.0	-0.2	-0.1	-0.5			
Maíz R	84.61	118.36	-0.28	0.01	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.5			
Trigo R	33.64	37.15	-0.09	0.09	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4			
Sorgo R	63.24	64.85	-0.02	0.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0			

^ψDesviaciones correlacionadas; ^hValor de entrada opcional reservado para la correlación de distribuciones no normales.

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 9. Simular la DME para un año

Nombre	Valores aleatorios	Medias	Des Corr (%) ^ψ	CUSDS ^h	Matriz de correlaciones							ISNDs ^φ
Maíz P	2.37	2.32	0.01	0.56	1.0	0.8	0.9	-0.2	-0.1	-0.5	-0.48	
Trigo P	3.85	3.29	0.16	0.82	0.0	1.0	0.8	-0.1	-0.3	-0.3	0.66	
Sorgo P	2.16	2.12	0.01	0.53	0.0	0.0	1.0	-0.2	-0.1	-0.5	0.65	
Maíz R	119.76	118.36	0.01	0.56	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.5	0.25	
Trigo R	34.35	37.15	-0.07	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	-1.22	
Sorgo R	68.91	64.85	0.06	0.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.54	

^ψDesviaciones correlacionadas; ^hValor de entrada opcional reservado para la correlación de distribuciones no normales; ^φMatriz de correlación de rango.

Paso 10. Prueba de correlación de datos para observar si los datos están correlacionados de la misma forma que los datos históricos.

Nivel de confianza: 99.76%

Valor crítico: 3.11

Anexo Tabla 2. Continuación Paso 11. Correlación de matrices para verificar la igualdad de los datos simulados con los datos históricos

	Trigo P	Sorgo P	Maíz R	Trigo R	Sorgo R
Maíz P	0.38	1.19	0.58	0.83	1.27
Trigo P		1.13	0.68	0.68	0.55
Sorgo P			0.72	0.70	0.93
Maíz R				1.55	0.37
Trigo R					1.29

*No se rechaza H_0 porque en todos los casos la prueba estadística tiene un valor menor al valor crítico.



FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN
REVISTA *CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN*
FCAD/DICAI/RCYA/019/2013

Prof. Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez
Universidad Autónoma del Estado de México
Presente

Distinguido profesor:

Me es grato comunicarle que su trabajo "Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo: 2000-2012" escrito en coautoría con Jesús Armando Salinas Martínez, Nicolás Callejas Juárez, Gregorio Álvarez Fuentes, José Herrera Haro, Carlos Manuel Arriaga Jordán y Francisco Ernesto Martínez Castañeda fue aceptado para su publicación en nuestra revista *Contaduría y Administración*. Por lo que su texto pasa a la fase de edición, el cual está a cargo de la Mtra. Martha Julián Peña, le pedimos esté al pendiente de los mensajes que pueda recibir para agilizar dicho proceso.

Aprovecho la ocasión para agradecerle su valiosa contribución a los fines de mejoramiento de la calidad de nuestra revista que nos hemos propuesto.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 11 de enero de 2013

A handwritten signature in black ink, which appears to read "J. Cardiel", is written over a horizontal line.

Dr. Jorge Cardiel Hurtado
Director de la Revista



Anexo 4



Anexo 5

Tropical Animal Health and Production (2014) 46: 235-240

DOI 10.1007/s11250-013-0482-4

Accepted: 23 September 2013 /Published online: 6 October 2013

©Springer Science + Business Media Dordrecht 2013

Abstract

The objective of this work was to determine the effect of family labour on the profitability and competitiveness of small-scale dairy farms in the highlands of Central Mexico. Economic data from 37 farms were analysed from a stratified statistical sampling with a Neyman assignment. Three strata were defined taking herd size as criterion. Stratum 1: herds from 3 to 9 cows plus replacements, Stratum 2: herds from 10 to 19 cows and Stratum 3: herds from 20 to 30 cows. The policy analysis matrix was used as the method to determine profitability and competitiveness. The coefficient of private profitability (CPP) when the economic cost of family labour is included in the cost structure was 8.0 %, 31.0 % and 46.0 %. When the economic cost of family labour is not included, CPP increase to 47.0 %, 57.0 % and 66.0 % for each strata, respectively. The private cost ratio (PCR) when family labour is included was 0.79, 0.51 and 0.42 for strata 1, 2 and 3, respectively. When family labour is not included, the PCR was 0.07, 0.25 and 0.26. Net profit per litre of milk including family labour was US\$0.03 l⁻¹ for Stratum 1, US\$0.09 for Stratum 2 and US\$0.12 l⁻¹ for Stratum 3; but increased to \$0.12, 0.14 and 0.15, respectively, when the economic cost of family labour is not included. It is concluded that family labour is a crucial factor in the profitability and competitiveness of small-scale dairy production.

Keywords: Small-scale dairy systems, Peri-urban production, Profitability, Competitiveness, Mexico.

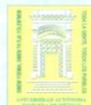
Anexo 6



Universidad Autónoma
Chapingo



Colegio de Postgraduados,
Campus Puebla



Colegio de Postgraduados,
Campus Puebla



Universidad Nacional
Autónoma de México

LA GANADERÍA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS



Coordinadores

Beatriz A. Cavallotti Vázquez, Gustavo E. Rojo Martínez, Benito Ramírez Valverde,
Alfredo Cesín Vargas, Carlos F. Marcof Álvarez

Anexo 7

Resumen de publicaciones complementarias

Congresos

- **Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez**, Nicolás Callejas Juárez, Carlos Manuel Arriaga Jordán, Francisco Ernesto Martínez Castañeda. 2013. Viabilidad económica de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: panorama económico 2010-2019. 14to Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Toluca, Estado de México. 16-18 octubre.
- **Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez**, Jesús Armando Salinas Martínez, Carlos Manuel Arriaga Jordán, Nicolás Callejas Juárez, Francisco Ernesto Martínez Castañeda. 2012. Competitividad y rentabilidad privada en la lechería de pequeña escala. 13er Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 18 y 19 de octubre. Puebla, México.
- Salinas Martínez Jesús Armando, **Posadas-Domínguez Rodolfo Rogelio**, Peñuelas-Rivas Claudia Giovanna, Espinoza Ortega Angélica, Martínez Castañeda Francisco Ernesto. 2012. Análisis de las estrategias de producción como elemento de sostenibilidad económica de los sistemas lecheros periurbanos de pequeña escala. 13er Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 18 y 19 de octubre. Puebla, México.
- Jesús Armando Salinas-Martínez, **Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez**, Claudia Giovanna Peñuelas-Rivas, Angélica Espinoza-Ortega, José Herrera-Haro, Martínez-Castañeda Francisco Ernesto. 2011. Reevaluación económica, costos de producción, margen de utilidad y punto de equilibrio de la lechería periurbana. 3er Congreso Internacional y 12do Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Morelia, Michoacán. 17-20 de mayo.

Conferencias

- Analysis of the economic and financial viability of smallholder dairy systems in central Mexico. **College of Agricultural and Life Sciences. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison.** 6 de noviembre de 2013.
- Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar: panorama económico 2010-2019. 14to **Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria.** Toluca, Estado de México. 17 de octubre de 2013.
- Competitividad y rentabilidad privada en la lechería de pequeña escala. **13er Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria.** Puebla, México. 19 de octubre de 2012.

Estancias

- Estancia en el **College of Agricultural and Life Sciences. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison.** Con el propósito de vinculación de proyectos de investigación. 3-9 de noviembre de 2013.
- Estancia en la **Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología, División de Posgrado.** Con el propósito del manejo de software y análisis de resultados en sistemas lecheros de pequeña escala. Con Simulation Econometrics to Analyze Risk (Simetar)[®] y Simulación econométrica y análisis de riesgo (MexSim)[®]. 23 de septiembre al 07 de noviembre de 2012.
- Estancia en la **Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología, División de Posgrado.** Con el propósito del manejo de software: Simulación econométrica y análisis de riesgo (MexSim)[®]. 04-14 de septiembre de 2011.