



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RURALES**

---

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN LECHEROS EN PEQUEÑA ESCALA**

**T E S I S**

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

**PRESENTA:**

**JESÚS ARMANDO SALINAS MARTÍNEZ.**

**EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2014**

---



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Y RURALES**

---

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN LECHEROS EN PEQUEÑA ESCALA**

**T E S I S**

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

**PRESENTA:**

**JESÚS ARMANDO SALINAS MARTÍNEZ.**

**COMITÉ DE TUTORES:**

**Francisco Ernesto Martínez Castañeda. Tutor Académico**

**Carlos Manuel Arriaga Jordán. Tutor Adjunto**

**Francisco Herrera Tapia. Tutor Adjunto**

**EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2014**

---

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el financiamiento otorgado para la realización de estos estudios.

Al Instituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), por el espacio que me brindo para la elaboración de la presente tesis.

Al proyecto de financiamiento UAEM 2892/2010U.

Al Dr. Francisco Ernesto Martínez Castañeda, Dr. Carlos Manuel Arriaga Jordán y Dr. Francisco Herrera Tapia, por su apoyo, asesoría y comentarios durante el transcurso del doctorado.

A los productores lecheros del municipio de Texcoco, Estado de México, por las facilidades prestadas en apoyo a la realización del proyecto de investigación al presente trabajo.

## DEDICATORIA

Siempre a dios por permitirme materializar proyectos profesionales y metas personales.

A mis hijos Edgar y Evan, que siempre me dan una luz con cada sonrisa y son mi fuente de inspiración.

A mamá Rosita, Yazmin, Diego, Dulce, Diana que siempre ha estado apoyándome e impulsándome para seguir siempre adelante.

A mis amigos y compañeros, por estar ahí siempre compartiendo momentos, experiencias, opiniones y críticas.

Al Dr. Ernesto Martínez, por ser la mejor guía que pude haber tenido en este proceso, al Dr. Carlos Arriaga por sus siempre atinados consejos, al Dr. Francisco Herrera por valiosas sugerencias, al Dr. José Herrera por sus importantes aportes en el transcurso de mi preparación.

## RESUMEN

El estudio se realizó en poblados del municipio de Texcoco (San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad). Se determinó una población total de 225 unidades productivas y se definieron 39 unidades para el estudio utilizando la asignación de Neyman, quedando tres estratos productivos Estrato I (3-9 vacas), Estrato II (10-19 vacas) y Estrato III (20-30 vacas).

El objetivo fue evaluar la sostenibilidad de los sistemas lecheros en pequeña escala del municipio de Texcoco, Estado de México. Se utilizó el método de indicadores sintéticos.

La metodología consistió en una secuencia de pasos que condujeron a la compilación de un grupo de indicadores que fueron adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los sistemas de producción lecheros de pequeña escala. Se ha buscado que esta metodología sea sencilla pero confiable, de bajo costo y que permita evaluar aquellos aspectos que comprometen la sostenibilidad en sus distintas esferas (económica, social y ambiental), dentro de estos sistemas.

Una vez seleccionados los indicadores se procedió a la evaluación de cada uno de ellos, la estandarización de los datos, ponderación de valores y finalmente la agregación de valores con la finalidad de obtener un único indicador global que nos explique el nivel de sostenibilidad de los sistemas lecheros de pequeña escala.

Se determinó la sostenibilidad económica, social y ambiental, mediante la conformación de indicadores compuestos.

Los resultados indicaron que los tres estratos analizados fueron sostenibles en las tres dimensiones (económica, social y ambiental) pero con distinto nivel cada uno de ellos, la sostenibilidad para el Estrato I fue de 25.13%, Estrato II 39.25% y Estrato III 70.92%.

La sostenibilidad global de los sistemas de producción lechera de Texcoco, Estado de México fue de 34.45%. Es necesario mencionar que cualquier valor positivo, es suficiente como para considerar sostenible un sistema de producción, siempre y cuando sean positivas las tres dimensiones.

**Palabras clave:** Dimensiones de la sostenibilidad, Indicadores sintéticos, Sostenibilidad, Hato lechero, Pequeña escala, Variables.

## ABSTRACT

The study was conducted in villages of the municipality of Texcoco (Coatlinchan San Miguel, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas and La Trinidad). A total population of 225 production units and 39 units was determined for the study were identified using Neyman allocation , with three production strata, Stratum I (3-9 cows), Stratum II (10-19 cows) and Stratum III (20- 30 cows).

The objective was to assess the sustainability of small-scale dairy systems in the municipality of Texcoco, State of Mexico. Summary measures method was used.

The methodology consisted of a sequence of steps that led to the compilation of a set of indicators that were suitable for evaluating the critical points of the sustainability of the production systems of small-scale dairy. Was sought that this methodology is simple but reliable, inexpensive and to evaluate those aspects that compromise sustainability in its various (economic, social and environmental) areas within these systems.

Once selected indicators proceeded to the evaluation of each, standardization of data, weighting values and ultimately aggregation values in order to obtain a single overall indicator to explain to us the level of sustainability of systems small-scale dairy.

Economic, social and environmental sustainability was determined by the formation of composite indicators.



The results indicated that the three strata were analyzed in the three sustainability dimensions (economic, social and environmental) but with different levels each, sustainability for Stratum I was 25.13%, 39.25% Stratum II and Stratum III 70.92%.

The overall sustainability of milk production systems Texcoco, State of Mexico was 34.45%. It should be mentioned that any positive value is enough to consider sustainable production system, provided they are positive the three dimensions.

**Keywords:** Dairy farm, Small-scale, Sustainability, Sustainability's dimensions, Synthetic indicators.

# ÍNDICE

---

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	V
INDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV

## CAPITULO 1

---

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Desarrollo productivo.....	1
1.2 Sustentabilidad.....	1
1.3 Desarrollo agropecuario sostenible.....	2
1.4 Impacto ambiental.....	3
1.5 Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad.....	5

## CAPITULO 2

---

<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Producción de leche en México.....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Especializado.....	9
2.1.2 Semi-especializado.....	10
2.1.3 Doble propósito.....	10
2.1.4 Familiar o traspatio.....	10
<b>2.2 Producción de leche en el Estado de México.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Lechería en pequeña escala.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Situación de la lechería en México en los últimos 10 años.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Sustentabilidad o Sostenibilidad.....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Sustentabilidad.....	17
2.5.2 Sostenibilidad.....	20
2.5.3 Dimensiones de la sustentabilidad.....	21
2.5.4 Desarrollo sostenible.....	22
2.5.5 Modelos de la sustentabilidad.....	25
2.5.5.1 Modelo de las 3 Dimensiones.....	25
2.5.5.2 Modelo del Triángulo.....	26
2.5.5.3 Modelo de los Tres Pilares.....	26
<b>2.6 Dimensiones de la sustentabilidad.....</b>	<b>27</b>
2.6.1 Sustentabilidad económica.....	27
2.6.2 Sustentabilidad social.....	27

2.6.3	Sustentabilidad ambiental.....	28
<b>2.7</b>	<b>Coficiente de Cronbach.....</b>	<b>29</b>
<b>2.8</b>	<b>El método Delphi.....</b>	<b>30</b>
<b>2.9</b>	<b>Los indicadores.....</b>	<b>31</b>
2.9.1	Definición de indicador.....	33
2.9.2	Selección de indicadores.....	34
2.9.3	Uso de indicadores.....	36
2.9.4	Evaluación de sustentabilidad mediante indicadores.....	42
2.9.5	Indicadores compuestos.....	44
2.9.6	Construcción de indicadores compuestos.....	45
2.9.7	Indicadores sintéticos.....	48
2.9.8	Agregación de indicadores simples.....	49
2.9.9	Indicadores económicos.....	51
2.9.10	Indicadores sociales.....	52
2.9.11	Indicadores ambientales.....	56
2.9.11.1	Balace de Nitrógeno y Fosforo.....	57
2.9.11.2	El ciclo del nitrógeno.....	58
2.9.11.3	Compuestos inorgánicos de nitrógeno.....	59
2.9.11.4	El nitrógeno en el ganado de leche.....	59
2.9.11.5	El ciclo del fosforo.....	63
2.9.11.6	Reducción de pérdidas de N y P.....	64
2.9.11.7	Balace energético.....	65
<b>2.10</b>	<b>El métodos de agregación aditivo.....</b>	<b>67</b>

## CAPITULO 3

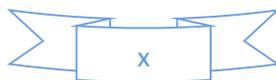
---

<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>69</b>
<b>3.1 General.....</b>	<b>69</b>
<b>3.2 Específicos.....</b>	<b>69</b>

## CAPITULO 4

---

<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1 Área de estudio.....</b>	<b>70</b>
<b>4.2 Obtención de datos.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3 Validación del instrumento de recolección de datos.....</b>	<b>72</b>
<b>4.4 Estimación del tamaño de muestra.....</b>	<b>72</b>
<b>4.5 Resumen del desarrollo de la investigación.....</b>	<b>75</b>
<b>4.6 Grupo de trabajo para la selección de indicadores simples.....</b>	<b>76</b>
<b>4.7 Metodología para la construcción de indicadores compuestos.....</b>	<b>78</b>
<b>4.7.1 Indicadores económicos.....</b>	<b>78</b>
<b>4.7.1.1 E1. Rentabilidad privada.....</b>	<b>78</b>
<b>4.7.1.2 E2 Contribución al PIB.....</b>	<b>80</b>
<b>4.7.1.3 E2 Seguro ganadero.....</b>	<b>81</b>
<b>4.7.2 Indicadores sociales.....</b>	<b>82</b>



4.7.2.1 S1. Empleo agropecuario.....	82
4.7.2.2 S2. Transición generacional del establo.....	83
4.7.2.3 S3. Riesgo de abandono de la actividad.....	84
4.7.2.4 S4. Satisfacción con la actividad.....	85
4.7.2.5 S5. Dependencia económica de la actividad lechera.....	86
4.7.3 Indicadores ambientales.....	87
4.7.3.1 A1. Especialización.....	87
4.7.3.2 A2. Balance de nitrógeno.....	88
4.7.3.3 A3. Balance de fosforo.....	90
4.7.3.4 A4. Balance energético.....	91
<b>4.8 Normalización de datos.....</b>	<b>92</b>
4.8.1 Normalización min-max.....	92
4.8.1 Concentrado de resultados de los indicadores analizados.....	95
<b>4.9 Generación de ponderaciones.....</b>	<b>97</b>
<b>4.9.1 Análisis de componentes principales.....</b>	<b>97</b>
<b>4.9.1.1 Fases de un análisis de componentes principales.....</b>	<b>98</b>
<b>4.9.1.2 Análisis de la matriz de correlaciones.....</b>	<b>98</b>
<b>4.9.1.3 Selección de los factores.....</b>	<b>99</b>
<b>4.9.1.4 Análisis de la matriz factorial.....</b>	<b>99</b>
<b>4.9.1.5 Interpretación de los factores.....</b>	<b>100</b>
<b>4.10 Ponderación.....</b>	<b>102</b>
<b>4.11 Agregación de los indicadores.....</b>	<b>103</b>

## CAPITULO 5

---

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>106</b>
<b>5.1 Transición generacional de los establos lecheros como elemento de sustentabilidad.....</b>	<b>106</b>
<b>5.2 Quality of life and satisfaction as elements of permanence in peri-urban dairy stables.....</b>	<b>124</b>

## CAPITULO 6

---

<b>OTROS RESULTADOS.....</b>	<b>156</b>
<b>6.1 Análisis de la sostenibilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala .....</b>	<b>156</b>
6.1.1 Estrato I.....	157
6.1.2 Estrato II.....	158
6.1.2 Estrato III.....	158
<b>6.2 Efecto económico de la mastitis en vacas lecheras.....</b>	<b>160</b>

## CAPITULO 7

---

<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>181</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>194</b>
<b>Anexo I. Congresos.....</b>	<b>194</b>
<b>Anexo II. Carteles.....</b>	<b>195</b>
<b>Anexo III. Cuestionario económico productivo.....</b>	<b>196</b>
<b>Anexo IV. Cuestionario social.....</b>	<b>208</b>
<b>Anexo V. Cuestionario ambiental.....</b>	<b>216</b>
<b>Anexo VI. Cédula de registros de producción .....</b>	<b>218</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 1 (continuación).....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 2.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 3.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 7.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 9.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 10.....</b>	<b>105</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	70
Figura 2.....	76
Figura 3.....	103

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Desarrollo productivo

El desarrollo productivo y por tanto económico al que se ha llegado, ha provocado preocupación por la presión que este “desarrollo” ejerce sobre los recursos naturales. El tema de la relación entre desarrollo y ambiente (a menudo limitado realmente a crecimiento, que no es sinónimo de desarrollo, y recursos naturales, que no son sinónimo de ambiente) ha creado controversia por largo tiempo, desde las predicciones de Malthus a fines del siglo XVIII en el sentido que la población humana tendía a crecer exponencialmente mientras que el crecimiento de los medios de subsistencia (por ejemplo alimentos) lo hace solo en forma aritmética, lo que inexorablemente lleva a hambrunas, guerras y enfermedades salvo que se ejerza un estricto control del crecimiento demográfico, y la respuesta de sus detractores, que en su forma extrema mantienen que el ingenio humano y el desarrollo tecnológico permitirán un crecimiento indefinido de la economía y el consumo humanos. (Gallopín 2006).

### 1.2 Sustentabilidad

A finales de la década de los 80's, surge un proceso multidimensional que afectaría al sistema económico, ecológico y social, bajo la consideración del concepto de

sustentabilidad, validando la relación entre desarrollo económico y recursos naturales bajo la premisa de desarrollo sostenible. La expresión “desarrollo sostenible” fue originalmente usada en la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza, lanzada en 1980 por la unión internacional para la Conservación de la Naturaleza, pero tuvo amplia difusión política con el lanzamiento del “Informe Brundtlan” en 1987.

### **1.3 Desarrollo agropecuario sostenible**

También se definió al desarrollo agropecuario sostenible como "aquel que es capaz de mantener, a través de los años, niveles aceptables de productividad biológica y económica, preservando el ambiente y los recursos naturales y satisfaciendo al mismo tiempo requerimientos impostergables de la sociedad" (Ikerd 1990).

Por otra parte, se menciona que las condiciones productivas en que se desarrollan los sistemas de producción en pequeña escala, sugieren ser sustentables, debido a las relaciones sociales, económicas y ambientales propias de estos sistemas, al combinar de manera integral y armónica los recursos sociales, ambientales y económicos. El consumo de insumos externos es bajo y los mecanismos de solidaridad comunitaria son esenciales para dar estabilidad a los sistemas (Altieri 2002). En la dimensión ambiental, la ganadería contribuyen al llamado “calentamiento global”, poniendo en duda la sostenibilidad en la dimensión ambiental de dichos sistemas.

## 1.4 Impacto ambiental

El impacto ambiental de la ganadería lechera se da en primera instancia por la contribución de gases efecto invernadero (GEI). La agricultura, ganadería y silvicultura contribuyen substancialmente a las emisiones antropogénicas de GEI:

- 25% del CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono)
- 50% del CH<sub>4</sub> (metano)
- 70% del N<sub>2</sub>O (óxido nitroso)

Particularmente la ganadería contribuye con alrededor del 6.4% de GEI principalmente por la fermentación entérica y el manejo de estiércol (SEMARNAT 2010).

México contribuye con aproximadamente 1.6% de las emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero (GEI). Habría que emitir 339 Mt CO<sub>2</sub> en 2050 para reducir al 50% las emisiones. Actualmente emitimos como país 715 M t CO<sub>2</sub>e.

En las últimas décadas, ha ido en aumento la preocupación sobre el impacto ambiental, social y cultural de las prácticas agropecuarias “modernas”, lo cual ha llevado a plantear la necesidad de un cambio hacia un modelo más sustentable (Gliessman 2001; Sarandón 2002). Sin embargo, el término sustentabilidad no se ha hecho “operativo”, debido, entre otras razones, a la dificultad de traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto (Bejarano-Ávila 1998).

Muchos autores que han intentado evaluar la sustentabilidad, tanto en el ámbito regional (Sepúlveda *et al.* 2002, Evia y Sarandón 2002, Viglizzo *et al.* 2003, Flores y Sarandón 2006), a nivel de finca (Tellarini y Caporali 2000, Van der Werf y Petit 2002, Pacini *et al.* 2003, Viglizzo *et al.* 2006, Flores *et al.* 2007, Abbona *et al.* 2007a), mediante la utilización de indicadores. Lo que es importante entender, es que no existe un conjunto de indicadores universales. Las diferencias en la escala de análisis, ya sea un estable, poblado, región, tipo de establecimiento, metas, actividad productiva, características de los agricultores, entre otras, hacen imposible su generalización (Sarandón y Flores 2009).

De esta manera, el concepto de sustentabilidad, se ha convertido en foco de investigación sobre el desarrollo de sistemas productivos basados en los recursos naturales, la implementación de nuevas tecnologías, así como el diseño y aplicación de nuevas políticas.

La sustentabilidad es una premisa interesante, que incluye a los aspectos en el crecimiento económico, la preservación ambiental y distribución equitativa de la renta para la sociedad, no solo en un momento, sino que sea duradero a través del tiempo, no solo para las generaciones actuales, también para las futuras generaciones.

Es necesario entonces, realizar cualquier actividad, considerando un equilibrio entre las dimensiones, Económica, social y ambiental de la sustentabilidad, para que dicha actividad se desarrolle sin que alguna de las dimensiones afecte a la otra, ya que sin equilibrio entre ellas, no hay sustentabilidad. Es común que en el forzado

proceso de desarrollo económico, se cargue la mano sobre los recursos naturales o sobre aspectos sociales, lo cual cae en un desequilibrio inclinado hacia la esfera económica, sin embargo con el tiempo, habrá agotamiento ambiental y/o de factores sociales, que en algún momento no permitirán continuar con este desarrollo, ahí radica la importancia de mencionar que si es sustentable debe ser duradero en el tiempo.

### **1.5 Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad**

La construcción de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad, es relevante en la medida que ayuda a la toma de decisiones en política pública. Es además un aporte en términos de diagnóstico y de propuesta, además de proporcionar una visión de la realidad de un determinado lugar en un determinado tiempo y de cómo hacer efectivos los objetivos para un adecuado desarrollo sustentable de los sistemas de producción animal.

El desafío de la investigación es la construcción de indicadores para la evaluación de sustentabilidad, basados en la realidad de los Sistemas de Producción Lecheros de Pequeña Escala (SPLPE).

La investigación es resultado de un análisis teórico y normativo respecto de las ideas de sustentabilidad, desarrollo, desarrollo sustentable y construcción de indicadores adecuados a las necesidades, problemáticas y fortalezas de los SPLPE. Esta tesis pretende aportar elementos para la evaluación de la sustentabilidad de

sistemas lecheros en pequeña escala y ser útil para la evaluación en casos similares, es decir a sistemas de producción animal de pequeña escala, los cuales son importantes en distintos estratos pero sobre todo en comunidades rurales, con elevados niveles de pobreza y con un sistema económico inestable en términos del desarrollo local. Finalmente la construcción de un sistema de indicadores compuestos para la evaluación de sustentabilidad, con las fortalezas y debilidades de los actores y producciones estudiadas pero al mismo tiempo adaptables a otras condiciones e incluso a otros sistemas productivos. También, la incorporación del concepto de desarrollo permite integrar a la planificación un concepto integrado del desarrollo y la sustentabilidad ofreciendo a la vez una herramienta para hacer operativo este concepto útil a las bases sociales y los actores locales, capaces de influir en la toma de decisiones.

Los países de todo el mundo se trabajan en la creación de estrategias enfocadas hacia un proceso de desarrollo sustentable, lo que se manifiesta fundamentalmente en la construcción de agendas de sustentabilidad de nivel local, expresadas bajo la forma de planes independientes o en algunos casos como políticas públicas, educativas, de participación, de gestión ambiental o de implementación de instrumentos que permiten medir dichos procesos. Muchas de las experiencias en la construcción de agendas de sustentabilidad han sido ejercicios que han realizado los gobiernos locales en la medida de sus posibilidades o sencillamente la comunidad de un territorio administrativo que se ha organizado para avanzar en estas materias. En ellas, los indicadores han sido una herramienta importante para materializar y concretar las metas del desarrollo sustentable.

De acuerdo con la OCDE (2001), el desarrollo sostenible puede explicarse en términos patrimoniales manteniendo el *stock de capital*, aceptando que este concepto incluye connotaciones ecológicas, económicas y sociales. Por lo que las bases que fundamentan este trabajo son:

- Sustentabilidad económica, se requiere que el sistema productivo sea auto-sostenible y que además genere aportación económica para las personas involucradas en el proceso productivo.
- Sustentabilidad social, es fundamental que el sistema productivo cubra las necesidades básicas (alimentación, vestido, educación, salud y esparcimiento) y genere satisfactores para las personas involucradas en el proceso productivo.
- Sustentabilidad ambiental, el sistema de producción debe reintegrar de alguna manera lo extraído de la naturaleza, con la finalidad de que dicho sistema sea perdurable a las siguientes generaciones.

Los sistemas de producción animal, son de suma importancia, ya que intervienen directamente en el desarrollo de las poblaciones, ya sea como fuente de ahorro, fuente de empleo, autoconsumo, negocio, entre otros, proporcionando bienes básicos para la supervivencia. Estas necesidades están relacionadas con las distintas dimensiones de la sustentabilidad antes mencionadas, como son la provisión de alimentos, la protección del medio ambiente, la viabilidad económica y la satisfacción social (Hansen 1996).

Un sistema de producción animal, puede considerarse sustentable, siempre que las tasas de intercambio entre las dimensiones consideradas dentro del análisis, tengan valores aceptados dentro de lo considerado por productores, investigadores y actores locales en general; es decir, que ambientalmente, se protejan y reintegren los ecosistemas, que económicamente exista rentabilidad de los sistemas para beneficio microeconómico y macroeconómico y que socialmente haya equidad de satisfactores que cubran al menos las necesidades básicas de las personas involucradas en el sistema productivo y sus familias, tal y como lo sugiere Stoorvogel *et al.* (2004).

# CAPITULO 2

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Producción de leche en México

La producción de leche se realiza en todo el país, de manera heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico en sistemas que van desde el tecnificado, hasta los de subsistencia; se distinguen, de forma general, cuatro sistemas: el especializado, el semi-especializado, el de doble propósito y el familiar; de los cuales, por los volúmenes de producción, el primero es el más importante.

#### 2.1.1 Especializado

Este sistema está caracterizado por contar con ganado especializado para la producción de leche, principalmente de las razas Holstein y en menor medida de las razas pardo suizo y Jersey, estos sistemas cuentan con tecnología altamente especializada, el manejo del ganado es predominantemente estabulado y la dieta se basa en forrajes de corte y alimentos balanceados. La ordeña es mecanizada y la producción se destina principalmente a las plantas pasteurizadoras y transformadoras.

### **2.1.2 Semi-especializado**

Aun cuando predomina el ganado de las razas Holstein y Pardo Suizo no se llega a los niveles de producción del sistema anterior. El ganado se mantiene en condiciones de semi-estabulación que se desarrolla en pequeñas extensiones de terreno, la ordeña puede ser manual o mecanizada, en ordeñadoras individuales o de pocas unidades, mantiene un nivel medio de tecnología y en ocasiones se cuenta con algunos sistemas de enfriamiento aunque no es lo común.

### **2.1.3 Doble Propósito**

Dentro de este sistema predominan las razas Cebuinas y sus cruzas, en este sistema el ganado sirve para la producción de carne como de leche. El manejo del ganado se da en forma extensiva, confinándose a los acorrales solo durante la noche, su alimentación se basa en el pastoreo y con un mínimo de complementos en alimentos balanceados. La ordeña es manual en general.

### **2.1.4 Familiar o de traspatio**

También considerados de pequeña escala. Esta actividad se limita a pequeñas extensiones de terreno, cuando se ubican cerca de la vivienda se denomina de traspatio. Las razas varían desde Holstein y Suizo Americano y sus cruzas, la alimentación se basa en el pastoreo o en el suministro de forrajes y esquilmos provenientes de los que se producen en la misma granja.

Al primero corresponde 50.6% de la producción total de leche, mientras que el estrato familiar representa 9.8% del total de la leche producida, por su parte el de doble propósito aporta el 18.3%, en tanto que el nivel semi especializado sólo produce 21.3% (SAGARPA 2011).

## **2.2 Producción de leche en el estado de México**

El Estado de México ocupó para el 2010 el séptimo lugar a nivel nacional en producción de leche de vaca, con una producción de casi 500 millones litros de leche al año, lo cual representa el 4.62% de la producción total anual (SIAP-SAGARPA 2011).

El 94% de la unidades de producción de leche de vaca del Estado de México tienen como máximo hasta 20 cabezas (consideradas por Espinoza *et al.* (2005) como sistemas de producción campesinos) de ganado en las cuales se registra en promedio 59% de los inventarios y poco menos de la mitad (48.7%) del volumen de leche obtenido en el Estado.

La producción de leche es vendida a agroindustriales procesadoras de lácteos locales, queserías artesanales y empresas transnacionales, o se suele comercializar a través de intermediarios que colectan directamente de la unidad de producción y es llevada a vender a las ciudades, esta se vende sin ningún tratamiento previo de enfriamiento (Espinoza *et al.* 2002) .

El Estado de México tradicionalmente había sido uno de los principales productores de maíz del país, llegando a destinar hasta el 80% de su superficie agrícola a la producción del grano, pero a partir de 1994 con la firma del TLCAN, las importaciones de este producto se incrementaron afectando a los productores, los cuales han desarrollado dos estrategias, destinar una mayor superficie a la producción de forrajes, así como continuar con el cultivo de maíz pero destinándolo a la alimentación animal para la producción de leche, en lugar de venderlo al mercado para consumo humano

### **2.3 Lechería en pequeña escala**

La lechería campesina en el Estado de México se define como aquellas unidades de producción con pequeñas superficies de tierra, aunque pueden no tenerla. Cuenta con un máximo de 20 vacas y un mínimo de tres. El ganado es producto de cruza de razas como Holstein predominantemente, Suizo y Criollo.

La alimentación se basa en alimentos balanceados comerciales con un consumo de 5 a 6 kg/vaca/día, rastrojo de maíz, maíz molido, deshierbes y pastoreo. El sistema de ordeño es manual en su mayoría y se ocupa casi totalmente mano de obra familiar. La venta de leche proporciona ingresos fundamentales para la familia, y que pueden o no complementarse con ingresos generados por otras actividades dentro de la unidad de producción o fuera de esta (Muñoz y Altamirano 1995).

En los sistemas familiares las construcciones son extremadamente rudimentarias y el ganado, por lo general, está en el corral, la ordeña es manual y las estrategias de alimentación pueden variar aún entre las comunidades de una misma región, incluyendo el pastoreo de restos de cultivos y agostadero, utilización de sub-productos locales, compra de concentrados, pasturas y cultivos forrajeros.

El concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo porque implica cumplir, simultáneamente, con varios objetivos: productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales. Por lo tanto, es necesario un abordaje multidisciplinario para medir un concepto interdisciplinario (Kaufmann y Cleveland 1995).

#### **2.4 Situación de la lechería en México en los últimos 10 años**

Es importante mencionar que desde antes del TLCAN, México ha sido deficitario en la producción de leche en relación al consumo nacional. Las importaciones de leche representaron el 27% del consumo nacional de 1990 - 1993 y para el periodo de 1994 - 2006 ha sido del 28% (CNOG 2010).

Los Estados Unidos es el principal productor de leche del mundo, con una producción anual de más de 70 millones de toneladas (FAO 2004), comparado con México que produce solo un poco más de 10 millones (SAGARPA 2010). La producción de leche se ha incrementado en 38% aproximadamente de 1994 a 2009

pero no ha sido suficiente para satisfacer el consumo nacional. El consumo aparente de leche y derivados aumentó 37% en este mismo periodo.

Con el proceso de apertura comercial que se ha implementado en México, se ha venido gestando en algunos casos un reacomodo, en otros una concentración, y en algunos más una reconversión de las diferentes actividades productivas del sector rural. El subsector lechero no es la excepción.

Se considera que ha habido un retiro de los pequeños y medianos productores de leche y paralelamente una concentración en productores o grupos de ellos integrados, situación que les permite en algunos casos participar del valor agregado en el acopio, transformación y comercialización de la leche y sus derivados (SAGARPA 2005).

México es un país históricamente deficitario en lácteos y cada año importa entre 30 y 38% del consumo nacional aparente de estos productos (CNOG 2010). La producción de leche en México aumentó hasta superar los 10 mil millones de litros en 2005 (SIAP 2006), sin embargo, en los últimos periodos las tasas de crecimiento han sido irregulares. Por otro lado, la participación porcentual de los diferentes sistemas de producción se está modificando, el tecnificado pasó de 24 a 51% y el familiar disminuyó de 21 a 9% en el periodo 1980-2000 (Álvarez 2006).

La producción de leche presentó tasas positivas de crecimiento durante el periodo 1994-2005, que pueden perderse ante la inminente desgravación en el año 2008, situando a los productores a competir en un mercado internacional de leche en polvo fuertemente subsidiado, por lo cual se hace necesario la identificación de actores

que interactúan desde la producción primaria hasta la distribución y el consumo. Es decir, trabajar a lo largo de la cadena agroindustrial, entendiéndose ésta como el conjunto de componentes interactivos que agregan valor a los productos agropecuarios hasta colocarlos a disposición de los consumidores finales (Cuevas 2007).

También hubo cambios en la política agropecuaria interna, en la cual se destaca la situación del subsidio al consumo de leche vía control oficial del precio, por la operación de un programa de abasto social de leche subsidiada a los estratos de la población de menores ingresos. Los productores lecheros del país se enfrentan a la competencia internacional, aunque durante el periodo 1994-2008 deben realizar los ajustes tecnológicos necesarios para lograr las ventajas comparativas y competir en el mercado mundial de la leche.

Como ya se mencionó, los Estados Unidos son el principal productor de leche del mundo, con una producción anual de más de 70 millones de toneladas, comparado con México que produce solo un poco más de 10 millones. Aunado a lo anterior, la lechería de los Estados Unidos recibe fuertes subsidios, tanto a la producción, como a la exportación, lo que les permite producir a un menor costo comparado con México. A esta situación se suman las importaciones libres de arancel en todos los productos lácteos a partir del 2009, por lo que la lechería estará en una situación muy difícil (Espinoza-Ortega *et al.* 2005).

Las regiones o países de donde México importa productos lácteos (principalmente leche en polvo, descremada y entera), tienen ventajas comparativas por su forma

de producción (Oceanía), o bien por subsidios (Unión Europea y Estados Unidos), lo que hace que México no sea competitivo. Por tanto, la importación barata de leche beneficia a los consumidores y perjudica a los productores nacionales (Ángeles-Montiel *et al.* 2004).

## 2.5 Sustentabilidad o Sostenibilidad

En español es más pertinente utilizar la palabra sustentable que sostenible porque aquella tiene mayor similitud con “*sustainable*”, su traducción al inglés, idioma en que se empezó a publicar masivamente el término; empero ambas se usan a menudo indistintamente (López 2006).

En el diccionario de la Real Academia Española (DRAE), sostenible, se refiere a un proceso que puede mantenerse por sí solo y sustentable, que se puede sustentar o defender con razones.

“*Sostenible*” y “*Sustentable*” son de los llamados adjetivos verbales o postverbales, porque derivan de sendos verbos: “*Sostener*” y “*Sustentar*”. Pertenecen al tipo de esos adjetivos que se forman mediante el agregado a la raíz del verbo sufijo “*able*” o “*ible*”: “*amar*” - “*amable*”; “*temer*” - “*temible*”; “*corregir*” - “*corregible*”.

El sufijo “*able*”, tanto en su forma “*able*” como en su forma “*ible*”, denota la idea de posibilidad pasiva, es decir, capacidad o aptitud para recibir la acción del verbo (DRAE). Esto quiere decir, en este caso, que “*sostenible*” es lo que es capaz de sostener o de sostenerse y “*sustentable*” es aquello que es capaz de sustentar o

sustentarse. Se puede decir que “*desarrollo sostenible*” es el desarrollo que puede o es capaz de sostenerse, y “*desarrollo sustentable*” es el que puede o es capaz de sustentarse. Gramaticalmente el uso de ambos adjetivos como calificativos del sustantivo “*desarrollo*” es válido. Visto así, se debe concluir que, situándose estrictamente en el ámbito del lenguaje, del léxico y la semántica, los adjetivos “*sostenible*” y “*sustentable*” son sinónimos, como lo son los verbos de que derivan, por tanto su uso es indistinto, solo sobre la base del gusto del usuario, sin que el empleo de uno u otro obedezca a regla alguna. Sin embargo, pudiera haber interés en establecer, dentro del ámbito científico del concepto, algún matiz semántico, alguna diferencia conceptual entre lo “*sostenible*” y lo “*sustentable*” (Porras 2009).

### **2.5.1 Sustentabilidad**

La sustentabilidad (o sostenibilidad, de acuerdo a la forma lingüística castellana acordada por Naciones Unidas), constituye posiblemente el principal pretexto o argumento para realizar un cuestionamiento radical al estilo de desarrollo dominante, a los valores hegemónicos, a la cosmovisión o paradigma vigente, y a la civilización occidental.

Sustentabilidad es una palabra clave en todo asunto sobre el uso y preservación del medio ambiente. Su postulado básico es la implementación de un tipo de desarrollo en el que las tasas de exploración no traspasen la capacidad de soporte y regeneración de los recursos. Esto es, los bienes naturales deben ser usados con

responsabilidad y parsimonia, asegurando que las futuras generaciones también puedan hacer uso de ellos.

La sustentabilidad encierra una premisa interesante, que es la compatibilización del crecimiento económico con la preservación ambiental y distribución equitativa de la renta, mientras que su gran dilema es transformarse en realidad concreta, tanto a nivel personal como colectivo.

Aunque sustentabilidad presuponga la idea de algo altruista y duradero, continúa predominando el viejo esquema utilitario, bajo la égida de demandas reales o imaginarias y donde la naturaleza es vista simplemente como un baúl de recursos a ser explotados, mucho más en función del presente que del futuro.

Restringido anteriormente a estudios y planes de gestión ambiental, el término sustentabilidad ha sido apropiado por el discurso político, sirviendo comúnmente de retórica y modismo. No es raro que el término sea invocado, de manera equivocada e ilegítima, como justificación de prácticas devastadoras, en beneficio de pocos y perjuicio de muchos. (Santos 2003).

- Sustentabilidad Política que dice relación con el Estado, las relaciones de poder, la legitimidad y la gobernabilidad. ¿Cuánto Estado seguirá siendo necesario para continuar persiguiendo el Bien Común, que va poco a poco transformándose en el menos común de los bienes? ¿Quién si no el Estado puede articular y armonizar la multiplicidad de intereses existentes en toda sociedad, que a la vez se tornan crecientemente más complejos? ¿Cuáles serán las formas de legitimidad que sustituyan a las actualmente

existentes? ¿Cómo incrementar la gobernabilidad en un contexto creciente desprestigio de lo político y del papel del estado? ¿Cuánta legitimidad es necesaria para que una sociedad sea gobernable?

- **Sustentabilidad Económica** que dice relación con el mercado, el crecimiento, la producción de bienes y servicios, el consumo y el ahorro y la inversión. ¿Existen límites biofísicos que el operar económico no puede trascender? ¿Existen límites naturales, culturales o éticos, al progreso científico y tecnológico? ¿Se deben poner límites al crecimiento y a la producción de bienes y servicios? ¿Qué nuevas formas de distribución reemplazarán al empleo que está dejando progresivamente de ser la forma de trabajo dominante? ¿Quién y cómo podrá regular la creciente y gigantesca concentración del capital a nivel global? ¿Puede el mercado regular todo tipo de actividades humanas? ¿Es posible democratizar el operar del mercado? ¿Cómo hacerlo?
- **Sustentabilidad Social** que dice relación con la sociedad civil y los actores y movimientos sociales. Vale la pena preguntarse aquí sobre cómo fortalecer la diversidad y el pluralismo de la sociedad civil pero a la vez como reducir las enormes diferencias socioeconómicas que en términos de patrimonio, ingresos y calidad de vida aún subsisten en nuestras sociedades y más aún que tienden a incrementarse. Por otra parte como favorecer la emergencia y desarrollo de nuevos actores y movimientos sociales, entendiendo que una sociedad se enriquece y se hace más sustentable mientras mejor exprese las distintas miradas y aproximaciones

que frente a una misma realidad tienen las personas. Debemos ser capaces de responder a interrogantes fundamentales tales como: ¿Existen límites naturales a la diversidad social y cultural que puede contener una comunidad humana? ¿Existen límites naturales a la tolerancia o aceptación de la diversidad? ¿Existen límites en términos de la inequidad y concentración de la riqueza que puede soportar una sociedad humana? (Elizalde 2003).

### **2.5.2 Sostenibilidad**

El término “sostenibilidad” se puede definir como la capacidad de cualquier sistema o proceso de mantenerse indefinidamente. En este contexto, el “*Desarrollo Sostenible*” consiste en un esquema de desarrollo humano, social y económico que sea capaz de mantenerse de manera indefinida en armonía con los sistemas biofísicos del planeta (Hak y Lyon 2007).

La sostenibilidad es una temática que ha despertado un creciente interés en el ámbito científico y en la sociedad en su conjunto. Se destaca la necesidad de abordar el problema de la sostenibilidad desde una perspectiva interdisciplinaria (Matera *et al.* 1999, McMichael *et al.* 2003) y vincularlo con cuestiones ecológicas, económicas y sociales (Cáceres 2009).

El desarrollo sostenible se ha propuesto como un paradigma que requiere transformaciones sociales, económicas y ambientales profundas al modelo de

capitalismo neoliberal, de tal manera que conserve el capital natural para el usufructo y bienestar de las generaciones presentes y futuras (Casas-Cázares *et al.* 2009).

### 2.5.3 Dimensiones de la sustentabilidad

De acuerdo con Casas-Cázares *et al.* (2009), la capacidad de un sistema ecológico está en función de las relaciones que los humanos establecen entre sí (dimensión social), de la interacción ser humano-naturaleza y de la transformación hecha en la naturaleza con los instrumentos y tecnología (dimensión económica), y de la capacidad de la naturaleza para desarrollarse y recuperarse de la acción humana (dimensión ambiental). Así la sostenibilidad puede expresarse como una función del crecimiento y desarrollo de sus dimensiones:

$$S = f(Da, Ds, DEe)$$

Dónde:

S = sostenibilidad

Da = dimensión ambiental

Ds = dimensión social

De = dimensión ecológica

#### **2.5.4 Desarrollo sostenible**

Ante los fracasos de los paradigmas del desarrollo, subdesarrollo y progreso durante casi 40 años, a finales de la década de los 80' surge un nuevo paradigma que intenta marcar otro rumbo de explicación y superación de los problemas en la gestión de los bienes de la naturaleza y la organización social de los grupos humanos.

A partir del informe Brundtland, el mundo es concebido como un sistema global cuyas partes están interrelacionadas considerándose el concepto de desarrollo sostenible como un proceso multidimensional que afecta al sistema económico, ecológico y social pasando a ser una variable a tener en cuenta en las decisiones de política económica.

Sin embargo, en los últimos años, una de las cuestiones más preocupantes ha sido el conocer si realmente se siguen pautas de sustentabilidad, es decir, si se tienen indicadores que nos alerten sobre la evolución positiva o negativa de este proceso. Aunque, la ambigüedad del propio concepto dificulta esta tarea, se han ido elaborando algunos indicadores que muestran aspectos de las tres dimensiones mencionadas anteriormente.

Existen diversas opiniones acerca de la conceptualización de "Desarrollo sustentable", pero todas incluyen de una u otra forma las tres dimensiones de la sustentabilidad, Por ejemplo, hay unanimidad respecto a su interpretación en cuanto que se entiende la sustentabilidad como la capacidad para continuar en el futuro

realizándose, además, este proceso como la interacción entre tres sistemas: el ecológico (biológico), el económico y el social (Daly y Gayo 1995)

- El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (CMMAYD, 1987. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo).
- El desarrollo sustentable es un proceso de mejoría económica y social que satisface las necesidades y valores de todos los grupos interesados, manteniendo las opciones futuras y conservando los recursos naturales (UICN 1990).
- El desarrollo sostenible es el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la continuidad de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras (FAO 1991).

Por tanto, se puede argumentar que si el sistema natural y sus recursos constituyen la infraestructura física que posibilita el desarrollo de la sociedad, esta base física establece límites definidos por la disponibilidad de recursos naturales así como la disposición de los residuos generados (Meadows *et al.* 1972).

En la década de 1990 el concepto de sustentabilidad alcanza su mayor difusión, constituyendo una moda. A fines del siglo XX la popularidad del término implica su presencia en todas las estructuras discursivas, desde los discursos políticos de

todas las tendencias pasando por los discursos de organizaciones sociales, sindicales e inclusive académicas, como una fórmula mágica que conduce al mejoramiento de la calidad de vida. Sin embargo, este proceso ha conducido a la banalización del concepto, donde se recurre insistentemente a la sustentabilidad pero difícilmente se la define como un concepto destinado a la acción colectiva en un grupo social.

El concepto de desarrollo sostenible surge entonces como una respuesta a los grandes problemas que enfrenta la humanidad, ya que se están alcanzando los límites de un planeta finito y la humanidad se arriesga a un colapso en sus sistemas de soporte de vida.

- Agudización del hambre
- Pobreza
- Enfermedad
- Analfabetismo
- Deterioro de ecosistemas

Para lograr un desarrollo sostenible debemos adecuar el marco de referencia. Dado que la sostenibilidad no tiene el mismo significado en todas las regiones, tenemos que tomar en cuenta las características sociales, políticas, económicas y ambientales particulares de cada lugar para su exitosa aplicación.

Por otro lado es necesario promover una filosofía sobre el desarrollo sostenible, sus objetivos, metas, estrategias y alcances.

A partir de lo anterior, desde un punto de vista tanto económico como ecológico, el objetivo fundamental es el de la sustentabilidad de los sistemas tanto a medio como a largo plazo siendo igual de importante la consideración de los aspectos sociales lo que implicaría estudiar este concepto desde estos tres diferentes puntos de vista -económico, ecológico y social- los cuales parten de axiomas diferentes, ponderan más unos objetivos que otros y llegan a distintas interpretaciones políticas del mismo (Common y Perrings 1992). Es decir, la economía pretende maximizar el bienestar humano dentro de las limitaciones del capital y las tecnologías existentes.

La ecología hace especial hincapié en preservar la integridad de los subsistemas ecológicos con el fin de asegurar la estabilidad del ecosistema mundial siendo sus unidades de cuenta físicas, no monetarias y, por último, la sociología recalca que los agentes clave son los seres humanos, siendo su esquema de organización social fundamental para encontrar soluciones viables que permitan encontrar el desarrollo sostenible (Serageldin 1993).

## **2.5.5 Modelos de la sustentabilidad**

### **2.5.5.1 Modelo de las 3 Dimensiones.**

- Dimensión ambiental (medio ambiente sano, suficientes recursos naturales, etc.).

- Dimensión social (paz, seguridad pública, satisfactores, etc.)
- Dimensión económica (crecimiento económico, PIB)

### **2.5.5.2 Modelo del Triángulo**

En este modelo, la sustentabilidad se encuentra en el medio de las tres dimensiones (Económica, social y ambiental).

### **2.5.5.3 Modelo de los Tres Pilares**

Las dimensiones se entienden como tres pilares que forman la base de un edificio, el techo representa la sustentabilidad (modelo alemán) (Goetter 2006).

También se define al desarrollo sustentable, a la gestión y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras. Este tipo de desarrollo, conserva los suelos, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, es ambientalmente no degradante, técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (FAO 1994).

## **2.6 Dimensiones de la sustentabilidad**

### **2.6.1 Sustentabilidad económica**

La sustentabilidad económica está inserta en el concepto de renta definida como la cantidad máxima que un individuo puede consumir en un período determinado de tiempo sin reducir su consumo en un período futuro (Hicks 1945). Según esta definición de renta, el cálculo de la misma, medido en términos de producto nacional o interior bruto, debe hacerse incluyendo la riqueza y los recursos medioambientales de un país. En caso contrario, la medición no indicaría el grado de sustentabilidad.

Su función es evaluar el nivel económico y la prosperidad de un sitio por medio de cálculos, estadísticas y estándares establecidos.

### **2.6.2 Sustentabilidad social**

Según Gertler (1994), la sustentabilidad es “*primero y antes que nada un tema social*”. Esta afirmación se fundamenta, por un lado, en que las comunidades son el sustrato social en las que se originan las prácticas de consumo y de producción ecológica y socialmente apropiadas. Por otro lado, las comunidades (o grupos sociales) y las instituciones son los ámbitos en que las personas pueden realizar opciones orientadas a promover cambios para el conjunto de la sociedad-cambios relacionados por ejemplo con qué debería ser sustentable y cómo se debería sustentar. La importancia de tener en cuenta la dimensión social en los sistemas agrícolas para avanzar hacia la sustentabilidad ha dado lugar al estudio de los

diversos aspectos que intervienen en la viabilidad y permanencia de las comunidades rurales (Chiape 2008).

### **2.6.3 Sustentabilidad ambiental**

Se define la sustentabilidad ecológica como la capacidad de un sistema (o un ecosistema) de mantener su estado en el tiempo, manteniendo para ello los parámetros de volumen, tasas de cambio y circulación invariables o haciéndoles fluctuar cíclicamente en torno a valores promedio (Gligo 1987).

Por su parte Leff (2000) argumenta sobre la sustentabilidad, que la racionalidad de la producción ha afectado a la naturaleza y asocia la destrucción ecológica y la degradación ambiental al concepto de sustentabilidad reconociendo el papel que cumple la naturaleza como soporte, condición y potencial del proceso de producción.

De esta forma, parece necesaria la participación de los ecólogos en los procesos de desarrollo para conocer las alteraciones de los ecosistemas como consecuencia de estos procesos. Según ellos, la estrategia a seguir en un proceso de desarrollo debería (Rees 1993):

- 1) Integrar aspectos ecológicos en las políticas de desarrollo económicas y sociales
- 2) Formular estrategias preventivas

- 3) Demostrar los beneficios para el desarrollo de las políticas ecológicas que son correctas.

## 2.7 Coeficiente Alfa de Cronbach

Se trata de un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1 y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por tanto nos llevaría a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes.

Alfa es por tanto un coeficiente de correlación al cuadrado que, a grandes rasgos, mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente, se parecen.

La fórmula es la siguiente:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_r^2} \right]$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach

K: El número de *Items*

$S_i^2$ : Sumatoria de Varianzas de los *Items*

$S_r^2$ : Varianza de la suma de los *Items*

Su interpretación será que, cuanto más se acerque el índice al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una fiabilidad respetable a partir de 0,80.

## 2.8 El método Delphi

El método Delphi es un proceso de análisis basado en el juicio de un grupo de expertos, que logran, mediante un proceso sistemático e iterativo, la obtención de consensos o disensos (Landeta, 1999). Otros autores sugieren que la razón principal de su uso es la imprescindibilidad de información de juicio (Ilbery, 2004). Linstone y Turoff (1975; citado por Peralta, 2005) y definen a la técnica Delphi como “un método para estructurar el proceso de comunicación grupal, de modo que ésta sea efectiva para permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar con problemas complejos”, es decir, su técnica se apoya en el reconocimiento del juicio del equipo sobre el juicio individual, además de tener un carácter anónimo.

Las actividades desarrolladas para realizar un Panel Delphi son las siguientes:  
Diseño del cuestionario Delphi. Estructuración y aplicación de un cuestionario Delphi, con el objetivo de que los expertos, considerados como informantes clave, realicen una reflexión colectiva acerca de la importancia actual y futura de las variables del contexto.

Los cuestionarios cuentan con cinco apartados:

- Instrucciones para los participantes en el panel.
- Datos del panelista.
- Bloque de preguntas sobre los insumos, servicios e infraestructura de la unidad de producción, que pueden impactar en la productividad, rentabilidad

y competitividad, de acuerdo al sistema de producción (familiar, intensivo y doble propósito).

- Bloque de preguntas sobre las variables del contexto nacional que influyen en la competitividad de la cadena de leche en México.
- Bloque de preguntas sobre las variables del contexto internacional que influyen en la competitividad de la cadena de leche en México.

Definición de las variables incluidas en el cuestionario. Para facilitar la comprensión y participación de los panelistas, y homogenizar los criterios de las respuestas solicitadas, es necesario definir las variables del cuestionario, así como los conceptos, para ello se consultan fuentes de información bibliográfica disponibles en la literatura.

Identificación de panelistas. Se identificaron e invitaron expertos con respecto a los temas de interés (Sustentabilidad, Desarrollo rural, Desarrollo agropecuario, Bienestar social, Bienestar económico, entre otros). Para la selección de estos expertos se consideraron ciertos criterios como la experiencia en el área, visión amplia, reconocido prestigio e interés manifiesto. En una sesión plenaria los panelistas invitados fueron propuestos por los integrantes del equipo de trabajo.

## **2.9 Los indicadores**

Los indicadores son herramientas útiles para medir o describir aspectos particulares en un estado específico o en un marco dinámico de tiempo, permitiéndonos integrar

información compleja (ISTAT 2001; von Wirén-Lehr 2001). En la última década se han desarrollado diversos indicadores o índices para evaluar la sustentabilidad, tales como los índices agregados, Huella Ecológica, Índice de Desarrollo Humano, Índice de Sustentabilidad Ambiental. WWF (2005); Global Footprint Network (2005); UNDP (2004); indicadores titulares como los reportados por la OCDE y el Banco Mundial o los indicadores guiados por metas, tales como los incluidos en las Metas de Desarrollo del Milenio (Pintér *et al.* 2005).

Los indicadores simples y sintéticos juegan un papel importante en la política pública, porque ayudan a construir percepción pública de problemas complejos. Además, proveen información cuantitativa para evaluar la efectividad de las alternativas de decisión pública.

Los indicadores son *input* en los procesos de formulación de política, y permiten resumir una gran cantidad de datos para facilitar la comunicación de las situaciones ambientales a diferentes grupos sociales (MMA 1996; Segnestam 2002). Hyatt (2001) y Ebert y Welsch (2003) manifiestan que en la definición de indicadores existe confusión aun entre los mismos expertos. Por ello, para nosotros es relevante distinguir entre indicadores simples e índices (indicadores sintéticos). Los primeros están constituidos por la combinación de dos o más datos, y estos indicadores (y/o muchos datos) son convertidos en un índice mediante una función matemática que los sintetiza.

La construcción de un sistema de indicadores simples o los índices como niveles analíticos superiores, demanda la síntesis de información que en muchas ocasiones no está disponible.

Los índices son una herramienta cuantitativa que simplifica a través de modelos matemáticos los atributos y pesos de múltiples variables, con la intención de proporcionar una explicación más amplia de un recurso o el atributo a evaluar y gestionar.

Desde las ciencias sociales, los científicos buscan definir modelos analíticos que delimiten la explicación de variables latentes como la calidad ambiental, el desarrollo sostenible, el bienestar social o cualquier otra. Por ello, un modelo puede o no ser apropiado, en función de su poder de explicación de esa realidad y no tanto por la mayor representación de la complejidad de la misma (OCDE 1997; Dixon y Segnestam 2002).

### **2.9.1 Definición de indicador**

Un indicador compuesto es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente. Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo según los requerimientos del analista.

En términos técnicos, un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente “miden” una característica o atributo de los individuos

en estudio. Para efectos del presente documento se denotará como indicador compuesto al que se construye como función de dos o más variables, en cuyo caso se están midiendo características multidimensionales.

### **2.9.2 Selección de indicadores**

Los indicadores seleccionados deben de conformar un conjunto representativo de la sostenibilidad de la zona de estudio en los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Los criterios de selección de indicadores juegan un papel determinante cuando se aborda el diseño de un sistema de indicadores simples o la construcción de un indicador sintético, dado que éstos demandan información cuantitativa de múltiples componentes e indicadores que lo explican.

Los criterios de selección tienen que ser, por un lado, el filtro para resumir una gran cantidad de datos en un número reducido de indicadores por temas, áreas, componentes, preocupaciones sociales, etc., y por otro, también deben permitir dotar el sistema de indicadores de mayor calidad estadística en la información y de un método científico que delimite la frontera del análisis.

El hecho de que se trate de medir la sustentabilidad agraria mediante el análisis de sus componentes con base al uso de indicadores, hace necesario definir las hipótesis respecto al procedimiento de selección de indicadores (Trapero 1977), tal y como lo sugiere Sánchez (2009).

- **Compleitud.** El número de indicadores simples seleccionados es tal que las propiedades relacionadas con el objetivo buscado por el indicador sintético están representados a través de los indicadores simples que lo componen.
- **Bondad de los indicadores simples.** Los indicadores simples seleccionados son buenos, es decir, miden bien los estados en que se encuentran los parámetros en el momento temporal a que se refieren.
- **Objetividad.** La finalidad buscada por el indicador sintético es debidamente alcanzada mediante indicadores parciales objetivos, sin que sea necesario utilizar indicadores de percepción.

Considerando lo anterior, fue necesario seleccionar los indicadores simples, a partir de una completa lista de indicadores de sustentabilidad teniendo múltiples alternativas disponibles para cada esfera a evaluar. Los objetivos simples contemplados, fueron tomados a partir de una exhaustiva revisión de literatura, basadas en investigaciones científicas anteriores y siempre enfocados en las principales problemáticas de los actores involucrados y de las localidades donde se desarrolló esta investigación, obteniendo así, indicadores acoplados perfectamente al objeto de estudio.

### 2.9.3 Uso de indicadores

El desarrollo de una metodología de evaluación, que permita una cuantificación y análisis objetivo de la sustentabilidad, es una necesidad para avanzar en el logro de la misma.

Es necesario tener instrumentos que permitan evaluar los distintos modos en que las sociedades se vinculan con la naturaleza. Diversos autores han evaluado sustentabilidad mediante el uso de indicadores (Rigby *et al.* 2001; Reed y Dougill 2003; Flores y Sarandón 2006; Abbona *et al.* 2007) para lo cual el desarrollo y la utilización de indicadores son herramientas apropiadas.

Los indicadores de sostenibilidad se usan de maneras muy distintas, considerando escalas de análisis diferentes o para objetivos particulares (Cáceres 2009).

Cuando hablamos de indicadores, estamos señalando un proceso mediante el cual se llega a evaluar de forma cuantitativa o cualitativa el estado y tendencia de un fenómeno sea este de enfoque económico, social o ambiental (SINIA 2011).

Se parte de la premisa que los indicadores deben reflejar el impacto que ocasionan ciertas tecnologías de manejo de los agro-sistemas sobre su sustentabilidad y que deben ser confiables, de fácil obtención, relevantes para el sistema y monotónicos.

Un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente “miden” una característica o atributo de los individuos en estudio. Para ello, se definen los criterios y parámetros de comparación y contraste que permiten monitorear y evaluar la evolución de los indicadores en el tiempo.

En la Conferencia de Río, se propició un cambio en la perspectiva del desarrollo sustentable y una crítica a la instrumentación del concepto de sustentabilidad. Desde el punto de vista del Banco Mundial, de las Naciones Unidas y de los Estados, se afirmó que la información juega un papel crítico, en cuanto al alcance de los objetivos de la sustentabilidad, para proveer bases para tomar decisiones y políticas a nivel mundial (Torres y Cruz 1999).

Ha habido numerosos intentos fallidos, de sustraer beneficios de los sistemas y, aún, mantener su sustentabilidad. Dos razones intervienen: el control y la repetición de los experimentos, han sido imposibles de desarrollarlos en sistemas a gran escala y la gran escala de tiempo involucrada, no permite estudios de observación, que permitan proveer medidas de solución a tiempo (Luwing *et al.* 1993). Otra situación mencionada, que dificulta este proceso, es el cambio experimentado por los sistemas en el tiempo y lo que resulta cierto para una década, puede no ser cierto para la siguiente (Hilborn y Ludwig 1993).

Para determinar si el manejo de un sistema es sustentable o no, primero se debe abandonar la idea de que el uso de la sustentabilidad es un punto o meta final. Fuentes (1993), la define como una trayectoria con ciertos destinos, en vez de un estado o punto en particular, mientras que Lee (1993), menciona que debe ser vista como un objetivo, como libertad o equidad, no para ser alcanzada, sino como una dirección que guíe a cambios constructivos. Se debe desarrollar un sistema de manejo para la producción animal, basada en una seguridad ecológica, que suministre la suficiente cobertura vegetal, calidad y cantidad de agua y el mínimo grado de erosión de la tierra (Vavra 1996).

Los indicadores de sustentabilidad son equivalentes a cualquier indicador y a diferencia de otros, éstos pretenden ser holísticos para analizar y evaluar el estado del ambiente y las funciones ecológicas, así como el impacto y las consecuencias del desarrollo en los recursos naturales (Torres y Cruz, 1999). El impacto puede ser definido como los cambios (positivos o negativos, directos o indirectos), que ocurren como resultado de las actividades proyectadas y realizadas. El impacto debe de estar relacionado con los objetivos del proyecto y también con las comunidades vecinas y deben incluir los periodos del proyecto y después del mismo. Si bien los puntos que se evalúan deben de responder a los objetivos de la comunidad (línea base de colección de datos) y considerar los factores tanto externos (políticas gubernamentales y decisiones económicas) como internos, por lo que algunas claves de estos puntos se deben de considerar para la inclusión en cualquier ejercicio de medición del impacto (*Integrated Farming in Human Development* 1996), tales como:

- a) Cambio en el estatus económico de los miembros de la comunidad.
- b) Patrones de equidad, en particular género, edad, etc.
- c) Cambios ambientales.
- d) Cambios socioeconómicos.
- e) Cambios en el estatus nutricional de grupos vulnerables, como niños, mujeres lactando, ancianos.
- f) Parámetros productivos.

- g) Aspectos de sustentabilidad (requiere de mediciones después del término del proyecto).
- h) Costumbres, tabúes.
- i) Prácticas y tradiciones.

La flexibilidad en la elección de los indicadores hacia el proyecto, deben de considerarse como puntos importantes, ya que pueden estar influenciados por factores externos. En el caso de la agricultura, para evaluar las consecuencias ambientales de la instrumentación de políticas y la efectividad de los programas, de apoyo a la sustentabilidad de la producción agrícola, es necesario monitorear, de manera específica, los cambios que ocurren en las prácticas productivas y como éstas afectan el ambiente natural.

Dada la dinámica e inherente complejidad de los agro-ecosistemas, es necesario emplear un sistema de monitoreo interdisciplinario y multidimensional efectivo, basado en indicadores que puedan establecer el vínculo entre las tecnologías, las prácticas usadas en la agricultura, la calidad de los recursos y servicios producidos (O.E.C.D. 1995). El papel que juega el ganado, en los sistemas de producción o granjas, es multifacético y sinérgico y debe ser visto no como una forma primaria de producción, sino en términos de contribución total al sistema y a las necesidades inmediatas de la familia (*Integrated Farming in Human Development* 1996).

Al igual que la definición de desarrollo sustentable, los indicadores e índices han sido definidos de muchas formas, según sus funciones, características y usos (Torres y Cruz 1999). La formulación de indicadores de sustentabilidad, reconoce la necesidad de monitorear el impacto humano, sobre el medio natural y, además, tratar de relacionar los niveles de uso humano, hacia un recurso natural reproducible (Munashinge y McNeely 1995). El desarrollo de indicadores es relevante, en los procesos de análisis, comprensión, creación y modificación de sistemas de todo tipo (Girardin *et al.* 1999). Los indicadores permiten entender un sistema específico, en comparación con otros sistemas similares o muy parecidos y comprender las evoluciones de cada sistema, a lo largo del tiempo (Pujol 1997). Se puede esperar que, los indicadores y su medición, puedan ser valoraciones exactas de diferente manejo de ecosistemas naturales, incluyendo el ecosistema urbano. Por tanto, el esfuerzo de clasificación y valoración es riguroso y requiere de indicadores selectivos, que sean más operacionales para su generalización y garanticen su validación global.

En este tipo de validación es relevante la escala espacial, con que la medición puede hacerse para cada indicador. Asimismo, en la valoración del manejo de un ecosistema natural, este será caracterizado por fluctuaciones en varias escalas de tiempo (Munashinge y Shearer 1995).

Con el fin de establecer una definición operativa, del concepto de sustentabilidad, se requiere identificar una serie de propiedades o atributos generales, tales como la identificación de los puntos críticos del sistema, la selección de los criterios de

diagnóstico e indicadores, medición y monitoreo de los indicadores y la integración de resultados (Masera *et al.* 1999).

Es más común el uso de indicadores para la evaluación del área económica (indicadores económicos), utilizados en general por las agencias internacionales como el Banco Mundial o la OECD. La finalidad es identificar mediante algunas variables, las condiciones globales de los países en materias como el Producto Interno Bruto (PIB), la Población Económicamente Activa (PEA), el Ingreso per Cápita Anual (IPA), Natalidad y Mortalidad, Esperanza de Vida, por mencionar algunos de ellos. Estas mediciones han establecido divisiones de los países con base en su riqueza, y también han determinado los niveles de financiamiento al desarrollo. Las metodologías que se han aplicado en fechas más recientes han podido establecer niveles más precisos y de mayor desagregación de los datos, hasta constituir índices que aglutinan diversas variables, como es el caso del Índice de Desarrollo Humano (IDH) de la ONU, que puede determinar con mayor aproximación las condiciones de bienestar de la población en cada país.

De acuerdo con la ICLEI (2001), un indicador representa de manera simplificada “una situación dada en el marco de un sistema mayor, generalmente complejo”; por otra parte, hace énfasis en la importancia de no sólo revisar la selección de indicadores, sino también de la construcción de todo el sistema de indicadores. El modelo adoptado en “*Sustainable Seattle*” dice que los indicadores son “datos de la información o dan luz sobre todo un sistema”; agrega que son pequeñas ventanas que proveen una visión de la totalidad. Según la OCDE (1994), un indicador se conoce como “parámetro -o valor derivado de los parámetros- que provee la

información acerca del estado o situación de un fenómeno cuyo significado va más allá del valor directamente asociado al parámetro”; esta misma agencia define los índices como “un conjunto agregado, o con valores asignados, de parámetros o indicadores que reflejan una situación”. Para la EPA (1995), los indicadores ambientales (IA) son un parámetro o valor derivado del parámetro sobre variables definidas acerca de patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, actividades humanas que afectan o son afectadas por el medio ambiente o relaciones entre variables.

#### **2.9.4 Evaluación de sustentabilidad mediante indicadores**

La evaluación de la sustentabilidad, requiere de elementos de medición adecuados que permitan monitorear la evolución de los sistemas de manejo en el tiempo. Los indicadores deben reflejar los atributos generales de sustentabilidad y a la vez ser específicos a los sistemas de manejo bajo estudio (Astier *et al.* 2008).

Es fundamental la integración adecuada de los indicadores, de modo que permitan la valoración integral de los sistemas de manejo y la integración de valores normativos que ayuden en los procesos de planificación y toma de decisiones, así como a la priorización de los aspectos críticos que afectan o fortalecen la sustentabilidad de los sistemas de manejo.

Cuando hablamos de indicadores, estamos señalando un proceso mediante el cual se llega a evaluar de forma cuantitativa o cualitativa el estado y tendencia de un fenómeno sea este de enfoque económico, social o ambiental.

De acuerdo con el párrafo 40.4 de la declaración de la Agenda 21, *“Los indicadores de desarrollo sustentable necesitan ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles y contribuir a autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y el desarrollo”*. Estos indicadores constituyen un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad de un país.

En abril de 1995, la Comisión de Desarrollo Sustentable (CDS) de Naciones Unidas aprobó el Programa de Trabajo sobre Indicadores de Desarrollo Sustentable 1995-2000, a instrumentarse en diferentes etapas. Si bien México comenzó su participación de manera informal desde el arranque de la convocatoria, fue a partir de marzo de 1997, durante el tercer taller sobre el tema celebrado en Costa Rica, los anteriores fueron en Estados Unidos y Bélgica (1995 y 1996), cuando se sumó formalmente a otros 21 países que de manera voluntaria, habían decidido participar en la prueba piloto mundial para desarrollar dichos indicadores. En 1998, el número de países participantes llegó a los siguientes 22:

- África: Ghana, Kenya, Sudáfrica, Marruecos y Túnez.
- Asia / Pacífico: China, Filipinas, Maldivas y Paquistán.

- Europa: Alemania, Austria, Bélgica, Finlandia, Francia, Reino Unido y República Checa.
- América: Barbados, Bolivia, Brasil, Costa Rica, México y Venezuela.

### **2.9.5 Indicadores compuestos**

Durante los últimos años, tanto los tomadores de decisiones como los grupos de interés y los medios de comunicación, han manifestado un interés creciente en realizar esfuerzos por diseñar mecanismos o herramientas útiles para evaluar la sostenibilidad del desarrollo en los países, ello derivado de los consensos internacionales que han destacado la relevancia del tema. Esto quedó claramente expresado en la Declaración de Río, sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Schuschny y Soto 2009).

En la última década, se han desarrollado herramientas para el análisis de sustentabilidad basado en la construcción de indicadores compuestos cualitativos (Gallopín 2006). Uno de los aportes principales es el de integrar los indicadores en diferentes áreas, haciendo énfasis en el estudio de las interrelaciones inherentes a los sistemas de indicadores.

Por tal motivo la mayoría de los países de la región de América Latina y el Caribe, se han visto motivados a fomentar iniciativas que faciliten la construcción de sistemas de Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS), incluyendo esfuerzos por generar información sobre temas ambientales para los cuales existen pocos datos,

así como a procurar estrategias de difusión que pongan a disposición de la manera más amigable y accesible posible dicha información para facilitar, tanto a los gobiernos como a los grupos de interés, la evaluación de los progresos en pro de la sostenibilidad del desarrollo. En particular, los indicadores de desarrollo sostenible han mostrado ser una herramienta de utilidad en el trabajo de diseño y evaluación de desempeño de las políticas públicas en el marco de un análisis indicador.

Recientemente, los indicadores compuestos o sintéticos que resumen la información contenida en los sistemas de indicadores, han ganado un creciente interés como una herramienta eficaz que contribuye a la formulación y el análisis de políticas públicas así como a su evaluación y comunicación. Por su capacidad de síntesis, los indicadores compuestos permiten atraer la atención de la comunidad, dar lugar a la creación de narrativas convincentes y ayudar a enfocar los debates de las políticas integradas que promuevan el desarrollo orientado a la sostenibilidad.

### **2.9.6 Construcción de indicadores compuestos**

Para poder construir un indicador compuesto es necesario se cumplan ciertas condiciones básicas:

1. Una definición clara del atributo que se desea medir, para tener un sustento conceptual.
2. Información confiable para realizar una adecuada medición y darle la validez necesaria.

3. Tener un objetivo claro de para que se está creando este indicador.

La construcción de indicadores compuestos con el fin de analizar y evaluar el desempeño de los países, suele realizarse en múltiples áreas de la gestión pública tales como la Economía y sus diversos sectores (industria, agricultura, servicios, etc.) el desarrollo social y el análisis integrado del medio ambiente y su interacción con el desarrollo económico, sectorial y social. Estos indicadores compuestos también suelen aplicarse en la formulación de políticas de promoción de la innovación y la investigación científica. La Unión Europea y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos han sido pioneras en el desarrollo de iniciativas relacionadas con estos conceptos, generando un acervo de documentación que puede servir de punto de partida para su estudio (Schuschny y Soto 2009).

Los indicadores compuestos suelen ser empleados para establecer comparaciones acerca del desempeño de las unidades de análisis a partir de las cuales se calculan. Se suele argüir que el uso de indicadores compuestos facilita la interpretación de los escenarios que deben considerar los tomadores de decisiones y que son una herramienta de suma utilidad para evaluar el desempeño de los países mediante los ejercicios de comparación.

De acuerdo con lo propuesto por la Nardo *et al.* (2005), se debe de seguir un proceso de etapas minuciosas para construcción de un indicador compuesto.

a) Desarrollo de un marco conceptual

- b) Selección de los indicadores
- c) Análisis multivariado
- d) Imputación de datos perdidos
- e) Normalización de los datos
- f) Ponderación de la información
- g) Agregación de la información
- h) Análisis de robustez y sensibilidad

**Tabla 1. Sistema de construcción de un indicador compuesto de tipo social**

Indicadores simples	Área temática	Componentes	Índice
Alimentación Educación Vestido Salud Esparcimiento	Calidad de vida	Ponderación	Satisfacción
Ideal de vida Condiciones de vida Satisfecho Metas en la vida No cambiaría nada en mi vida	Satisfacción con el nivel de vida		
Gana dinero Reconocimiento Casa grande Máximo vol. de producción Metas en ingresos Metas productivas Mejoras en equipo Mejor que otros	Satisfacción con aspectos relacionados entre el establo y el hogar		

Continua

Problemas en el trabajo creativo en el establo Intereses externos o pasatiempos Nuevas experiencias El trabajo es absorbente Trabajo variado Hacer cosas útiles Trabajo en actividades	Satisfacción con aspectos relacionados entre el establo y el hogar	Ponderación	Satisfacción
Contribuye a la mitigación del hambre Ofrece trabajo Contribuye al crecimiento económico Su producto es accesible Participa en eventos de la comunidad Mantiene a la familia en la actividad Es propietario de la tierra Persona dadivosa			

Fuente: Elaboración propia.

### 2.9.7 Indicadores sintéticos

La evaluación de la sustentabilidad se puede realizar de dos formas: mediante un conjunto de indicadores simples (*Indicadores*) o por un indicador sintético (*índice*).

Los indicadores simples están contruidos por la combinación de datos, mientras que el indicador sintético, se construye por la conversión de los indicadores en un índice mediante una función matemática que los sintetiza (Sánchez 2009).

El análisis de un conjunto de *indicadores simples* se realiza primeramente para cada indicador de forma individual, comparando su valor observado con el valor límite deseado. Posteriormente, los resultados de todos los indicadores del conjunto se expresan comúnmente de forma simultánea mediante gráficos AMOEBA (ten Brink *et al.* 1991).

En el caso de una evaluación de sustentabilidad, mediante un indicador sintético, permite obtener un resultado de manera global mediante un parámetro resultado de una agregación que sintetiza la información de cierto grupo de indicadores, lo cual resulta más fácil de comprender para todo tipo de personas, facilitando así mismo la toma de decisiones. No obstante, la sintetización de datos ha sido duramente criticada por depender de la intencionalidad del proceso de ponderación de los indicadores simples por inferirle cierto enfoque social al índice. Y de igual manera esta sintetización de indicadores, puede venir acompañada de pérdida de información primaria, resultando en una muy limitada replicabilidad de los resultados (von Wiren-Lehr 2001). Sin embargo, aunque en el proceso se pierden determinadas informaciones, si el índice ha sido correctamente diseñado, sigue siendo capaz de condensar toda la información relevante (Mitchell 1996).

### **2.9.8 Agregación de indicadores simples**

Una manera de agregar los indicadores simples es mediante la asignación de pesos a cada uno de ellos, ya que el empleo de pesos condiciona la existencia de compensación entre indicadores. Una manera de hacerlo es la técnica de

ponderación creando una ordenación cardinal vía los pesos de intensidad de las preferencias sociales con relación a un fenómeno, donde los pesos identificados adoptaran el significado de compensación. La forma de agregación, asume distintos grados de compensación, pudiendo ser total, parcial o nula. Los pesos pueden estar representados por valores numéricos indicando la importancia que cada uno de los indicadores tengan relativamente, tal es el caso de las puntuaciones cardinales. Otra manera de hacerlo, es usando ordenaciones ordinales mediante técnicas de ponderación indicando orden y no preferencias.

Así las ordenaciones de agregación cardinales representan la existencia de subjetividad, mientras que las formas de agregación ordinales son más bien objetivas.

En el caso de la sostenibilidad débil, se emplea la compensación total y en el caso de la sostenibilidad fuerte se usa la compensación nula. Por lo que en un análisis de sostenibilidad sería adecuado construir indicadores sintéticos, mediante las distintas formas de agregación para poder examinar los posibles efectos en resultados por causa del método de agregación, el cual está determinado por el tipo de indicadores simples que se utilicen para la construcción de indicadores compuestos y/o sintéticos.

En general, los métodos de compensación en la agregación de variables o indicadores simples se agrupan en tres categorías: compensación total (funciones lineales aditivas y funciones multicriterio compensatorias), compensación parcial

(funciones multiplicativas o geométricas y funciones multicriterio parcialmente compensatorias) y no compensatorias (funciones multi-criterio).

### **2.9.9 Indicadores económicos**

La sustentabilidad económica está inserta en el concepto de renta definida como la cantidad máxima que un individuo puede consumir en un período determinado de tiempo sin reducir su consumo en un período futuro (Hicks 1945). Según esta definición de renta, el cálculo de la misma, medido en términos de producto nacional o interior bruto, debe hacerse incluyendo la riqueza y los recursos medioambientales de un país. En caso contrario, la medición no indicaría el grado de sustentabilidad.

Su función es evaluar el nivel económico y la prosperidad de un sitio por medio de cálculos, estadísticas y estándares establecidos.

La mayoría de los indicadores económicos utilizados tradicionalmente, no reflejan la sostenibilidad de un lugar, pero si lo hacen si se combina su resultado con otro tipo de indicadores ya sean ambientales o sociales.

En el campo de los indicadores económicos, existen varios de éstos convencionales, que normalmente se dirigen a evaluar la rentabilidad económica, de un determinado proyecto de inversión o sistema de manejo. La principal herramienta utilizada para este fin, es el análisis de costo-beneficio. En esencia, constituye una contabilidad de todos los costos y beneficios del proyecto,

convertidos a dinero y ajustados en el tiempo, de acuerdo con una tasa de interés dada (Masera *et al.* 1999).

Las principales críticas al uso exclusivo de los indicadores económicos, se refiere a la necesidad de "colapsar" todos los beneficios y costos, asociados en una unidad monetaria, al supuesto operacional de que los mercados son perfectos, a la determinación de la tasa de descuento individual y social, que se utilizará en el análisis y a la dificultad de valorar adecuadamente, en términos monetarios, los ambientes. En los análisis de sustentabilidad, los indicadores económicos convencionales, deben verse como un instrumento auxiliar importante, pero solo indicativo de aspectos parciales del problema. En lo posible, estos indicadores deben incluir un análisis de sensibilidad y deben tratar de incorporar los costos ambientales más directos de las opciones en consideración (Masera *et al.* 1999). Por su parte León (1997), menciona una serie de indicadores económicos para la agricultura y ganadería, tales como: superficie de tierras de labor y cultivadas, valor y volumen de la producción agrícola y ganadera, volumen de la población agrícola y ganadera (solo principales mercancías) y población ganadera en tipos principales.

### **2.9.10 Indicadores sociales**

Los indicadores sociales son utilizados para evaluar el nivel de bienestar de una sociedad (o grupo social), lo referente a la salud pública, la educación, cobertura de las necesidades básicas y en general todo lo relacionado con la calidad de vida, como complemento de un desarrollo plenamente sustentable.

Al igual que los otros tipos de indicadores de sustentabilidad, los indicadores sociales (incluyendo indicadores políticos y económicos) pueden ser cuantitativos o cualitativos. Los indicadores cuantitativos permiten realizar un seguimiento a través del tiempo de determinadas características. Los indicadores cualitativos brindan información perceptual, actitudinal y motivacional que no puede obtenerse por métodos cuantitativos. Los indicadores sociales, como los otros indicadores, deben además reunir las características de ser fácilmente comprensibles y medibles, replicables, técnicamente aceptables, sensibles a los cambios, y especialmente en este caso, reflejar los valores culturales de la comunidad local (Bellows 1994).

Este tipo de indicadores tienden a ser difíciles en su evaluación, debido a que tienden a ser cualitativos y difíciles de definir, con cierta precisión. Masera *et al.* (1999) mencionan ciertos indicadores sociales genéricos tales como: beneficiarios del sistema, grado de democratización, capacidad de superar eventos graves, mecanismos de resolución de conflictos, índices de calidad de vida, capacitación y generación de conocimientos, asimilación de innovaciones, involucramiento de productores en el diseño, implementación y monitoreo del sistema, derechos de propiedad (individuales y colectivos) reconocidos, poder de decisión en aspectos críticos del sistema de manejo y tipo, estructura y permanencia de las organizaciones locales. León *et al.* (1997) Mencionan también algunos indicadores de desarrollo socioeconómico general tales como: alfabetismo zonal, índices de alimentación, calzado y vivienda (en censos), salario mínimo medio, valor de la producción, mecanización (número de tractores, arados, plantas de alimento, etc.), número de vehículos registrados, valor de la producción en ramas económicamente

más importantes por habitante, inversión total acumulada por habitante, depósitos a la vista en bancos e impuestos por habitante.

Por su parte Ikerd (1996), menciona una serie de indicadores socioeconómicos, requeridos para monitorear la salud de un agro-ecosistema:

- Preservación, conservación y protección de los recursos naturales y ecológicos.
- Manejo de los ecosistemas con acciones colectivas de la sociedad en cuestión.
- Acciones colectivas sustentables, basadas en decisiones voluntarias antes que un decreto, fuerza o coerción
- Voluntad, acciones colectivas dirigidas a preservar la salud y sustentabilidad de los ecosistemas.
- Desarrollo de un conjunto de derechos humanos básicos que garantice, a los individuos tomar la voluntad necesaria y las acciones colectivas necesarias, para asegurar la sustentabilidad global.
- Responsabilidad por parte de los integrantes que asegure acciones colectivas consistentes en la sobrevivencia y salud del ecosistema global.

Los indicadores del desarrollo sustentable en ámbitos sociales, económicos y culturales, son cruciales. Una amplia tendencia de contar con criterios cuantitativos, que expresen los cambios socioeconómicos y ambientales, que provean lineamientos para las acciones que deberán tomarse, en función de estos cambios (Nazarea *et al.* 1998).

Con la idea de economía ecológica, los negocios, en general, o los agronegocios en particular, deben estar orientados hacia lo siguiente (Dharmawan 2000):

- La producción de alimento debe estar dirigida a satisfacer las necesidades humanas, pero, al mismo tiempo, deben de respetar la existencia de otros componentes del ecosistema.
- El paradigma del máximo aprovechamiento de los recursos naturales, así como ha sido entendido durante mucho tiempo y aceptado por el pensamiento económico convencional (neoclásico), debe ser corregido.
- El concepto de maximizar las ganancias, debe también reconsiderarse e integrar los beneficios futuros y otro tipo de ventajas reales, que serán obtenidas de los recursos naturales.
- Todos los actores económicos deben de prepararse, para contrarrestar todos los impactos negativos, que pudieran surgir, como resultado de sus actividades. Para toda actividad emprendida, debe de existir siempre, en su presupuesto, un componente de apoyo financiero, para las acciones de preservación ambiental. Este fondo es utilizado para garantizar la seguridad ecológica en el futuro.

Los principales indicadores socio-ecológicos pueden dividirse en tres grandes grupos: 1) indicadores de la actividad social, que particularizan las actividades, que ocurren dentro de la sociedad, por ejemplo, el uso de minerales, la producción de químicos tóxicos, el reciclaje de materiales, 2) indicadores de la presión ambiental, que indican las actividades humanas que afectarán directamente el estado del

ambiente, tales como las tasas de emisión de sustancias tóxicas y 3) indicadores de la calidad del ambiente, como la concentración de materiales pesados en suelos y los niveles de pH en depósitos de agua (Azar *et al.* 1996).

### **2.9.11 Indicadores ambientales**

Los indicadores ambientales evalúan el estado y los impactos a factores medioambientales como lo son: tierra, agua, aire, áreas verdes, etc.

El concepto más amplio un indicador es considerado como un signo, que a través de ciertos atributos son valorados por la sociedad para determinar una situación o un fenómeno en particular. Para fines de este trabajo consideraremos como indicador ambiental los siguientes conceptos: a) Son el uso y aplicación de estadísticas, parámetros y variables que proveen información para valorar el estado y tendencia concerniente a una condición o fenómeno ambiental. b) Medida que sintetiza la información relevante a un fenómeno ambiental en particular.

De acuerdo al marco expuesto por SINIA (2011), es necesario que cada indicador propuesto en lo general cumpla con las siguientes funciones:

- La cualidad de evaluar calidad y cuantificar cambios ambientales.
- Pronosticar tendencias.
- Que sea de fácil colección, medición e interpretación en sus resultados.
- Bajos costos de operación.

- Deben ser técnicamente consensuados y políticamente aprobados a través de las consultas.
- Deben ser aplicables a diferentes escalas y unidades de manejo (Indicadores agregados y desagregados).
- Tener un alto conocimiento, dominio y referencia sobre el indicador propuesto.
- Debe estar en función de medir y resolver los problemas más sentidos del ambiente y los recursos naturales.
- Debe estar en función del interés y capacidad institucional para la colecta y validación de la información y líneas de base.
- Deben estar ponderados bajo un sistema de clasificación de alerta de acuerdo al nivel de tolerancia o permisible.

#### **2.9.11.1 Balance de Nitrógeno y Fosforo**

El sector ganadero y, en especial, los rumiantes se consideran como uno de los más importantes contribuyentes a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), con 18% de emisiones netas globales, sobre todo de los principales gases: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), generados por la fermentación ruminal y las deyecciones de los animales (Blanco *et al.* 2011 e Indira y Srividya 2012).

Los balances de nutrientes permiten conocer el potencial de riesgo ambiental de los sistemas productivos. Así, la evaluación de los balances resulta una herramienta necesaria para disminuir la excreción de nutrientes, desde una comprensión integral del sistema productivo, buscando la mejor ecuación productiva, económica y ambiental (Herrero 2006).

La acumulación de nutrientes en el suelo en especial el Nitrógeno (N) y Fosforo (P) es la mayor preocupación de las agencias reguladoras que protegen la calidad de las aguas (Torres 2005). Este hecho ha resultado en la implementación de diferentes regulaciones legales sobre los sistemas de producción de leche en Estados Unidos (Dou 2002). Debido a esta situación es necesario desarrollar e implementar estrategias de manejo para mejorar los balances de nutrientes y mantener la productividad del sistema a la vez que se minimiza el efecto de la excreción de nutrientes sobre el ambiente.

#### **2.9.11.2 El ciclo del nitrógeno**

El ciclo del nitrógeno es particularmente complejo y dinámico, ya que en él se dan una serie de cambios y transformaciones, de las cuales un gran número de ellas dependen netamente de procesos microbianos, que a su vez se ven afectados por diferentes factores como: temperatura, humedad, aireación y pH del suelo entre otros.

### **2.9.11.3 Compuestos inorgánicos de nitrógeno**

Las formas inorgánicas de nitrógeno presentes en el suelo incluyen amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) y nitrógeno elemental ( $\text{N}_2$ ), el cuál es inerte excepto para aquellos microorganismos fijadores de nitrógeno (Follett 2001).

Desde el punto de vista de fertilidad del suelo,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , y  $\text{NO}_3^-$  son los más importantes y son producidos a partir de la descomposición de la materia orgánica del suelo o de la adición de fertilizantes nitrogenados. Estas tres formas representan entre 2 y 5% del nitrógeno total del suelo (Engels y Marschner 1995).

### **2.9.11.4 El nitrógeno en el ganado de leche**

El nitrógeno ingresa al sistema como productos comprados: fertilizantes, alimentos balanceados, suplementos proteicos, animales, etc. Estas entradas son el origen de todo el nitrógeno requerido para la producción animal y de forraje.

Existe dentro de los límites de la finca una serie de procesos microbiales que regulan las formas y flujos dentro del suelo. Luego hay una serie de interacciones entre el ambiente, el manejo y el impacto de los animales. Estos últimos modifican las características fisiológicas y de consumo de nutrientes del forraje debido al pastoreo y por lo tanto reducen lo que podría ser una gran fuente de salida de nitrógeno del sistema. También afectan las características físicas del suelo debido al pisoteo. Sin embargo, el mayor efecto es a través del retorno de excretas, ya sea

directamente en la pastura o después del almacenaje. Las cantidades de N directamente recicladas son considerables. El reciclaje de excretas durante el pastoreo también impone un alto grado de heterogeneidad a un sistema de por sí heterogéneo. El N del estiércol es reciclado, al menos en parte, para la producción de forraje o algún otro cultivo que se tenga en la finca. El N en el forraje es entonces reciclado como alimento para los animales (Elizondo 2006).

El N sale del sistema preferiblemente como salidas esperadas, lo que incluye animales, leche, estiércol y posiblemente forraje o alguna cosecha. Alguna cantidad sale del sistema como pérdidas al ambiente hacia aguas superficiales, aguas subterráneas o hacia el aire, en los procesos de volatilización, de nitrificación y lixiviación explicados anteriormente.

El balance es la diferencia entre las entradas y las salidas esperadas. Los sistemas ganaderos con un desbalance significativo, donde las entradas son mayores que las salidas, están concentrando nutrientes resultando en un riesgo para la calidad del agua y el aire. En contraste, sistemas que han alcanzado un balance, representan un sistema de producción potencialmente sustentable (Hart *et al.* 1997).

Las proteínas son las macromoléculas más abundantes presentes en todas las células y en todos sus componentes. Se encuentran en gran variedad de formas, tipos y tamaños. Exhiben además una gran diversidad de funciones biológicas. Lo curioso es que simples unidades proveen la estructura de estas importantes moléculas. Todas las proteínas, desde la más simple hasta la más compleja, están

formadas por diferente número y combinaciones de un grupo de 20 aminoácidos, los cuáles poseen en su estructura al menos un átomo de nitrógeno (Nelson y Cox 2000).

A la proteína de la dieta generalmente se le refiere como proteína cruda, la cual para las materias primas y alimentos se define como el contenido de nitrógeno multiplicado por 6,25; basado en la presunción de que el contenido de nitrógeno en los ingredientes es de 16 gramos por cada 100 gramos de proteína (NRC 2001).

Los requerimientos de proteína varían dramáticamente entre edades y especies. Los animales requieren proteína para mantenimiento y producción (preñez, crecimiento y lactación). Además, los microorganismos presentes en el rumen requieren también N para su crecimiento.

El NRC en su última publicación (2001) incorporó la proteína metabolizable como una forma más precisa para estimar los requerimientos proteicos de los rumiantes y la define como la proteína verdadera que es digerida posterior al rumen y los aminoácidos absorbidos en el intestino. La proteína cruda microbial sintetizada en el rumen, la proteína cruda del alimento no degradada en el rumen y la proteína cruda endógena, contribuyen al paso de la proteína metabolizable al intestino delgado.

Durante la fermentación de los alimentos en el rumen, el N suplido en exceso de lo requerido por los animales es excretado principalmente como urea en la orina. La urea en la orina es rápidamente convertida a amoníaco por actividad de la ureasa

en el medio (Taminga 1992), con las consecuencias ambientales negativas que han sido descritas anteriormente.

La cantidad de nitrógeno excretado dependerá del consumo de materia seca, la concentración proteica y la digestibilidad de la dieta. Experimentos que miden la excreción del nitrógeno con concentraciones variables de este elemento en la ración, confirman que la excreción total de nitrógeno se puede predecir bastante bien al sustraer el contenido de nitrógeno en la leche de aquel consumido en la dieta (Van Horn *et al.* 1994). Así por ejemplo, una vaca que consume 21 kilogramos de materia seca con un contenido de proteína cruda de 16% y además produce 25 kilogramos de leche por día con 3,2% de proteína cruda, excretará 15,90 gramos de nitrógeno, basado en la siguiente ecuación:

$$N \text{ excretado } / \frac{g}{d} = KgMS \times \frac{\%PCx}{100} \times 6.25 - Kg \text{ leche} \times \frac{\%PCL}{100} \times 6.38^a$$

Donde:

N excretado = Nitrógeno total excretado en heces y orina (g/día).

Kg MS = Cantidad de materia seca consumida (kg/día).

% PC = Porcentaje de proteína cruda en la dieta.

% PCL = Porcentaje de proteína cruda en la leche.

6,38<sup>a</sup> = El contenido de nitrógeno en la leche es de aproximadamente 15,67 gramos por cada 100 gramos de proteína.

(Moorby y Theobald 1999).

Además de los efectos ambientales negativos, otro problema concerniente con el exceso de nitrógeno en el ganado de leche es el relacionado con aspectos reproductivos. Jordan *et al.* (1983) por ejemplo, observaron que la viabilidad del óvulo y los espermatozoides se redujo cuando se daban excesos de proteína en la dieta. Por otra parte, diversos estudios han reportado bajas tasas de concepción en vacas con altos niveles de urea en la sangre (Elrod y Butler 1993; Ferguson *et al.* 1993; Butler *et al.* 1995). Roseler *et al.* (1993), Determinaron que la concentración de urea en la leche es proporcional a la concentración de urea en la sangre, por lo que un alto nivel de urea en la leche, será indicativo de que los animales están siendo alimentados con niveles excesivos de proteína y por lo tanto la concentración de nitrógeno en heces y orina será mayor que aquel cuando se ofrecen dietas con niveles adecuados de este nutriente.

#### **2.9.11.2 El ciclo del fosforo**

La recomendación de NRC (Leonardi 2004) sugiere que el contenido de P de 0.32 a 0.37% de la dieta puede reunir los requerimientos para vacas de alta producción (entre 30 y 45 kg/d). Este hecho refleja una disminución entre el 20 y el 25% con respecto a la edición previa del NRC. Lo anterior ha generado una discusión acerca de los altos niveles de P dietario que se manejan actualmente en los sistemas intensivos de producción de leche en el país debido al alto contenido de los forrajes y a la suplementación con sales minerales que se valoran de acuerdo a su contenido de P.

### **2.9.11.5 Reducción de pérdidas de N y P**

El diseño de raciones que reúnan la cantidad adecuada de N Y P de acuerdo con los requerimientos animales, reduce los excesos de estos elementos en la dieta y es una alternativa, para alcanzar productiva y económicamente el objetivo ambiental que se persigue. Hasta ahora, el manejo nutricional de la vaca lechera estaba enfocado como una herramienta para maximizar únicamente la producción animal, prestando poca atención a la excreción de nutrientes a través de heces y orina (Tamminga 1992).

Una de las estrategias para reducir las pérdidas de N y P es la disminución del consumo de estos elementos a través de la dieta. (Tamminga 1992), plantea el uso de ensilajes de gramíneas como una herramienta para reducir el contenido dietario de N y P, ya que generalmente estos alimentos tienen un menor contenido de estos nutrientes, comparados con los pastos frescos manejados intensivamente. La información disponible en el ámbito internacional es bastante amplia en el tema de ciclaje de nutrientes pero no representa la realidad de los sistemas especializados de producción de leche basados en pastoreo (Herrero 2006).

Energía bruta (EB). Es el calor de combustión cuando una sustancia orgánica es completamente oxidada a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. El valor de EB está relacionado con la composición química, pero tiene un uso limitado en nutrición porque no provee información de la energía disponible para el animal.

Energía digestible (ED). Es la EB del alimento menos la EB perdida en la materia fecal. Una medida equivalente, pero en unidades de peso, es Nutrientes Digestibles Totales (NDT). 1 kg de NDT = 4,4 Mcal de ED.

Energía metabolizable (EM). Energía disponible para el metabolismo animal luego de sustraer de la ED las pérdidas de energía que ocurren con la orina (EU) y los gases de la fermentación (EG), principalmente metano.  $EM = ED - EU - EG$   $EM = 0.82 * ED$ , para bovinos (NRC 1984).

Energía neta (EN). Es la cantidad de energía recuperada (ER) en los productos animales, el resto se pierde como energía calórica (EC). La EM se utiliza con diferentes niveles de eficiencia, dependiendo del estado fisiológico del animal (mantenimiento, crecimiento, preñez, lactancia). Para ganado vacuno productor de carne, se utilizan dos valores de energía neta: uno para mantenimiento (ENm) y para crecimiento y engorde (ENg). Tanto los requerimientos como los valores de energía de los alimentos se expresan en estas dos unidades.

#### **2.9.11.6 Balance energético**

Los análisis de energía son muy importantes en la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Mora *et al.* 2006). La actividad agropecuaria se puede considerar como un proceso de conversión de energía, donde la energía solar, a través de la fotosíntesis, se transforma en alimento para los seres humanos, y en forraje para los animales (Denoia y Monticos 2010). No obstante, la agricultura

moderna requiere de aportes de energía fósil en todas las etapas de la producción, como el uso directo de la energía en maquinaria agrícola, agua de riego, operaciones de cultivo y cosecha (Denoia y Monticos 2010).

Se ha constatado que, mientras mayor sea el suministro de alimento concentrado, mayor será la producción de GEI, así como también los gastos energéticos.

El uso irracional de la energía es un tema muy ligado al cambio climático y a la acumulación de GEI. La energía consumida en los sistemas agropecuarios proviene del trabajo humano y animal, de la materia orgánica, los insumos industriales y del sol. Parte de esta se transforma en producto, y el resto se pierde en el proceso (Funes *et al.* 2009).

Los animales, como organismos heterotróficos, dependen de las plantas para sobrevivir; por tanto, los sistemas de producción animal son intrínsecamente menos eficientes que los de producción de cultivos, en la obtención de energía para la alimentación humana (Pimentel y Pimentel, 2008). Sin embargo, los animales desempeñan un papel clave en el manejo sostenible de los recursos naturales al cerrar ciclos ecológicos que garantizan un mejor uso de los nutrientes y la energía circulante en el sistema (Schiere *et al.* 2002).

## **2.10 El Método de agregación aditivo**

Dentro de estos métodos de agregación aditiva lineal se encuentran la suma de valores ordinales o reales, la suma de desviaciones nominales y la suma de los indicadores ponderados normalizados. (OCDE y JCR 2008).

Matemáticamente el método consiste en la agregación lineal ponderada aplicada sobre un conjunto de variables normalizadas. Su fórmula es la siguiente:

$$I_t = \sum_{i=1}^K W_t^i * Y_t^i$$

Donde:

IS = Indicador sintético

$$\sum_{i=1}^K W^i = 1 \text{ y } 0 \leq W^i \leq 1, t = 1, 2, \dots, K$$

$Y_t^i$  = Valor normalizado del indicador  $t$

$W^i$  = Peso asociado al indicador  $t$

Para la aplicación de la técnica de agregación lineal aditiva, es necesario que los indicadores simples sean independientes entre ellos con la finalidad de que si eliminamos alguno del modelo, no se presenten cambios importantes en los otros y no se modifique la inferencia estadística.

Los pesos en los métodos de agregación lineales aditivas, siempre deberían reflejar la importancia relativa de los indicadores expresada por su tasa marginal de sustitución.

Para la aplicación de la técnica de agregación lineal aditiva, es necesario que los indicadores simples sean independientes entre ellos con la finalidad de que si eliminamos alguno del modelo, no se presenten cambios importantes en los otros y no se modifique la inferencia estadística.

Los pesos en los métodos de agregación lineales aditivas, siempre deberían reflejar la importancia relativa de los indicadores expresada por su tasa marginal de sustitución.

# CAPITULO 3

## OBJETIVOS

### 3.1 General

1. Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción lecheros periurbanos de pequeña escala.

### 3.2 Específicos

1. Evaluar los indicadores económicos de sostenibilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala.
2. Evaluar los indicadores sociales de sostenibilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala.
3. Evaluar los indicadores ambientales de sostenibilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala.

# CAPITULO 4

## METODOLOGÍA

### 4.1 Área de estudio

La siguiente investigación se llevó a cabo en diferentes poblados del municipio de Texcoco (San Miguel Coatlinchan, Sta. Cruz, Cuahutlalpan, Tocuila, Huexotla, Palmillas y La Trinidad), perteneciente a la Delegación Nororiente según la clasificación de SEDAGRO.

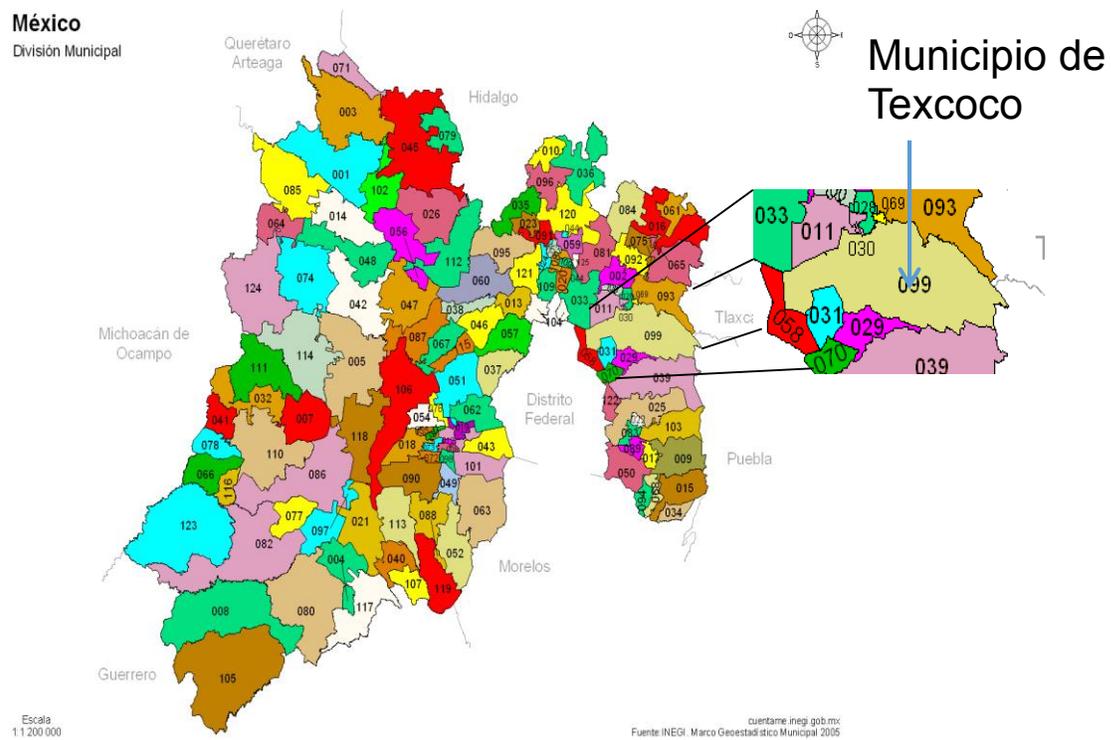


Figura 1. Localización del municipio de Texcoco en el Estado de México

El municipio de Texcoco tiene una extensión territorial es de 418.69 km<sup>2</sup> y tiene una altitud media a la cabecera municipal de 2.800 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media anual es de 15.9°C y un clima considerado como templado semi húmedo y una precipitación media anual de 658 mm (INEGI 2013).

El Estado de México, es el séptimo Estado en producción de leche a nivel nacional y el Distrito de Desarrollo Texcoco (DDRT) se posiciona como el segundo Distrito en producción de leche en el Estado de México (SIAP 2013).

#### **4.2 Obtención de datos**

La obtención de datos se realizó mediante técnicas de investigación participativa, aplicación de encuestas, entrevistas estructuradas y semi-estructuradas a productores, familiares, empleados y en general a personas que tuvieran que ver con el proceso productivo. Se utilizó además observación directa para corroborar todos los datos obtenidos y la distribución de las actividades, tanto al interior de los hatos lecheros como en las casas de las familias de productores.

Se consideraron datos generales de los productores (edad, escolaridad, antigüedad como productor, horas de dedicación, división de labores, entre otros), características de infraestructura, prácticas de manejo (horarios, tipo de ordeña, detección de celo, sistema de cruzamiento, registros de producción, etapa fisiológica, edad, apariencia física, razas, etc.) datos productivos y datos económicos.

Se realizaron visitas periódicas cada dos semanas para el monitoreo de los indicadores productivos, para su respectivo análisis económico.

#### **4.3 Validación del instrumento de recolección de datos**

La validación de la información obtenida fue mediante la técnica de repetición de las preguntas, preguntas sinónimas y respuestas policotómicas, además de definir con claridad cada una de los ítems utilizados en los cuestionarios.

Se validó además el instrumento de recolección de datos aplicando el coeficiente de alfa de Cronbach (Cronbach 1951), el cual mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones y determina su similitud. La interpretación es que en cuanto más se acerque el valor a 1, más fiable es el instrumento, el rango de aceptabilidad será aceptable a partir de valores superiores a 0.70.

#### **4.4 Estimación del tamaño de muestra**

El marco de muestreo se elaboró con las listas de productores registrados en las delegaciones y asociaciones ganaderas locales y se depuró mediante visitas periódicas a las explotaciones ganaderas. Se determinó una población total de 225 unidades productivas y se definieron 39 unidades para el estudio.

La variable a considerar con respecto al muestreo fue el tamaño de hato y se determinó así, pues de ello depende también el tamaño de la construcción, el equipamiento y por ende los costos e ingresos. La estimación del tamaño de muestra final consideró un de error de estimación de 5% y confiabilidad del 95%, la fórmula es la siguiente:

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

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)

$S^2 N_i$  = desviación estándar del *i-esimo* estrato

$D^2$  = precisión

La fórmula es la siguiente:

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

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,

g|

d = 10% de la media.

Una vez obtenido el tamaño de muestra, ésta se asignó a los estratos en forma proporcional al tamaño y varianza de los mismos, cuya expresión es la siguiente:

$$n_i = \frac{N_i S_i}{\sum N_i S_i} n$$

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)

En la tabla 2, se muestra, la conformación de los tres estratos productivos definidos de acuerdo al tamaño de la población con su respectiva muestra, usando los criterios descritos por Álvarez *et al.* (2004).

**Tabla 2. Definición de tamaño de muestra (vacas en producción).**

Estrato	Tamaño	Población	Muestra
1	3 a 9	130	20
2	10 a 19	99	16
3	20 a 30	16	3
Total		245	39

Fuente: Elaboración propia con información de campo

#### **4.5 Resumen del desarrollo de la investigación**

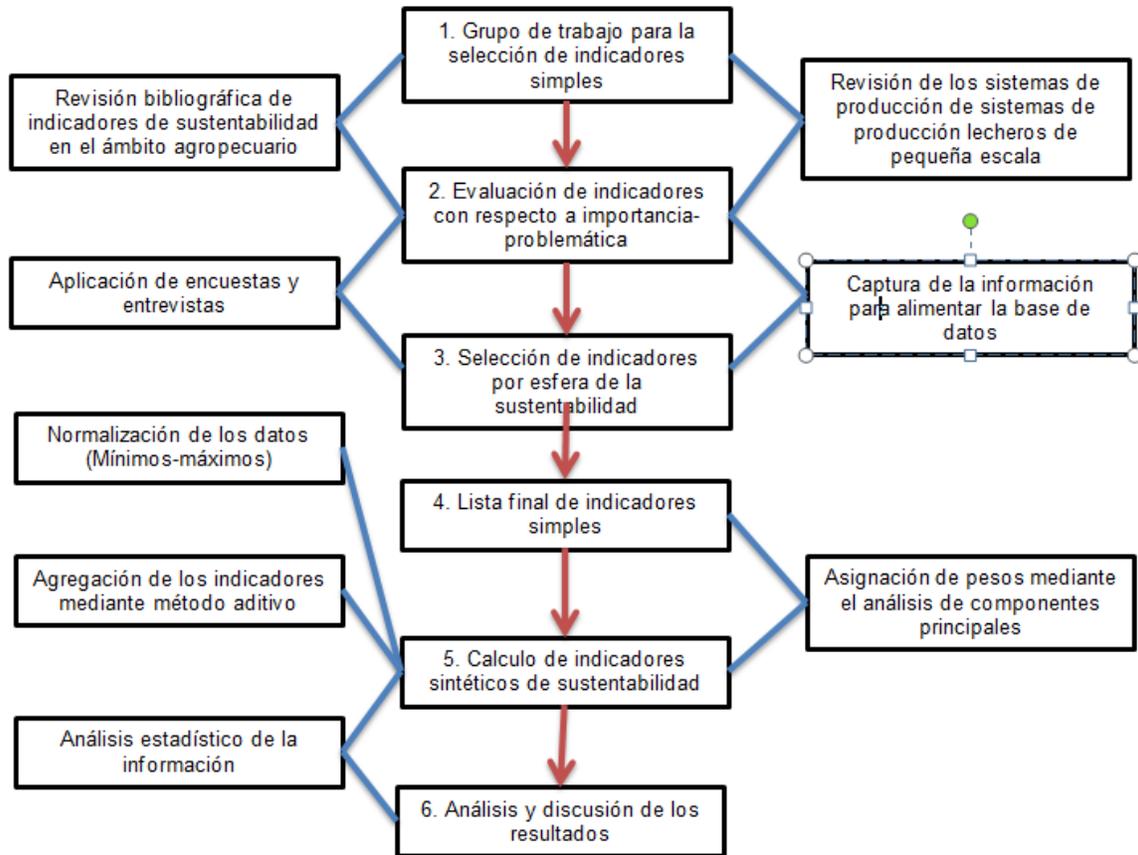
El desarrollo de la investigación parte de una mesa de trabajo en la cual se discutieron y seleccionaron indicadores de acuerdo a las problemáticas y necesidades encontradas previos estudios en la zona de análisis.

La metodología consiste en una secuencia de pasos que conducen a la compilación de un grupo de indicadores que sean adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los sistemas de producción lecheros de pequeña escala y de cualquier sistema agropecuario en general. Se ha buscado que esta metodología sea sencilla pero confiable, de bajo costo y que permita evaluar aquellos aspectos que comprometen la sostenibilidad en sus distintas esferas (económica, social y ambiental), dentro de estos sistemas.

Una vez seleccionados los indicadores se procede a la evaluación de cada uno de ellos, la estandarización de los datos, ponderación de valores y finalmente la agregación de valores con la finalidad de obtener un único indicador global que nos explique el nivel de sostenibilidad de los sistemas lecheros de pequeña escala.

En la figura 2. Se muestra de manera general, el desarrollo de la metodología para la determinación de la sustentabilidad mediante la construcción de un indicador sintético.

**Figura 2. Metodología para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala.**



#### 4.6 Grupo de trabajo para la selección de indicadores simples.

Se realizaron diversos grupos de trabajo con la finalidad de explorar de manera confiable y creativa las ideas y producción de datos convenientes para la toma de decisiones basados principalmente en el método Delphi, descrito en el capítulo 2.

- Estudiantes
- Mesa de productores

- Mesa de investigadores
- Mesa de consumidores

Los estudiantes en conjunto de la mesa de investigadores, se encargaron del desarrollo del instrumento de recolección de datos, tal que fuera adecuado para la precisa obtención de información, para su consecuente transformación a variable-indicador. Todo lo anterior de acuerdo con las bases teóricas para la construcción de indicadores compuestos y sintéticos y de acuerdo al previo estudio y análisis de los sistemas de producción lecheros de pequeña escala, siempre considerando sus fortalezas, debilidades y necesidades, sobre todo de los productores, familiares y consumidores.

La mesa de productores, se encargó de debatir a partir del trabajo de campo y los datos obtenidos, de debatir acerca de la importancia de cada variable con la finalidad de que se integrara una matriz de variables económicas, sociales y ambientales que puedan servir como herramienta diagnóstica mediante el aporte de información fundamental para la adecuada evaluación de la sustentabilidad.

Después de emplear este procedimiento, se obtiene finalmente un grupo de 12 indicadores.

- 3 de la dimensión económica
- 5 de la dimensión social
- 4 de la dimensión ambiental

## **4.7 Metodología para la construcción de indicadores compuestos**

La metodología para la construcción de indicadores compuestos parte del marco metodológico de evaluación de la sostenibilidad propuesto por Cauwenberg *et al.* (2007), mejor conocido por sus siglas en inglés como marco SAFE (*Sustainability Assessment of Farming ante Environment Framework*).

De esta manera los indicadores estarán compuestos por variables que podrán ser evaluadas, conformando un conjunto representativo de la sostenibilidad de la zona de estudio en sus tres dimensiones; económica, social y ambiental.

### **4.7.1 Indicadores económicos**

#### **4.7.1.1 E1. Rentabilidad privada**

La renta neta es un indicador definido como la diferencia entre los ingresos brutos y todos los costos que el productor necesita para el desarrollo de su actividad productiva incluidas depreciaciones de activos capitales (OCDE 2001).

Se utilizara para el cálculo de la renta neta, bajo un contexto de análisis a corto plazo, el margen bruto el cual corresponde a los ingresos menos los costos variables. Se consideran solo los ingresos derivados de la actividad productiva y no se incluirán las transferencias sociales representadas por los subsidios, justificando así el término Privado.

Calculo del indicador Rentabilidad privada

Expresión matemática:

$$E1 = \sum (RMP_i \times P_i) - CV_i$$

Como se mide:

Rentabilidad del establo (\$/año) = (rendimiento medio de producción x precio) + subvención - costos).

Donde:

E1 = Rentabilidad privada

RMP<sub>i</sub> = Rendimiento medio de la producción anual

P<sub>i</sub> = Precio por litro

CV<sub>i</sub> = Costos variables

Interpretación de resultado

La interpretación de los resultados del indicador E1 serán evaluados de acuerdo al resultado de la fórmula de viabilidad económica, considerando que cuando los resultados de este indicador sean negativos, la unidad analizada no será sostenible en la dimensión económica, mientras que cualquier número positivo determinará al hato como económicamente sostenible.

Así mismo el nivel de sostenibilidad obtenido de un hato o estrato productivo, puede ser comparado con otro sistema productivo y de esta manera evaluarlo como más o menos sostenible de acuerdo a los referentes de la zona.

#### 4.7.1.2 E2 Contribución al PIB

La contribución de la renta al PIB representa el porcentaje que el sistema de producción aporta al PIB del país (OCDE 2001).

Calculo del indicador Contribución al PIB

$$E2 = \sum (RMP \times P) - CV$$

Donde:

E2 = Contribución al PIB

RMP = Rendimiento medio de producción

P = Precio por litro de leche

CV = Costos variables

Como se mide

Contribución al PIB = (rendimiento medio de producción x precio) – costos

Interpretación de resultado

La interpretación de este indicador es correspondiente a la rentabilidad por lo que el cálculo del indicador Contribución al PIB, depende en gran medida de hacerlo sin incluir las transferencias del estado, de esta manera si el resultado de la fórmula es positivo, esto significa que el hato lechero en análisis es autosuficiente y que no depende de las subvenciones de otros sectores, es decir que es económicamente sostenible, por lo tanto contribuye al producto interno bruto del país.

#### 4.7.1.3 E3. Seguro ganadero

Reflejando la medida en que la contratación de un seguro es capaz de proporcionar estabilidad en la rentabilidad del productor ante pérdidas debidas a muertes inesperadas de los animales.

Calculo del indicador Seguro ganadero

$$E3 = \frac{\sum AA}{AT - ANA}$$

Donde:

E3 = Seguro ganadero

AA = Animales asegurados

AT = Animales Totales

ANA = Animales no asegurados

Como se mide

Seguro ganadero = Número de animales asegurados / (número de animales totales - Número de animales no asegurados).

Interpretación de resultado

El resultado de este indicador será mejor entre mayor sea el resultado obtenido de la ecuación. Así cuanto mayor es el indicador, mayor será la sostenibilidad económica, por la menor incertidumbre financiera, que un seguro ganadero brinda a una unidad de producción animal.

## 4.7.2 Indicadores sociales

### 4.7.2.1 S1. Empleo agropecuario

Mide la provisión y distribución de ingresos hacia los individuos sociales, lo cual hace a este indicador uno de los más relevantes en el ámbito.

Calculo del indicador empleo agropecuario

$$S1 = \sum \frac{(MO \times AP) + (MO \times h)}{NTA}$$

Donde:

S1 = Empleo agropecuario

MO = Mano de obra en horas de trabajo

AP = Animales productivos

H = Hectáreas cultivadas para alimento animal

NTA = Numero de animales totales

Como se mide

Empleo agropecuario (horas. de trabajo x animal y hectárea) = ((Mano de obra demanda por animal productivo x número de animales) + (mano de obra demandada por hectárea x número de hectáreas))/ número total de animales.

Interpretación de resultado

Este indicador tiene una particular e importante forma de interpretación, pues a mayor número de horas de trabajo requeridas por la unidad de producción, considera a dicho hato lechero, con una mayor capacidad de proveer empleo a la población local, haciendo que entre mayor sea este valor, mayor será la sostenibilidad social.

#### **4.7.2.2 S2. Transición generacional del establo**

La transición generacional es un indicador relevante pues tiene influencia sobre la continuidad de la actividad productiva en un hato lechero y en general de cualquier sistema productivo animal y agrícola. Los factores más influyentes a la hora de decidir la continuidad del establo, son la edad del productor y si hay un sucesor interesado en continuar con la misma actividad productiva.

Como se mide

Transición generacional = edad del productor + sucesor, tal que;

si  $55 \geq \text{Edad}$  ó si hay sucesor, = 1

si  $70 \geq \text{Edad} > 55$  y no hay sucesor, =  $1 - ((\text{edad} - 55) / (70 - 55)) \times 0.5$

si  $\text{Edad} > 70$  y no hay sucesor, = 0.5

Interpretación de resultado

El resultado del indicador transición generacional en función de las ecuaciones antes mencionadas se interpretara entonces con valores entre 0 y 0.5, por lo que

en cuanto más cercano sea el resultado a 0.5, mayor será la posibilidad de una exitosa transición generacional del establo y por tanto una mayor sostenibilidad social.

#### **4.7.2.3 S3. Riesgo de abandono de la actividad**

Se integra a este indicador el indicador de la rentabilidad que es un elemento fundamental en las actividades económicas del establo. El objetivo de este indicador, es calcular el riesgo de que el productor abandone la actividad productiva por cuestiones de baja rentabilidad.

Ingresos netos del establo menores al 50% de la localidad.

Como se mide

Riesgo de abandono de la actividad = Rentabilidad del establo, tal que;

si rentabilidad media local < Rentabilidad del establo = 0

si  $(\text{rentabilidad media local}/2) < \text{Rentabilidad del establo} \leq \text{rentabilidad media local}$   
local =  $(\text{rentabilidad media local} - \text{Rentabilidad del establo}) / ((\text{rentabilidad media local})/2) \times (0.5)$

si  $\text{rentabilidad del establo} < (\text{rentabilidad media local})/2$ , =0.5

Interpretación de resultado

El resultado depende en gran medida de la rentabilidad del hato lechero comparado con el promedio de la rentabilidad de la zona, de acuerdo con las ecuaciones

anteriores, el resultado ira de 0 a 0.5, mientras mayor se acerque a 0.5 mejor es la rentabilidad relativa y mejor la sostenibilidad social.

#### **4.7.2.4 S4. Satisfacción con la actividad**

La satisfacción con la actividad lechera es un elemento preponderante para la continuidad del establo, pues en la medida en que las personas involucradas obtengan satisfactores derivados o relacionados con su unidad de producción, en ese mismo sentido estará su satisfacción en general como modo de vida. El indicador mide el nivel de satisfacción que los propietarios tienen con la actividad lechera, incluidos el nivel de vida alcanzado con la actividad y aspectos relacionados entre la granja y el hogar y los ingresos.

Calculo del indicador Satisfacción con la actividad

$$S4 = \frac{NV + SAR + SI}{3}$$

Donde:

NV = Nivel de vida

SAR = Satisfacción con los aspectos relacionados entre la granja y el hogar

SI = Satisfacción con los ingresos

Como se mide

Satisfacción con la actividad = (Nivel + satisfacción con aspectos relacionados + satisfacción con los ingresos)/3

Interpretación de resultado

El resultado de este indicador refleja directamente el nivel de satisfacción que las personas involucradas tienen con respecto a la actividad lechera, cuanto mayor sea el valor, mayor será la sostenibilidad social del hato lechero.

#### **4.7.2.5 S5. Dependencia económica de la actividad lechera**

Este indicador calcula en qué medida los productores dependen de los ingresos de la actividad lechera, es decir el grado de especialización medida en porcentaje, es decir, que tanto de los ingresos de los productores proviene de la actividad lechera.

Como se mide

Dependencia económica (%) = (Ingresos derivados de la actividad lechera)/(Ingresos totales).

Calculo del indicador dependencia económica

$$S5 = \frac{IDAL}{IT}$$

S5 = Dependencia económica de la actividad lechera

IDAL = Ingresos derivados de la actividad lechera

IT = Ingresos totales del hato lechero

Interpretación del resultado

El resultado muestra el porcentaje de los ingresos de los productores provenientes del hato lechero y al mismo tiempo el grado de especialización, si es que se obtienen ingresos de otra actividad o de transferencias. Así en la esfera social, se refleja al igual que en el indicador empleo agropecuario, la capacidad de retención de mano de obra y por tanto la menor migración de los pobladores de la zona. En resultado será mejor entre más se acerque al 100%, es decir serán más sostenibles en la dimensión social.

#### **4.7.3 Indicadores ambientales**

##### **4.7.3.1 A1. Especialización**

Se refiere al grado de especialización que el sistema de producción tiene, considerando si existe una producción (agrícola o ganadera), especie animal o raza que prevalece sobre el resto en el conjunto de la explotación, sería el opuesto que el indicador social de dependencia económica medido también en porcentaje, pero en este caso cuanto mayor sea el porcentaje, menor es la diversificación de la actividad y por tanto ese porcentaje representa también a largo plazo la pérdida de bio-diversidad tanto en especies animales como vegetales.

Calculo del indicador dependencia económica

$$A1 = \frac{IDAL}{IT}$$

S5 = Dependencia económica de la actividad lechera

IDAL = Ingresos derivados de la actividad lechera

IT = Ingresos totales del hato lechero

Interpretación del resultado

Este indicador aunque con la misma fórmula que el indicador dependencia económica, busca una interpretación inversa, es decir, refleja la poca bio-diversidad animal y/o vegetal, y el resultado también será interpretado de manera inversa, a mayor porcentaje, menor será la sostenibilidad ambiental del hato lechero.

Como se mide

Especialización (%) = (ingresos derivados de la actividad lechera)/(Ingresos totales)

#### 4.7.3.2 A2. Balance de nitrógeno

El indicador A2, mide el impacto que la actividad lechera puede tener sobre el ambiente mediante la utilización de productos que contengan nitrógeno y al mismo tiempo, con los desechos de la actividad que también contienen nitrógeno.

La fórmula utilizada es:

$$A2 = \sum_i BNA \times NA$$

Donde:

A2: Balance de nitrógeno total por establo

NA: Número de animales

BNA: Balance de nitrógeno por animal

$$BNA = (NAC + NAF) - (NP + ND)$$

Donde:

NAC: Nitrógeno consumido en forma de concentrado

NAF: Nitrógeno consumido en forma de forraje

NP: Nitrógeno producido por el ganado

ND: Nitrógeno desechado en excretas y orina

El nitrógeno proveniente del alimento balanceado se calculó según las compras registradas, corregidas por el porcentaje de proteína cruda (PC) y dividido entre 6,25 (NRC, 2001) para obtener la cantidad de N ingresado.

Interpretación del resultado

La importancia radica en que el nitrógeno en exceso tiene efectos negativos para el medio ambiente, principalmente para el agua, en la cual causa el proceso denominado eutrofización. De esta manera el indicador A2, permite calcular la diferencia entre todo el nitrógeno aportado al animal en forma de alimentos concentrados y/o forrajes, suplementos alimenticios y el eliminado del animal, ya sea en forma de producto (Leche) o de desechos (Excretas y orina). Por lo que cuanto mayor sea el valor del indicador, es menor la sustentabilidad ambiental del establo, ya que es mayor la cantidad de nitrógeno liberado al medio ambiente y por consiguiente, mayores los impactos ambientales.

#### 4.7.3.3 A3. Balance de fosforo

Medir el impacto que el sistema de producción puede generar sobre el medio ambiente, por la utilización de fosforo en la actividad productiva.

La fórmula utilizada es:

$$A3 = \sum_i BPA \times NA$$

Donde:

A3: Balance de fosforo total por establo

NA: Número de animales

BPA: Balance de fosforo por animal

$$BPA = (PAC + PAF) - (PP + PD)$$

Donde:

PAC: Fosforo consumido en forma de concentrado

PAF: Fosforo consumido en forma de forraje

PP: Fosforo producido por el ganado

PD: Fosforo desechado en excretas y orina

Interpretación del resultado

De igual manera que con el nitrógeno, el fosforo en exceso tiene efectos negativos para el medio ambiente, causando también eutrofización del agua. De esta manera el indicador A3, permite calcular la diferencia entre todo el fosforo aportado al animal

en forma de alimentos concentrados y/o forrajes, suplementos alimenticios y el eliminado del animal, ya sea en forma de producto (Leche) o de desechos (Excretas y orina). Por lo que cuanto mayor sea el valor del indicador, es menor la sustentabilidad ambiental del establo, ya que es mayor la cantidad de fosforo liberado al medio ambiente y por consiguiente, mayores los impactos ambientales.

#### **4.7.3.4 A4. Balance energético**

Calculado en base en la diferencia entre las salidas de energía del sistema (leche producida) y la energía aportada al sistema (insumos de producción agrícola y animal y labores), midiendo el equilibrio energético del sistema productivo.

La fórmula utilizada es:

$$A4 = \sum_i BEA \times NA$$

Donde:

A4: Balance de energía total por establo

NA: Número de animales

BEA: Balance de energía por animal

$$BEA = (EC + EL) - (EP + ED)$$

Donde:

EC: Energía consumida

EL: Energía labores

EP: Energía producción

ED: Energía de desechos

Interpretación del resultado

El resultado se interpreta en la medida en que si este es positivo, se infiere que el hato lechero está consumiendo menos energía de la que está produciendo, por lo que la unidad de producción será más sostenible en la esfera ambiental mientras más alto sea el valor del resultado.

#### **4.8 Normalización de los datos**

La normalización de valores numéricos es uno de los pasos comunes a las principales técnicas de evaluación multicriterio, existiendo en la actualidad varios procedimientos distintos para llevar a cabo la normalización. Esta herramienta permite expresar los valores de los diferentes criterios en unidades homogéneas con el objetivo de convertirlos en valores comparables y operables aritméticamente entre sí (Cloquell *et al.* 2014).

##### **4.8.1 Normalización min-max**

En este análisis se utilizó el método de estandarización-normalización *min-max*. Esta es una alternativa ampliamente utilizada como medida de distancia, donde el elemento de escala es la distancia en vez de la desviación estándar.

Este método de normalización, utiliza los valores mínimo y máximo dentro de la información obtenida para normalizar de una manera lineal los datos. De esta manera los valores mínimos y máximos se distribuirán en un rango entre 0 y 1, manteniendo la distribución original. La aplicación de este método está indicada para series cortas en los que se conozca los valores mínimos y máximos. El método de cálculo es:

Si el valor objetivo es un máximo  $X_{max}$ :

$$N(X_q) = \frac{X_q - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

;  $X_q < X_{max}$

;  $X_q \geq X_{max}$

Si el valor objetivo es un mínimo  $X_{min}$ :

$$N(X_q) = \frac{1}{1 + \frac{X_q - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}}$$

;  $X_q \leq X_{min}$

;  $X_q > X_{max}$

Donde

$N(X_y)$  = Función de normalización

$X_q$  = Valor actual del indicador q

$X_{max}$  = Valor máximo del indicador

$X_{min}$  = Valor mínimo del indicador

**Tabla 3. Matriz de valores normalizados de los indicadores**

Est	ID	E1	E2	E3	S1	S2	S3	S4	S5	A1	A2	A3	A4
1	1	0.01	0.01	0.10	0.64	1.00	1.00	0.21	1.00	1.00	0.06	0.05	0.01
	2	0.04	0.04	0.06	0.58	1.00	0.53	0.39	1.00	1.00	0.07	0.06	0.13
	3	0.06	0.06	0.09	0.36	1.00	0.14	0.46	1.00	1.00	0.08	0.07	0.05
	4	0.03	0.03	0.06	0.00	1.00	1.00	0.33	0.40	0.40	0.06	0.06	0.08
	5	0.04	0.04	0.14	0.68	1.00	0.75	0.50	0.40	0.40	0.08	0.09	0.17
	6	0.04	0.04	0.09	0.48	1.00	0.72	0.43	0.60	0.60	0.11	0.11	0.05
	7	0.09	0.09	0.06	0.74	1.00	0.00	0.49	1.00	1.00	0.08	0.07	0.05
	8	0.03	0.03	0.10	0.40	0.93	0.82	0.50	0.40	0.40	0.07	0.07	0.00
	9	0.00	0.00	0.09	0.48	1.00	1.00	0.41	0.80	0.80	0.00	0.00	0.30
	10	0.02	0.01	0.10	0.89	1.00	1.00	0.44	1.00	1.00	0.00	0.00	0.25
	11	0.20	0.20	0.04	0.79	1.00	0.00	0.37	0.40	0.40	0.17	0.16	0.26
	12	0.04	0.04	0.04	0.79	1.00	0.55	0.32	1.00	1.00	0.16	0.16	0.18
	13	0.10	0.09	0.04	0.77	1.00	0.00	0.50	1.00	1.00	0.17	0.16	0.17
	14	0.02	0.02	0.04	0.82	1.00	1.00	0.68	1.00	1.00	0.14	0.14	0.11
	15	0.06	0.06	0.04	0.84	1.00	0.06	0.34	1.00	1.00	0.13	0.12	0.18
	16	0.23	0.23	0.31	0.39	0.33	0.00	0.40	1.00	1.00	0.19	0.18	0.21
	17	0.13	0.13	0.00	1.00	1.00	0.00	0.31	0.40	0.40	0.14	0.13	0.05
	18	0.02	0.01	0.04	0.78	1.00	1.00	0.55	1.00	1.00	0.11	0.11	0.21
	19	0.09	0.09	0.04	0.81	1.00	0.00	0.45	1.00	1.00	0.11	0.12	0.11
	20	0.02	0.02	0.06	0.84	1.00	1.00	0.43	1.00	1.00	0.16	0.16	0.19
2	21	0.15	0.15	0.09	0.66	1.00	0.00	0.60	1.00	1.00	0.32	0.32	0.13
	22	0.12	0.11	0.05	0.48	1.00	0.91	0.66	1.00	1.00	0.27	0.27	0.25
	23	0.13	0.12	0.04	0.86	1.00	0.85	0.60	1.00	1.00	0.27	0.26	0.38
	24	0.25	0.25	0.05	0.83	1.00	0.00	0.62	1.00	1.00	0.23	0.22	0.33
	25	0.07	0.07	0.03	0.59	1.00	1.00	0.35	1.00	1.00	0.28	0.28	0.22
	26	0.23	0.23	0.03	0.86	1.00	0.00	0.90	1.00	1.00	0.26	0.26	0.42
	27	0.34	0.34	0.11	0.51	1.00	0.00	0.72	1.00	1.00	0.30	0.30	0.04
	28	0.36	0.35	0.00	0.88	1.00	0.00	0.60	1.00	1.00	0.25	0.25	0.01
	29	0.14	0.13	1.00	0.32	1.00	0.72	0.67	1.00	1.00	0.41	0.41	0.40
	30	0.37	0.36	0.09	0.60	1.00	0.00	0.66	1.00	1.00	0.26	0.26	0.38
	31	0.14	0.13	0.15	0.57	1.00	0.75	0.84	1.00	1.00	0.33	0.33	0.71
	32	0.28	0.28	0.08	0.73	1.00	0.00	0.83	1.00	1.00	0.39	0.39	0.68
	33	0.36	0.35	0.04	0.89	1.00	0.00	0.86	1.00	1.00	0.44	0.44	0.90
	34	0.17	0.17	0.03	0.92	1.00	0.43	0.77	1.00	1.00	0.32	0.32	0.62
	35	0.35	0.35	0.05	0.81	0.00	0.00	0.60	1.00	1.00	0.45	0.45	0.03
	36	0.14	0.14	0.03	0.92	1.00	0.76	0.66	1.00	1.00	0.35	0.35	0.43
3	37	1.00	1.00	0.04	0.86	1.00	0.00	0.78	1.00	1.00	1.09	1.10	0.35
	38	0.48	0.48	0.22	0.57	1.00	0.43	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.76
	39	0.35	0.35	0.08	0.77	1.00	0.84	0.88	1.00	1.00	0.70	0.69	1.00

#### 4.9.1.6 Concentrado de resultados de los indicadores analizados

En las tablas 7, 8 y 9 se muestran los resultados de los valores de los indicadores de sustentabilidad económica, social y ambiental respectivamente por estrato productivo. Se presentan los valores correspondientes reales y estandarizados con el procedimiento *min-max*. Los tres indicadores de la dimensión económica, se evaluaron como entre mayores mejor.

**Tabla 4. Indicadores económicos**

Estrato	Indicador	Valor	
		Valor absoluto	estandarizado
I	Rentabilidad	46467.51	0.06
	Aportación al PIB	45687.51	0.06
	Seguro ganadero	1.16	0.08
II	Rentabilidad	150466.32	0.22
	Aportación al PIB	148366.32	0.22
	Seguro ganadero	1.47	0.12
III	Rentabilidad	399611.13	0.61
	Aportación al PIB	399611.13	0.61
	Seguro ganadero	1.42	0.11
Global	Rentabilidad	116298.58	0.17
	Aportación al PIB	115037.05	0.17
	Seguro ganadero	1.30	0.10

Los indicadores de la dimensión social; Empleo agropecuario, Transición generacional, Satisfacción y Dependencia económica, fueron evaluados como entre mayor nivel de resultado mejor, sin embargo el indicador Riesgo de abandono de la actividad, se evaluó como entre más bajo, mejor.

**Tabla 5. Indicadores Sociales**

<b>Estrato</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Valor estandarizado</b>
<b>I</b>	Empleo agropecuario	596.44	0.35
	Transición generacional	0.98	0.96
	Riesgo de abandono	0.26	0.53
	Satisfacción	3.77	0.55
	Dependencia económica	0.91	0.82
<b>II</b>	Empleo agropecuario	550.07	0.29
	Transición generacional	0.97	0.94
	Riesgo de abandono	0.17	0.34
	Satisfacción	4.37	0.77
	Dependencia económica	1.00	1.00
<b>III</b>	Empleo agropecuario	535.65	0.27
	Transición generacional	1.00	1.00
	Riesgo de abandono	0.21	0.42
	Satisfacción	4.64	0.87
	Dependencia económica	1.00	1.00
<b>Global</b>	Empleo agropecuario	572.74	0.32
	Transición generacional	0.98	0.96
	Riesgo de abandono	0.22	0.44
	Satisfacción	4.08	0.66
	Dependencia económica	0.95	0.91

En el caso de los indicadores ambientales, el balance de nitrógeno, balance de fosforo y balance energético, fueron evaluados como entre mayor nivel de resultado mejor, sin embargo el indicador especialización, se evaluó como entre más bajo el nivel de resultado mejor.

**Tabla 6. Indicadores Ambientales**

<b>Estrato</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Valor estandarizado</b>
<b>I</b>	Especialización	0.91	0.18
	Balance de nitrógeno	136.06	0.10
	Balance de fosforo	18.77	0.10
	Balance energético	7063.36	0.14
<b>II</b>	Especialización	0.00	0.00
	Balance de nitrógeno	324.81	0.32
	Balance de fosforo	54.53	0.32
	Balance energético	19136.09	0.37
<b>III</b>	Especialización	0.00	0.00
	Balance de nitrógeno	857.75	0.93
	Balance de fosforo	154.93	0.93
	Balance energético	36449.15	0.52
<b>Global</b>	Especialización	0.95	0.91
	Balance de nitrógeno	269.01	0.26
	Balance de fosforo	43.92	0.255
	Balance energético	14276.72	0.28

## **4.9 Generación de ponderaciones**

### **4.9.1 Análisis de componentes principales**

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número o de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible.

Dadas  $p$  variables con  $n$  observaciones cada una, se define el sistema de componentes principales como aquel sistema de referencia de  $p$  ejes ortogonales

en el que se maximiza la varianza de los  $n$  puntos, de forma decreciente del primero de los ejes, al último. Metodología que permite encontrar un nuevo conjunto de variables a partir de las originales (independientes y ordenables). El método tiene aplicabilidad a un conjunto de datos, y puede verse como una técnica de reducción de dimensionalidad. Adicionalmente, se puede encontrar la relación entre las variables originales y las nuevas, para determinar para cada nueva variable, qué información resume con respecto a las variables originales.

#### 4.9.1.1 Fases de un análisis de componentes principales

#### 4.9.1.2 Análisis de la matriz de correlaciones

Un análisis de componentes principales tiene sentido si existen altas correlaciones entre las variables, ya que esto es indicativo de que existe información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total.

**Tabla 7.MATRIZ DE CORRELACIÓN**

	E1	E2	E3	S1	S2	S3	S4	S5	A1	A2	A3	A4
E1	1.00	1.00	0.00	0.21	-0.15	-0.50	0.59	0.23	0.23	0.86	0.86	0.39
E2	1.00	1.00	-0.01	0.21	-0.16	-0.50	0.58	0.23	0.23	0.86	0.86	0.38
E3	0.00	-0.01	1.00	-0.44	-0.08	0.11	0.11	0.07	0.07	0.15	0.15	0.13
S1	0.21	0.21	-0.44	1.00	0.06	-0.27	0.19	0.27	0.27	0.15	0.15	0.19
S2	-0.15	-0.16	-0.08	0.06	1.00	0.23	0.06	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	0.17
S3	-0.50	-0.50	0.11	-0.27	0.23	1.00	-0.19	-0.13	-0.13	-0.22	-0.21	0.02
S4	0.59	0.58	0.11	0.19	0.06	-0.19	1.00	0.38	0.38	0.69	0.69	0.73
S5	0.23	0.23	0.07	0.27	-0.08	-0.13	0.38	1.00	1.00	0.30	0.30	0.29
A1	0.23	0.23	0.07	0.27	-0.08	-0.13	0.38	1.00	1.00	0.30	0.30	0.29
A2	0.86	0.86	0.15	0.15	-0.08	-0.22	0.69	0.30	0.30	1.00	1.00	0.60
A3	0.86	0.86	0.15	0.15	-0.08	-0.21	0.69	0.30	0.30	1.00	1.00	0.60
A4	0.39	0.38	0.13	0.19	0.17	0.02	0.73	0.29	0.29	0.60	0.60	1.00

Usos:

- Reducir la dimensión manteniendo la máxima información posible.
- Interpretación.
- Paso previo al uso de otras técnicas.

#### **4.9.1.3 Selección de los factores**

La elección de los factores se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquéllos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente. A éstos se les denominará componentes principales.

#### **4.9.1.4 Análisis de la matriz factorial**

Una vez seleccionados los componentes principales, se representan en forma de matriz. Cada elemento de ésta representa los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). La matriz tendrá tantas columnas como componentes principales y tantas filas como variables.

**Tabla 8. Variables relacionadas**

	CANAL1	CANAL2	CANAL3	CANAL4	CANAL5	CANAL6
E1	0.39	-0.24	-0.14	-0.06	0.08	0.21
E2	0.39	-0.25	-0.15	-0.06	0.08	0.21
E3	0.03	-0.06	0.55	-0.41	0.34	-0.28
S1	0.14	0.25	-0.47	0.35	-0.14	-0.27
S2	-0.04	0.09	0.20	0.64	0.66	0.31
S3	-0.18	0.12	0.49	0.23	-0.59	0.40
S4	0.35	0.06	0.18	0.18	-0.01	-0.37
S5	0.22	0.60	0.01	-0.21	0.06	0.17
A1	0.22	0.60	0.01	-0.21	0.06	0.17
A2	0.41	-0.16	0.12	0.02	-0.13	0.19
A3	0.41	-0.16	0.12	0.02	-0.13	0.20
A4	0.29	0.09	0.31	0.33	-0.16	-0.48

#### 4.9.1.5 Interpretación de los factores

Para que un factor sea fácilmente interpretable debe tener las siguientes características, que son difíciles de conseguir:

- Los coeficientes factoriales deben ser próximos a 1
- Una variable debe tener coeficientes elevados sólo con un factor.
- No deben existir factores con coeficientes similares.

En el Análisis de Componentes Principales se puede demostrar que si los Componentes Principales se expresan como:

$$C_i^{(j)} = \beta_1^{(j)} X_{i1} + \dots + \beta_n^{(j)} X_{in}$$

Entonces una forma de obtener los valores de b, es mediante la solución del sistema:

$$\beta\psi\beta = \Lambda$$

Donde  $\psi$  es la matriz de varianzas y covarianzas

**Tabla 9. Número de Componentes Principales**

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	5.17	3.36	0.43	0.43
2	1.80	0.19	0.15	0.58
3	1.61	0.27	0.13	0.72
4	1.35	0.67	0.11	0.83
5	0.68	0.08	0.06	0.88
6	0.60	0.16	0.05	0.93
7	0.44	0.22	0.04	0.97
8	0.23	0.11	0.02	0.99
9	0.12	0.12	0.01	1.00
10	0.00	0.00	0.00	1.00
11	0.00	0.00	0.00	1.00
12	0.00	0.00	1.00	

Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí. Un aspecto clave en ACP es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a priori, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (habrá, pues, que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones). Esto no siempre es fácil, y será de vital importancia el conocimiento que el experto tenga sobre la materia de investigación.

#### 4.10 Ponderación

Los pesos correspondientes a cada una de las componentes principales extraídas, se obtienen de acuerdo con las cargas factoriales. Este procedimiento se basa en la propiedad de que el cuadrado de las cargas factoriales representa la proporción de la varianza unitaria total de un indicador que esta explicada por la correspondiente componente principal, la fórmula es la siguiente:

$$W_{qj} = \frac{(\text{Carga factorial}_{qj})^2}{\text{Autovalor}_j}$$

Donde:

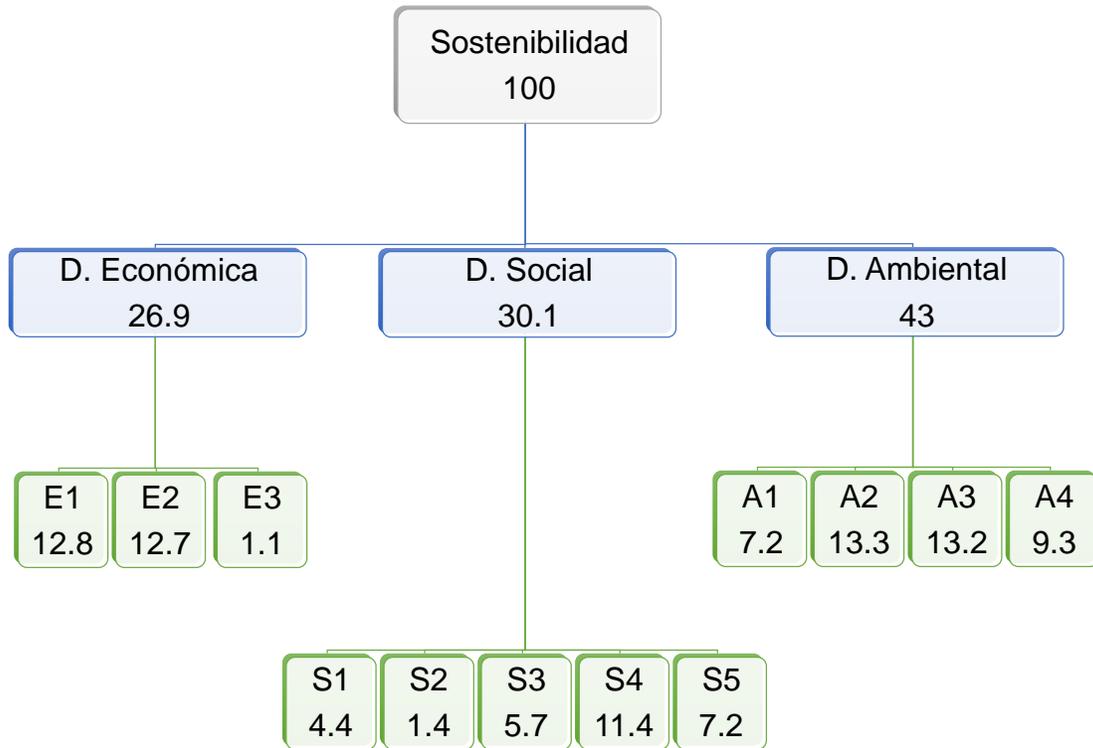
$W_{qj}$  = Peso del indicador  $q$  en la componente principal  $j$

Carga factorial $_{qj}$  = Carga factorial del indicador  $q$  en cada componente principal  $j$

Autovalor = Autovalor de la componente principal  $j$

En la figura 3, se muestra la distribución porcentual de los valores una vez ponderados correspondientes a los indicadores, a la dimensión de la sostenibilidad y el 100% para la sostenibilidad global.

**Figura 3. Distribución relativa de la sostenibilidad (%)**



#### 4.11 Agregación de los indicadores

Se utilizó el método de agregación aditiva mediante la suma ponderada de indicadores normalizados, también conocida como agregación aditiva lineal. Matemáticamente el método consiste en una regla de agregación lineal ponderada aplicada sobre un conjunto de variables normalizadas.

La fórmula es la siguiente:

$$I_t = \sum_{i=1}^K W_t^i * Y_t^i$$

Donde:

IS = Indicador sintético

$$\sum_{i=1}^K W_t^i = 1 \text{ y } 0 \leq W_t^i \leq 1, t = 1, 2, \dots, K$$

$Y_t^i$  = Valor normalizado del indicador  $t$

$W_t^i$  = Peso asociado al indicador  $t$

El objetivo es generar los valores del índice compuesto para cada unidad de análisis.

Como se describió anteriormente, la asignación de pesos para cada indicador, se realizó por medio del procedimiento estadístico, análisis de Componentes principales, utilizando el programa SAS, versión 9.2.

En la tabla 10. Se muestran las ponderaciones obtenidas para cada indicador y para cada unidad productiva analizada.

**Tabla 10. Ponderaciones de los indicadores de sostenibilidad**

<b>ID</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
1	0.13	0.10	0.11	2.80	1.46	5.74	2.35	7.26	0.00	0.79	0.68	0.12
2	0.57	0.54	0.06	2.57	1.46	3.06	4.41	7.26	0.00	0.97	0.81	1.17
3	0.75	0.72	0.10	1.58	1.46	0.81	5.23	7.26	0.00	1.01	0.97	0.51
4	0.36	0.33	0.06	0.00	1.46	5.74	3.79	2.90	4.35	0.79	0.80	0.75
5	0.47	0.47	0.16	3.00	1.46	4.31	5.67	2.90	4.35	1.12	1.14	1.60
6	0.48	0.48	0.10	2.10	1.46	4.12	4.95	4.35	2.90	1.45	1.41	0.42
7	1.18	1.13	0.06	3.27	1.46	0.00	5.57	7.26	0.00	1.01	0.99	0.49
8	0.44	0.41	0.11	1.75	1.36	4.73	5.71	2.90	4.35	0.92	0.99	0.00
9	0.00	0.00	0.10	2.10	1.46	5.74	4.62	5.81	1.45	0.00	0.00	2.82
10	0.21	0.18	0.11	3.91	1.46	5.74	5.05	7.26	0.00	0.07	0.01	2.37
11	2.55	2.54	0.05	3.48	1.46	0.00	4.19	2.90	4.35	2.21	2.12	2.40
12	0.56	0.49	0.05	3.45	1.46	3.14	3.68	7.26	0.00	2.19	2.16	1.63
13	1.22	1.19	0.05	3.36	1.46	0.00	5.67	7.26	0.00	2.20	2.17	1.63
14	0.27	0.25	0.05	3.60	1.46	5.74	7.79	7.26	0.00	1.91	1.88	1.04
15	0.79	0.78	0.04	3.68	1.46	0.33	3.83	7.26	0.00	1.67	1.63	1.64
16	2.96	2.94	0.34	1.72	0.49	0.00	4.54	7.26	0.00	2.48	2.39	1.97
17	1.67	1.67	0.00	4.39	1.46	0.00	3.56	2.90	4.35	1.90	1.75	0.42
18	0.19	0.19	0.04	3.42	1.46	5.74	6.25	7.26	0.00	1.46	1.42	1.99
19	1.20	1.19	0.05	3.56	1.46	0.00	5.17	7.26	0.00	1.51	1.53	1.04
20	0.28	0.27	0.06	3.68	1.46	5.74	4.88	7.26	0.00	2.12	2.14	1.78
21	1.98	1.92	0.10	2.89	1.46	0.00	6.87	7.26	0.00	4.23	4.22	1.23
22	1.51	1.43	0.05	2.10	1.46	5.25	7.49	7.26	0.00	3.57	3.58	2.35
23	1.60	1.57	0.04	3.76	1.46	4.90	6.86	7.26	0.00	3.58	3.51	3.56
24	3.25	3.24	0.05	3.65	1.46	0.00	7.10	7.26	0.00	3.08	2.95	3.06
25	0.85	0.84	0.03	2.60	1.46	5.74	4.01	7.26	0.00	3.77	3.76	2.00
26	2.89	2.88	0.03	3.79	1.46	0.00	10.23	7.26	0.00	3.39	3.43	3.93
27	4.31	4.28	0.12	2.23	1.46	0.00	8.19	7.26	0.00	3.96	4.01	0.42
28	4.54	4.46	0.00	3.88	1.46	0.00	6.80	7.26	0.00	3.37	3.35	0.06
29	1.79	1.71	1.12	1.42	1.46	4.15	7.65	7.26	0.00	5.39	5.42	3.73
30	4.71	4.64	0.10	2.66	1.46	0.00	7.53	7.26	0.00	3.42	3.40	3.54
31	1.75	1.65	0.17	2.49	1.46	4.31	9.58	7.26	0.00	4.38	4.32	6.61
32	3.64	3.60	0.09	3.20	1.46	0.00	9.45	7.26	0.00	5.20	5.20	6.30
33	4.61	4.50	0.05	3.91	1.46	0.00	9.75	7.26	0.00	5.89	5.85	8.37
34	2.22	2.12	0.04	4.04	1.46	2.49	8.75	7.26	0.00	4.21	4.20	5.77
35	4.49	4.47	0.05	3.57	0.00	0.00	6.83	7.26	0.00	5.97	5.99	0.24
36	1.73	1.72	0.03	4.03	1.46	4.39	7.49	7.26	0.00	4.62	4.61	4.02
37	12.79	12.75	0.04	3.79	1.46	0.00	8.85	7.26	0.00	14.48	14.60	3.25
38	6.11	6.09	0.24	2.50	1.46	2.44	10.10	7.26	0.00	13.27	13.25	7.08
39	4.46	4.45	0.08	3.37	1.46	4.83	10.01	7.26	0.00	9.25	9.19	9.32

# **CAPITULO 5**

## **RESULTADOS**

### **5.1 Capitulo de libro:**

**“TRANSICIÓN GENERACIONAL DE LOS ESTABLOS LECHEROS COMO ELEMENTO DE SUSTENTABILIDAD”**

#### **Autores:**

**Jesús Armando Salinas-Martínez, Francisco Herrera-Tapia, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda.**

#### **Libro:**

**“LA GANADERÍA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS”**



## La ganadería en la Seguridad Alimentaria de las Familias Campesinas



Coordinadores  
Beatriz A. Cavallotti Vázquez, Benito Ramírez Valverde, Alfredo Cesin Vargas,  
Gustavo E. Rojo Martínez, Carlos F. Marcof Álvarez

# La ganadería en la Seguridad alimentaria de las familias campesinas

Coordinadores:

Beatriz A. Cavallotti Vázquez

Gustavo E. Rojo Martínez

Alfredo Cesín Vargas

Benito Ramírez Valverde

Carlos F. Marcof Álvarez



Editor: Beatriz Nava Moreno  
Diseño de Portada: Beatriz Nava Moreno  
Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández

Primera edición, México, 16 de octubre de 2013.

ISBN: 432-341-300-0

D.R. © Universidad Autónoma Chapingo  
Departamento de Zootecnia  
Carretera México-Tezcoco, km 38.5,  
Chapingo, Estado de México.  
Tel: 01 (595)952-1532  
Fax: 01 (595) 952-1607

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de los compiladores o de las instituciones titulares de los derechos de autor.

Impreso en México

## Contenido

Prólogo	13
Capítulo I Entorno global y políticas públicas para la ganadería	17
El impacto de la crisis alimentaria en los países latinoamericanos	19
Blanca Rubio	19
El contexto financiero internacional para el análisis y evaluación de las políticas para la avicultura en México	26
Jonathan Almanza, Francisco Martínez Douglas Constance, Alessandro Bonanno	26
En Chihuahua, ¿es viable impulsar la exportación de carne bovina en lugar de exportar becerros?	40
Benjamín Carrera Chávez, Gabriela Rodríguez Licea, Ileana Pamela Razo Miranda	40
Impacto socioeconómico de los programas para la seguridad alimentaria en la comunidad de Taxco Puebla: Caso POPMI-CDI	53
Heliberto Segura-Santos, Ignacio Vázquez-Martínez, Francisco Javier Hernández-Archundia	53
La ganadería de oportunidad y sus efectos en el desarrollo rural del Estado de México	59
William Gómez Demetrio, Ernesto Sánchez Vera, Angélica Espinoza Ortega, Francisco Herrera Tapia	59
Impacto de políticas públicas de apoyo a la ganadería bovina familiar en el ingreso y la actitud emprendedora en regiones de alta marginación de México	73
José Luis Jaramillo Villanueva, Esteban Martínez Dajuj, Ignacio Carranza Cerda, Benito Ramírez Valverde	73
La ganadería tradicional en tiempos de hambre. <i>Co-innovación o ¿asistencialismo?</i>	82
Martha Alicia Perales Rivas, Luis Alejandro Rojas Sandoval	82
El combate a la pobreza en regiones indígenas: Estudio de dos localidades de la Montaña de Guerrero	97
Miguel Ángel Casiano Ventura, Felipe Embiris Bernal, Ramón Núñez Tovar, Samuel Vargas López	97
Capítulo II Ganadería y desarrollo territorial	107
Territorio y ganaderización de la agricultura campesina en el valle de Puebla. La construcción de una vía de desarrollo rural	109
Javier Ramírez Juárez	109
La dimensión socio-técnica en la construcción de la norma local. Lo que nos cuenta la historia reciente una comunidad tarasca	119
Thierry Lindk	119
La ganadería como una actividad de desarrollo local en el municipio de Tejupilco, Estado de México: <i>Situación y perspectivas ante retos sociales y cambios en la orientación de la producción</i>	134
Roberto Contreras Jaramillo, Benito Albarián Porfílo, Carlos Manuel Ariaga Jordán	134
Anastasio García Martínez	134

<b>Capítulo III Ganadería familiar y de traspatio</b>	<b>147</b>
Inventario y distribución espacial de la ganadería familiar en municipios de alta y muy alta marginación del estado de Puebla	149
Benito Ramírez-Valverde, José Pedro Juárez Sánchez, Claudia Apodaca González Mónica Ramírez Huerta	149
Contribución de la ganadería familiar en los aspectos socioeconómicos de las familias rurales en la Sierra Norte de Puebla	161
Ignacio Vázquez-Martínez, Samuel Vargas-López, Ángel Bustamante-González, Francisco Calderón-Sánchez, José Luis Jaramillo-Villanueva, Glafiro Torres-Hernández, Numa Pompilio Castro-González, Fabián Enriquez-García	161
La pluriactividad y su efecto en la ganadería de traspatio y el manejo del maíz en San Nicolás de los Ranchos, Puebla, México	171
José Luis López González, Miguel Ángel Damián Huato, Felipe Álvarez Gaxiola, Omar Romero Arenas, Benito Ramírez Valverde, María de Jesús San Germán-Jarquín	171
Análisis económico de la avicultura campesina en Senguio Michoacán*	185
Esmeralda Nava García, Randy Alexis Jiménez Jiménez, Valentín Espinosa Ortiz, Gretel Iliana Gil González	185
<b>Capítulo IV Ganadería de pequeña escala</b>	<b>193</b>
La influencia de los servicios de extensión en productores de leche en pequeña escala del noroeste del Estado de México en la toma de decisiones para la adopción de nuevas prácticas e innovaciones	195
Nadia Elizabeth Hernández-García, Sarah Janes Ugoietz, Michel A. Wattiaux, Darwin Heredia-Nave, Ignacio Arturo Domínguez-Vera, Carlos Manuel Ariaga-Jordán, Carlos Galdino Martínez-García	195
Transición generacional de los establos lecheros en pequeña escala como elemento de sustentabilidad	206
Jesús Armando Salinas-Martínez, Francisco Herrera-Tapia, Carlos Manuel Ariaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda	206
La mujer lechera. Rol femenino en los sistemas de producción lechera de pequeña escala en Aculco, Estado de México	215
Mónica Elizama Ruiz-Torres, Carlos Ariaga-Jordán, Francisco Herrera-Tapia, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda	215
Viabilidad económica y financiera de los sistemas lecheros de pequeña escala y el papel de la mano de obra familiar. <i>Panorama económico 2010-2019</i>	221
Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez, Carlos Manuel Ariaga Jordán, Nicolás Callejas Juárez, Francisco Ernesto Martínez Castañeda	221
Los cerdos y la cultura. Patrones socioculturales inducidos en la cría de cerdo a pequeña escala en el Estado de México	233
Leonel Santos-Barrios, Mónica Elizama Ruiz-Torres, Ernesto Sánchez-Vera, Mauricio Perea-Peña, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda	233

Sustentabilidad económica de sistemas de producción de leche en pequeña escala: Efecto del pastoreo de praderas sobre costos de alimentación	239
Paola Estefanía Píncay Figueroa, Darwin Heredia Nave, Adolfo Armando Rayas Amor, Francisco Ernesto Martínez Castañeda, Fernando Vicente Maiñar, Adela Martínez Fernández Carlos Manuel Ariaga Jordán	239
<b>Capítulo V Desarrollo tecnológico en la ganadería</b>	247
Análisis económico de la producción de forraje verde hidropónico	249
Guadalupe Maximilia no Martínez, Rosendo Alberto Alcaraz Romero, Manuel Zavala y León	249
La adopción de innovaciones tecnológicas en la caprinocultura lechera en Libres, Puebla	255
Anabel G. Díaz Espinosa, Manrubio Muñoz Rodríguez, V. Horacio Santoyo Cortés	255
La Agencia Universitaria de Desarrollo, una estrategia sustentable en la formación de profesionales para la producción ganadera	266
Jorge Luis Ruiz Rojas, Salvador Vega y León, Rey Gutiérrez Tlentinno, Orlando López Báez, Sandra Isabel Ramírez González, Alfredo Castellanos Coutiño, Alberto Manzur Cruz	266
Factores que determinan el incremento del capital humano del extensionista pecuario en Sinaloa	276
Venancio Cuevas Reyes, Anastasio Espejel García	276
Diseño de un empadre controlado para sistemas campesinos de ovinos en Cortez y Epitacio Huerta, Michoacán	284
Israel Sánchez Espinoza, Guillermo Salas Razo, Mauricio Perea Peña, Juan Pablo Flores Padilla, Fernando Ochoa Ambríz	284
Análisis del sistema de innovación en la cadena bovina leche del valle del Mezquital, Hidalgo	295
Anastasio Espejel García, Venancio Cuevas Reyes, Fernando Cervantes Escoto, Manrubio Muñoz Rodríguez	295
Evaluación del nivel tecnológico de GGAVATT de productores del sistema de lechería familiar en el estado de Guanajuato	307
Alejandra Vélez Izquierdo, José Antonio Espinosa García, Miguel O. Mañá Silvestre, Tomás Arturo González Orozco	307

## **(7) TRANSICIÓN GENERACIONAL DE LOS ESTABLOS LECHEROS EN PEQUEÑA ESCALA COMO ELEMENTO DE SUSTENTABILIDAD**

**Jesús Armando Salinas-Martínez, Francisco Herrera-Tapia, Carlos Manuel Arriaga-Jordán,  
Francisco Ernesto Martínez-Castañeda.**

### **INTRODUCCIÓN**

Los establos lecheros en pequeña escala (ELPE), han sido de suma importancia en el desarrollo económico del país, debido a su contribución a la seguridad alimenticia y a la generación de empleos (López *et al.* 1996; Eslava, 2003), aprovechamiento de recursos humanos familiares (Posadas-Domínguez *et al.* en prensa), dinamización y mantenimiento de nichos y cadenas de comercialización, generación de valor, bienes y servicios (Carranza *et al.* 2007), el gran número de productores rurales involucrados, utilización y reutilización de insumos para la producción (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007), además contribuyen a la mitigación de la pobreza, son una alternativa como fuente de empleo y por tanto de ingresos (Eslava, 2003; Martínez-García, *et al.* 2013) y siempre cimentados en la gestión del establo por el núcleo familiar.

Los ELPE, han sido la salida a productos agrícolas con fuerte competencia internacional, aumentando el valor de sus productos, y contribuyendo con la producción nacional con cerca del 50% de la producción total.

La sucesión de los ELPE es crucial para el sistema y la familia. Permite mantener una actividad relacionada con la tenencia y conservación de la tierra, ocupación de mano de obra familiar, permanencia de individuos en la región, entre otros. En el proceso de la transición generacional de establos lecheros, están involucrados elementos tangibles e intangibles (Grubbström y Sooväli-Sepping, 2012).

Los estudios acerca de la lechería en pequeña escala, han sido objeto de investigación por muchos años, considerando siempre análisis económicos, productivos, de caracterización y tipologías, sin embargo, no se han considerado los elementos sociales, que tienen un fuerte peso en términos de

permanencia de estos sistemas, tal es el caso de los factores y elementos que intervienen el proceso de la transición generacional del establo, el cual incluye variables sociales como son: la edad, la distribución de las actividades dentro de la familia, la satisfacción que los productores y los familiares obtienen de este sistema de producción, el interés por continuar con ella y la calidad de vida derivada de la actividad.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue construir un indicador compuesto que incluya las variables sociales que influyen en el proceso de transición generacional y por tanto determinan la permanencia del ELPE dentro del sector lechero mexicano. Esta transferencia es un indicador fundamental desde el punto de vista social y para la evaluación de la sustentabilidad de estos establos, ya que al llevar de manera adecuada una transferencia de establos, se está garantizando la permanencia del sistema, convirtiéndose en un importante elemento (indicador) de sustentabilidad de los sistemas de producción animal familiares.

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo se llevó a cabo en comunidades del municipio de Texcoco, el cual se encuentra situado geográficamente en la parte noreste del Estado de México, donde la lechería de pequeña escala es una actividad que se realiza desde hace más de 50 años. Se realizaron 1135 entrevistas en 227 ELPE queque tuvieran entre 3 y hasta 30 vacas en producción.

Se utilizó un cuestionario el cual constó de 112 preguntas que fue aplicado a cada uno de los productores, a diferentes integrantes de la familia y en su caso, a algunos de los empleados. Se recabó información relacionada con la determinación de las funciones al interior y exterior de los ELPE, distribución y tiempo de dedicación de estas funciones, satisfacción con la actividad y gestión de los recursos en el proceso de transición.

Los datos fueron tratados con estadística descriptiva y análisis de frecuencias. Así mismo, se realizó un Se aplicó estadística descriptiva para analizar las características generales de los productores, la percepción de los mismos hacia la actividad y la distribución de funciones agropecuarias por parte

de los miembros de la familia. El tratamiento estadístico de los datos, se realizó con un análisis de varianza con el procedimiento GLM de SAS®.

Se desarrolló un indicador denominado transferencia generacional, considerando variables relacionadas con los aspectos sociales como son: la edad de los productores, la presencia de un sucesor, la satisfacción con la actividad y los ingresos generados derivados de la misma, con la finalidad de obtener un parámetro que señale si la actividad tiene posibilidades de continuar dentro del sector lechero.

$$TG = S + SAL + IDAL$$

Donde,

TG = Transición generacional

S = Sucesor

SAL = Satisfacción con la actividad lechera

IDAL = Ingresos derivados de la actividad lechera

## RESULTADOS

Schaper *et al.* (2010), mencionan que para poder realizar las gestiones adecuadas y convenientes para los establos, es necesario reconocer el sistema de producción y fortalecer sus estrategias, con la finalidad de disminuir riesgos, de esta manera una de las grandes fortalezas que los ELPE tienen, es el uso de mano de obra familiar, ya que están cimentados en el núcleo familiar (Espinoza-Ortega *et al.* 2007; Posadas-Domínguez, *et al.* en prensa), así entonces, una de las variables de interés, es la edad de los productores.

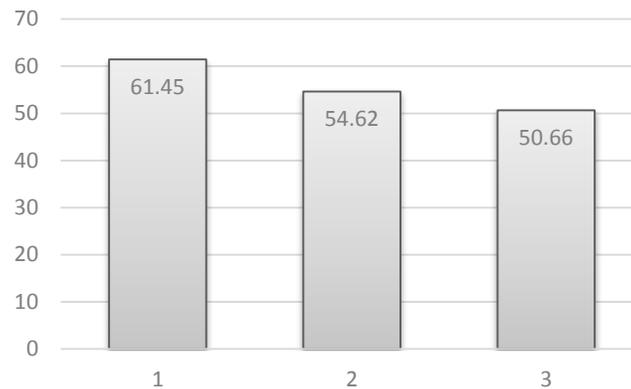
De acuerdo con los resultados de este estudio, el número de años promedio de dedicación a la actividad lechera por parte de los productores fue de 31 años. Sin embargo, la tradición por esta actividad se remonta a más de 50 años en la zona. Con base en las entrevistas realizadas, de los

39 productores participantes, el 92% (36) heredaron de sus padres los establos. El resto (2 productores), trabajaron antes en los grandes establos lecheros de la zona y después decidieron adquirir sus propios animales y emprender su propio establo.

Lo anterior es de suma relevancia, ya que en el tenor de la producción lechera, en los casos antes mencionados, los padres heredaron a sus hijos, establos lecheros, donde claramente se podrán observar los aspectos físicos de ellos (vacas, instalaciones, tierras, entre otros), sin embargo, al ver que los otros dos productores iniciaron sus unidades de producción solos, sin que nadie les confiriera algún activo capitalizable, lo único con lo que ellos contaban eran las experiencias y conocimientos que habían adquirido al haber trabajado en otros establos, lo cual está considerado por Grubbström y Sooväli-Seppin, (2012), quienes mencionan que no solo se trata de la transferencia de activos tangibles, sino también de intangibles como conocimiento, relaciones familiares, redes sociales y valores.

La edad de los productores va desde 27 hasta 79 años, con una media ponderada ( $\bar{Y}_{Est}$ ) de 58 años. Lo cual ha sido una variable debatible, entre investigadores del tema, porque se ha considerado, que el establo podría estar en riesgo de desaparecer, si la edad del promedio del productor es relativamente alta con la media poblacional, considerando las necesidades de fuerza física y emocional que los productores deben tener para llevar a cabo el trabajo y las gestiones del establo, sin embargo es común encontrar estos promedios de edad, no solo en México. En Colombia (Andrade *et al.* 2008), reportan una edad promedio de  $51 \pm 11.33$  años. En otra región de México, Martínez-García *et al.* (2013), muy recientemente reportaron intervalos de edad entre 36 y 62 años para el altiplano central.

Figura 1. Edad promedio de los productores por estrato.



Las entrevistas y cuestionarios también ofrecen datos acerca de los elementos que determinan la transferencia del establo, el 100% de las personas, coinciden en decir que es una actividad a la cual se dedican por que ha sido una tradición familiar. Además el 89% de ellos, creen que es una buena idea que sus hijos se dediquen a esta actividad, no necesariamente como propietarios, ya que pueden aprender un “oficio” (así denominado por ellos), del cual pueden vivir en el futuro.

Lo anterior responde el por qué en todos los establos analizados existe participación de los niños en las actividades del establo, pues no solo tiene que ver con el ahorro de dinero por concepto de mano de obra, sino por el interés de la familia en que la siguiente generación tenga los conocimientos acerca de la producción lechera. Otero *et al.* (2013), mencionan que los niños empiezan desde temprana edad a trabajar junto con sus padres y hermanos mayores adquiriendo facultades para el desarrollo de la actividad lechera. Así mismo, Grubbström y Sooväli-Sepping (2012), mencionan que las familias eligen y preparan desde temprana edad al sucesor de la responsabilidad del hato, lo cual al mismo tiempo brinda seguridad con respecto a la futura transición del establo garantizando su permanencia dentro del sector y del mercado.

De esta manera se desarrolló, un indicador compuesto que incluye las variables: edad del productor, la presencia de un sucesor, la satisfacción con la actividad y los ingresos generados derivados de la misma, mediante la siguiente ecuación:

La mano de obra familiar (mof) es un componente fundamental en los establos lecheros y su uso va desde el 30% de recurrencia de ella en los establos más grandes (28 vacas en promedio), hasta el

96% para los establos más pequeños (menos de 10 vacas), es decir, que a mayor tamaño de hato, es menor la proporción del uso de mof, similares hallazgos reportan Martínez *et al.* (2012). Dechow (2011), menciona que los poblados lecheros en Estados Unidos, tienen niveles bajos de desempleo al ocupar a sus pobladores locales en los establos lecheros, mejorando las condiciones socioeconómicas de sus familias.

Las actividades principales como son la alimentación, ordeño, aseo del hato y todas aquellas que requieren mayor fuerza física y tiempo son realizadas por el propietario o por los varones adultos, asistidos en la mayoría de las veces por la esposa. Los niños y en menor proporción los adultos mayores, realizan actividades como: limpieza de utensilios; acarreo de insumos; aseo de pesebres y comederos principalmente; ocasionalmente aseo de corrales. En la medida en que el establo es de mayor tamaño, también se recurre a la contratación de mano de obra externa a la familia. En la tabla 2 se resumen las principales actividades realizadas por los miembros de la familia, como se puede observar, la participación de los niños (generalmente hijos de los productores o incluso de algún familiar o empleado) está incluida dentro de las actividades, lo que de acuerdo con Burton y Walford (2005), es necesario para que los jóvenes vayan adquiriendo experiencia, y a su vez se vaya iniciando el proceso paulatino de transferencia generacional.

**Tabla 1. Resumen de actividades, tiempo destinado y quien las realiza.**

Actividad	Integrante	Tiempo total empleado
Alimentación	Productor	4 horas.
Ordeño	Productor	2-4 horas
Aseo de las ubres	Esposa y adultos mayores	1 a 2 horas
Limpieza del corral	Hijos	3 a 6 horas
Limpieza de utensilios	Esposa e hijos	1 hora

Alimentación de becerros	Esposa	1 hora
Acarreo de forrajes	Adultos mayores	2 a 4 horas

---

La distribución de las actividades por la familia dentro del hato, fortalece los lazos entre los miembros de la familia, hacia la actividad y el entorno, además constituye uno de los principales capitales en sistemas de producción animal (Grubbström y Sooväli-Sepping, 2012). De igual manera Martínez-Castañeda y Perea-Peña (2012), mencionan la importancia de la distribución de actividades por la familia, en la producción de ganado porcino.

Los factores que determinan la transferencia generacional de los establos lecheros en pequeña escala de acuerdo con las opiniones de las personas participantes en este estudio y con la observación realizada mediante las visitas periódicas a los establos son:

1. La edad del productor en jefe, ya que esta, debe de estar acorde a las labores y actividades físicas y a su capacidad emocional para ejercer la responsabilidad y gestiones de los establos.
2. La preparación de la siguiente generación, ya que es necesario que el sucesor del establo tenga todos los conocimientos, experiencia y capacidad para realizar las gestiones correspondientes al propietario.
3. Los lazos familiares, es un elemento fundamental en cuestión de confianza y afecto entre los miembros incluidos en esta sucesión ya que entre mejor sea la relación familiar, la transición se lleva a cabo en mejores términos ya que no solo se trata del propietario, sino también de la familia completa en la mayoría de los casos.

## Conclusiones

Los establos lecheros en pequeña escala están cimentados en el núcleo familiar, ya que la mano de obra familiar, resulta ser un elemento fundamental, no solo reduciendo costos de producción, sino por la importancia que los lazos familiares representan en la permanencia de los establos y por tanto como elemento de sustentabilidad.

La edad de los productores es una variable fundamental en la gestión de la transición generacional de los establos, pues lleva inmersos elementos que dan los indicios de esta transición como son la fuerza física, capacidad emocional y responsabilidad.

La incursión de los hijos de los productores y personas involucradas, es fundamental para asegurar la continuidad y por tanto la permanencia de los establos lecheros en el sector y en el mercado.

Los sentimientos de los integrantes de la familia hacia sus unidades de producción, también son elementos que afectan y determinan las decisiones en el proceso de la transición del establo, los cuales generalmente están asociados con las tradiciones y enseñanzas familiares acerca de su establo lechero, lo cual determina el hecho de que éste, sea transferido a un familiar (generalmente hijo) y no a una persona ajena a la familia.

La transición generacional de los establos lecheros es un elemento de sustentabilidad en la medida en que esta, representa la transferencia de activos tangibles como la tierra, instalaciones y animales, y de activos intangibles como, conocimiento, valores, tradición, entre otro, los cuales en su totalidad garantizan la continuidad de la actividad y la permanencia del sistema dentro del sector lechero del país.

Se ha considerado a la transición generacional de los establos lecheros en pequeña escala como un elemento de sustentabilidad, ya que son sistemas fundamentados en el núcleo familiar, por lo que la continuidad de la actividad, depende directamente del hecho de que algunos familiares (generalmente los hijos) estén interesados en continuar con la actividad lechera, dando seguridad y permanencia a dichos sistemas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los productores lecheros del municipio de Texcoco, Estado de México; al proyecto de investigación UAEM 2892/2010U: "SUSTENTABILIDAD Y CADENA DE VALOR DE PRODUCTOS PECUARIOS DE SISTEMAS ANIMALES DE PEQUEÑA ESCALA"; al CONACyT por el financiamiento otorgado para la realización de los estudios doctorales.

## LITERATURA CITADA

Andrade, Roy, Fred Manrique, Kart Peters. 2008. Características productivas y de gestión de Fincas lecheras en Boyacá. *Revista MVZ Córdoba*. 13, 2, 1333-1342.

Burton, Rob J.F., and Nigel Walford. 2005. Multiple succession and land division on family farms in the South East of England: A counterbalance to agricultural concentration. *Journal of Rural Studies*. 21, 335–347.

Carranza Trinidad, Rodrigo G., Rafael Macedo Barragán, Julio Cámara Córdoba, Sosa Ramírez, Antonio de Jesús Meraz-Jiménez, Arturo J. Valdivia Flores. 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia*. 41, 6, 701-709.

Dechow, C. D. 2011. *Short communication*: Farm and socioeconomic characteristics of the top 100 dairy farm counties in the United States. *Journal Dairy Science*. 94, 2972–2976.

Eslava Z. R. A. 2003. Sistemas de acumulación de costos en el sistema ganadero del municipio Alberto Adriani del estado Mérida. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial. Sección de Posgrado Maestría en Administración. 130 p.

Espinoza-Ortega, Angélica, Enrique Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, Tirso Castañeda-Martínez, and Carlos Manuel Arriaga-Jordán. 2007. Small-scale dairy farming in the Highlands of central México: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*. 43, 241-256.

Grubbström, Ann, Helen Sooväli-Sepping. 2012. Estonian family farms in transition: a study of intangible assets and gender issues in generational succession. *Journal of Historical Geography*. 38, 329-339.

López M., R., J. Dolleiro, I. Nuñez, y H. Hernández R. 1996. Capacidad tecnológica de los sectores agrícola y agroindustrial de México. *In: El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México*. Del Valle, C. y J. Solleiro. Siglo XXI. IIEC y UNAM. México. 95-114.

Martínez García, Carlos Galdino, Peter Dorward, Tahir Rehman. 2012. Farm and socio-economic characteristics of smallholder milk producers and their influence on technology adoption in Central México. *Tropical Animal Health and Production*. 44, 1199–1211.

Martínez-García, Carlos Galdino, Peter Dorward, Tahir Rehman. 2013. Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in central Mexico and the implications for future research on small holder adoption in developing countries. *Livestock Science*. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.007>.

Martínez-Castañeda, Francisco Ernesto, Mauricio Perea-Peña. 2012. Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del valle de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 9, 4, 411-425.

Otero, Iago., Martí Boada, Joan David Tàbara. 2013. Social–ecological heritage and the conservation of Mediterranean landscapes under global change. A case study in Olzinelles (Catalonia). *Land Use Policy*. 30, 25– 37.

Posadas-Domínguez Rodolfo Rogelio, Jesús Armando Salinas-Martínez, Nicolás Callejas-Juárez, Gregorio Álvarez Fuentes, José Herrera Haro, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda. 2013. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Revista Contaduría y Administración*. Disponible en: [www.contaduriayadministracionunam.com.mx/.../pp\\_11012013.pdf](http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/.../pp_11012013.pdf).

Schaper, Christian, Lassen Birthe, Ludwig Theuvsen. 2010. Risk management in milk production: A study in five European countries. Food Economics. Acta Agricult Scand C. 7, 56-68.

## **5.2 Artículo científico enviado**

Nombre del artículo:

**“QUALITY OF LIFE AND SATISFACTION AS ELEMENTS OF PERMANENCE IN PERI-URBAN DAIRY STABLES”**

Autores:

**Jesús Armando Salinas Martínez, Francisco Herrera Tapia, Carlos Manuel Arriaga Jordan, Francisco Ernesto Martínez Castañeda**

Revista a la que fue enviado:

**Agricultural and Human values**

## AHUM - Submission Confirmation

em.ahum.0.39b6b0.64f1f4f2@editorialmanager.com  
[em.ahum.0.39b6b0.64f1f4f2@editorialmanager.com] en nombre de Agriculture and Human Values (AHUM) [babu.krishnamoorthy@springer.com]

Enviado el: martes, 11 de marzo de 2014 10:10 p.m.

Para: Francisco Ernesto Martinez Castañeda

Dear Dr. Francisco Martínez-Castañeda,

Thank you for submitting your manuscript, **QUALITY OF LIFE AND SATISFACTION AS ELEMENTS OF PERMANENCE IN PERI-URBAN DAIRY STABLES**, to Agriculture and Human Values.

During the review process, you can keep track of the status of your manuscript by accessing the following web site:

<http://ahum.edmgr.com/>

Should you require any further assistance please feel free to e-mail the Editorial Office by clicking on "Contact Us" in the menu bar at the top of the screen.

With kind regards,

Springer Journals Editorial Office

Agriculture and Human Values

Now that your article will undergo the editorial and peer review process, it is the right time to think about publishing your article as open access. With open access your article will become freely available to anyone worldwide and you will easily comply with open access mandates. Springer's open access offering for this journal is called Open Choice (find more information on [www.springer.com/openchoice](http://www.springer.com/openchoice)). Once your article is accepted, you will be offered the option to publish through open access. So you might want to talk to your institution and funder now to see how payment could be organized; for an overview of available open access funding please go to [www.springer.com/oafunding](http://www.springer.com/oafunding).

Although for now you don't have to do anything, we would like to let you know about your upcoming options.

## QUALITY OF LIFE AND SATISFACTION AS ELEMENTS OF PERMANENCE IN PERI-URBAN DAIRY STABLES

Jesús Armando Salinas Martínez<sup>1</sup>, Francisco Herrera Tapia<sup>1</sup>, Carlos Manuel Arriaga Jordan<sup>1</sup>, Francisco Ernesto Martínez Castañeda<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del estado de México.

[\\*femartinez@uaemex.mx](mailto:femartinez@uaemex.mx) and [fernestom@yahoo.com.mx](mailto:fernestom@yahoo.com.mx)

### SUMMARY

It was made a study from 2010 to 2012 in the valley of Mexico. It was worked with a group of 39 producers that constitute the 17% of the population (N=225) of the Peri-urban Dairy Stables (PDC). The compilation of the data and the analysis were conducted working out combined qualitative and quantitative researching methods to evaluate as much the quality as the satisfaction with the dairy activity. The satisfaction was determined taking into account the components: a) Quality of life, b) Satisfaction with the level of the life, c) Satisfaction with aspects between the stable and d) family life, and satisfaction with the incomes. It was validated the compilation data's tool applying the alpha's coefficient of Cronbach. Finally was designed an additive model that weighed up the Satisfaction Arose from Dairy Activity (SADA). The scales in each component were in order from 1 to 5. The result for the component *Quality of Life* (QL) was of 4.7 points, with this activity the producers can meet their essential needs such as the cost of food, education, cost

of clothing, the cost of health and even pay for recreation. To the component *Satisfaction with the Level of Life* (SLOL), the points were 3.9, explained, mainly by the size of the stable. The component *Satisfaction with Aspects between the Stable and Family Life* (SASFL), got 3.86 points, taking into account facts as incomes, housing size, productivity and emotions. The component *Satisfaction with the Incomes* (SI) got a score of 3.8, the producers express that is feasible to continue with a productive activity they like over, it's also profitable. The composed indicator SADA had a global result of 82%, which indicates that the components of satisfaction and quality of life that generates the peri-urban stables in the Valley of Mexico, is more than sufficient for the activity to remain.

### **Key Words**

Agriculture, Peri-urban dairy stables, Rural economy, Satisfaction, Sustainability.

### **INTRODUCTION**

The peri-urban systems of production in small scale are an option to generate incomes and improvement in life's quality of many families settled in communities where they're developing. Are important socio-cultural places where are taken to the end phenomenon that own elements of territory, social and cultural participation (Torres-Lima and Rodriguez-Sanchez 2008:79), transmission of knowledge (Grubbström and Sooväli-Sepping 2012) hereditary state (Fraser and Chisholm 2000; Otero *et al.* 2013), capacity to provide employment to the family's members, religious (Lyon *et al.* 2011) included old persons, women and children (Shortall 2000;

Posadas-Dominguez *et al.* 2013a), also the feelings of the people to keep their system of production (Kuehne 2013).

In the economic ambit stands out the help of the dairy systems in small scale to contribute with the 32% of the national production according to the secretary of farming, cattle, rural development, fishing and food (SAGARPA 2012), furnish with food (Eslava 2003; Valeeva *et al.* 20007) and to generate incomes (Martinez-Garcia *et al.* 2013). The social and economic elements fore told have an effect in the quality of life and with the satisfaction of the people involved in this activity.

At most importance element is the peri-urban condition, because of the demographic growth has affect negatively in these production's systems, cause in the fight to get resources as water and land against the habitation areas, causing a so called phenomenon: "many-sided-death duty" (Burton and Walford 2005), which has given place to dairy stables in small scale. The peri -urbanity of these systems has also provoked regional advantages (comparatives), such as the use of the local resources (Escobar-Lopez *et al.* 2011; Martinez-Castañeda and Perea-Peña 2012; Otero 2012), the improvement of share capital (Dechow 2012; Posadas-Dominguez *et al.* 2013a), and the commercialization (Torres and Rodriguez 2006).

The interest to know about the elements that determine the quality of life and the satisfaction has been increased in the latest years (Moons *et al.* 2006; Grunet *et al.* 2007; Deindl 2013). Certainly doesn't exist a consensus related to these concepts (quality of life and satisfaction); there are lots of approaches and conceptual analysis derived from different investigations. In the data base of happiness (Veenhaven and

DeHeer , quoted by Grunet 2007) it is mentioned that the two universal requires for a happy life are: “Food and possibly meaning” (487).

The studies of quality of life and satisfaction have been tackled in diverse contexts, now for productive ones or now for daily life. Jussaume (1990), analyzed the differences in quality of life in agricultural systems of partial time and complete time, Pollnac and Poggie (2006), studied the working satisfaction in the fishing activity, Grunet *et al.* (2007) they evaluated the satisfaction and the quality of life with factors related to the feed, Deindl (2013) related the conditions of life in the first years to the satisfaction in the old age. However, the evidence on the analysis about the satisfaction related to the dairy activity, specifically in peri-urban conditions are scarce.

From afore mentioned the objective of this work was to analyze the social cultural elements that determine the quality of life and the satisfaction, also how they influences in the permanence.

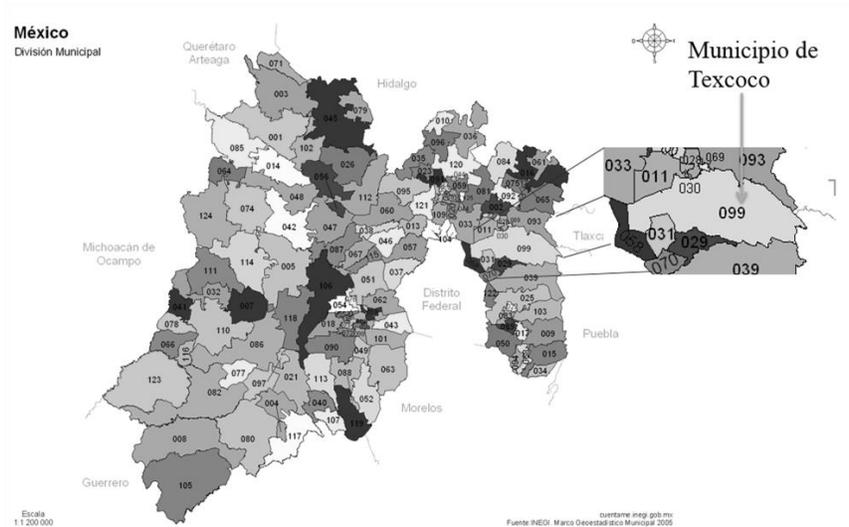
## **METHODOLOGY**

### Study area

The study it was realized from 2010 to 2012, in communities in the town of Texcoco, valley of Mexico. It was worked with a group of 39 producers that represent the 17% of the population (N=225) of the Peri-urban Dairy Stables (PDC) from the area of the study, with a quantity from 3 to 30 cows in production and the replacements.

Texcoco is geographically placed to the east of the state of state of Mexico, at the distance of 18 kilometers of the Mexico City, has a population of 105,165 inhabitants (INEGI 2010), with a territorial extension of 418.69 km. The altitude of the chief town is 2,250 meters over the level of the sea. The weather is warm and semi dried, with an annual average temperature of 15.9° C and an annual precipitation of 686 millimeters. It's on the second place in production of cow's milk in the State of Mexico, almost equivalent to 500 million of liters, which represent 5% of the total production in the country (SIAP 2012).

**Figure 1 Study area, Texcoco**



### Data compilation techniques

The compilation of information and analysis was made combining qualitative and quantitative methods (Schalock *et al.* 2000) to evaluate as much the quality of life as the satisfaction. The data were got through guided questionnaires, semi structured

interviews with the producers, their families and employees; and also some specific questions.

*The satisfaction* was determined considering the following components: a) Quality of life, b) Satisfaction with the Level of Life, c) Satisfaction with Aspects between the Stable and Family Life and d) Satisfaction with the Incomes.

a) *Quality of life* (QL) was defined considering five categories: 1) Feeding, 2) Education, 3) Clothing, 4) Health, and 5) Recreation.

b) *Satisfaction with the level of life* (SLOL) took into account items such as: 1) Ideal in life; 2) Conditions of life; 3) Satisfied; 4) objectives in life and 5) not change anything in my life

c) *Satisfaction with Aspects between the Stable and Family Life* (SASFL) it was defined thinking of 3 premises (Lloyd *et al.* 2007): 1) TO HAVE: earn money, people's acknowledgement, big house, maximum volume of production, goals in incomes, productive objectives, improvement in equipment and is better than others; 2) TO BE: problems in the job, is creative in the stable, external interests or hobbies, new experiences, the work is demanding, the work has different activities, make useful things and the job is wonderful; 3) TO DO: reduces the hunger, offers a job, helps to the economic improvement, its product is able to get, to take part in the community's events, keeps to the family in the activity, is owner of the land and is a generous person.

d) *Satisfaction with the incomes* (SI), was determined the cost of production for a liter of milk. The net incomes were calculated according to the sale prices, discounting the production's costs for each stable. Were considered all the sections that are involved in the process of the production and the incomes from the sale of the milk and animals for sale or residue and were calculated the net utilities.

The measurement scale for each component was from 1 to 5; where 1, is considered the lowest value and 5 the highest value. The punctuation on the questions (*Items*) was through the simple method, as they are got with the summary of the correct answers or according to the values that have been given to each choice, and later they're averaged.

The validation of the got information was made by the technique of repetition of the questions, synonym questions, polychotomous answers, besides to define very clearly each one of the items used in the questionnaires.

It was validated the tool to compile the data applying the alpha coefficient of Cronbach (Cronbach 1951) that weighs up the homogeneity of the answers, calculating the average of all the correlations and settles their similitude. The interpretation is that inasmuch as the value approaches to 1, the more credible is the tool, the acceptability rank, will be acceptable from 0.70 to upper values. The formula is the following:

Where:

$\alpha$ : Alpha Coefficient of Cronbach

K: The number of the items

$S^2$ : Summary of variations of the items

$S^2$ : Variants of the summary of the items

According to the suggestion of Barlett and Brown (1985:29-30) the conditions of the quality of life, when they are based on opinions and perceptions, generally they're filled of subjectivity, because of that, and for the purposes of the present investigation, values were given to the items, taking into account in the development of the compilation of the data, and it was set the level of Satisfaction that arose from dairy activity, thinking of the four components of this research, in an additive model.

It was designed an additive model that weighed up the Satisfaction Arose from Dairy Activity (SADA). The mathematic expression is the following:

$$\text{SADA} = \text{SLOL} + \text{SASFL} + \text{QL} + \text{SI}$$

**Table 1 Specification about the variables of the study**

Variable	Abbreviation	Operational definition	How to weigh it up
Quality of life	<b>QL</b>	Takes into account the main needs expressed by the producers (Food, Education, Clothes, Health and Recreation) That are covered with the development of the dairy activity.	1 = 1 covered need 2 = 2 covered needs 3 = 3 covered needs

---

			4 = 4 covered needs
			5 = 5 covered needs
			1= Not satisfied
			2= A little satisfied
Satisfaction with the level of life	<b>SLOL</b>	The producers and persons that are involved in the productive process are satisfied with the level of the life they had in that moment	3= Simply satisfied
			4= Very satisfied
			5= Extremely satisfied
			1= Not satisfied
Satisfaction with aspects related between stable and family life	<b>SASFL</b>	It's necessary to know if the producers and persons related are satisfied with the interaction that exists between the stable and family life.	2= A little satisfied
			3= Simply satisfied
			4= Very satisfied
			5= Extremely satisfied
			1= Not satisfied
Satisfaction with the incomes	<b>SI</b>	The producer is satisfied with the incomes that are got from the activities he does in his stable.	2= A little satisfied
			3= Simply satisfied
			4= Very satisfied
			5= Extremely satisfied

---

The indicator SADA is made to asses a total amount of 100%, proportionally distributed for each one of the 4 components (25% for each component). The values of SADA upper to 50% imply satisfaction.

## Results and Discussion

Sharma and Irving (2005) and Tokarczyk *et al.* (2007), consider that the dairy activity in small scale, is the result of the traditions and teachings got from one generation to other, and emphasizes the importance to know the level of satisfaction, because it depends on that a lot for the permanence of the system. An outstanding data, result from this search, is that on average; the producers have more than 30 years of experience in the milk production and most of them inherited the activity to produce milk from their parents.

Some investigations give a down position to the PDC in Mexico, however, the statistics of the cattle inventory do not agree with this postulate. In the year 2001, the number of the cows averaged up to 2,182,672 and in 2012 was of 2,382,443 in national scale (SIAP-SAGARPA 2012).

During the period from 2000 to 2010, the half average valuation of annual rise, (TMCA by its Spanish abbreviation), was increased in 1.74% (SAGARPA 2010), keeping the tendency in the last years (SIAP 2012). In the investigations made in the east of the state of Mexico, where the dairy activity is a tradition through many generations, the data brought by Alvarez *et al.* (2009) and Posadas-Dominguez *et al.* (2013a), do not show this decrease in the number of the PDC, either the cattle inventory nor the volume of the milk produced per cow, suggesting that dairy activity is effective. These evidences set to the PDC in a complex net where the productive, technic, social cultural and economic components are interlaced in such a way, that confer to them permanence in the environment they are developed.

The position of this productive place, also, give particular characteristics to the stables, because they are peri-urban, to adjoin with near towns and with the outskirts of Mexico City, that give to them advantages and disadvantages that will be try later.

The business of the milk, gives to the productive system some advantages, such as: taking part in transferences to the production, the commercialization' security of a product, basic in a nutritional level, by cultural fluxes of persons all through the space and time (Lind and Barham 2004).

Got data are related to the economic prospect, the property of a house, the life's conditions, the feelings of the producers to their stables, the activities in the stable, among others. The analysis of the information shows that the owners see to the stable as a business that generally provides money (incomes) to meet the needs of who owns and works. All these elements help towards the quality of life and the satisfaction. According to Robinson and Dickson (2003), the components of the quality of life and satisfaction are taken into account as a capital social goods, just as they can be worked toward get better, this is a common interest among the producers of that zone.

The producers of the zone depend a lot on the local socio territorial resources to the production of the food stuffs consumptions (forages, grains, remains, etc.), the animal production at the same time ensuring a place to live, through the possession of the land, most of them productive. The social capital generated in the stables, is the base for a serial of opportunities of means to live and according to Cabrera-Suarez *et al.* (2011) this social capital of the family enterprises, give a lot of potential

to the development, particularly when there's a lack of financial resources (39), just the traditional use of the natural resources and local wastes give the basic matter that let to give a value to the skilled work, thanks to the experience, traditions and their inherited knowledge, (Sharma and Irving 2005; Tokarczyk *et al.* 2007; Grubbström and Soväli-Sepping 2012), near to mention that in the 91% of the cases, the stables were inherited from the present parents of the producers and the 100% of the producers had a contact in any way with the milk production since their childhood (as children of farmers, family and to a lesser extent former employees).

One of the important strength detected in this investigation is the fact that the producers establish their work system, lifestyle and their social setting, around a basic consumption product (the milk), that generally brings a complete and balanced food, besides is a product of the Mexican common consumption and a cultural tradition in the consumption of the families (SAGARPA 2004; SIEDRUS 2008).

Other of the strengths is the peri-urban development of the stables, as a social territorial surround brings to means and all the necessary natural resources, knowledge, land, tradition, social relations and commercialization to take to end successfully the dairy activity in small scale.

Authors like Max-Neff *et al.* (1986), Lloyd *et al.* (2007), among others; have discussed about the conceptualization of the terms quality of life and satisfaction. Commonly the quality of life is related to facts that are focused in health, while the term satisfaction points to the perception that the persons have on their personal or

family needs and how to solve them, or with the activities inside the stable and the activities related to the family life.

The main objective of this work wasn't focused to determine in level or to weigh up the quality of life of the persons involved in the analysis in the dairy productive process, but, is involved in the analysis of issues related to the family incomes, the housing, health and education, among others; as components that determine the quality of life and that are reflected in the satisfaction.

Maseda *et al.* (2004) suggest that is more appropriate the term: "Satisfaction with the life", cause this definition tries successfully with all the components related (incomes, feeding, clothing, education and others), with the elements of satisfaction that give quality of life through the covering of the basic needs for the persons.

The producers interviewed related income and the number of animals with their level of satisfaction derived from dairy farming. Similarly Max-Neff *et al.* (1986) mentioned that there is a common relationship between needs, satisfiers and economic goods.

The 39 cooperative owners affirmed that the 100% of their incomes came from the diary activity. The main use of their resources is to buy food, in second place is used to their children go to school, cost of clothing and in the last place health.

Generally, the producers think they have a good level of life (4.7 points for this component), now that they can cover their essential needs, even "have" to pay for recreation and according to the mentioned by Max Neff (1986), the quality of life depends on the possibilities that the persons have to satisfy adequately their human

and fundamental needs (25). This could have pointed out in other sense the issue of the quality, since is obvious that the definition can be different for each person, even for each social group, what it is common among the producer of PDC and is the fact that the quality of life is a function of the coverage of the needs of individuals.

According to Hope (2008), is difficult to establish a concept for satisfaction that composes the different points of view of the specialists on the issue, since generally the persons have “needs” of different sort. Thinking of the suggest of Max Neff (1986), it can be included these needs in just one idea: “cover or not your needs”, gives to it a more global focus to the term satisfaction, now that according to the covering that would have the persons to satisfy their different needs, will be able to increase the quality of life (Lloyd 2007).

Inasmuch as the term of quality of life, this implies the idea of sustainability, surpassing the strict economic margin of the conception of “Wellbeing”, just measurable of economic growth and standard to endow (Hernandez 2009:86), introducing the environmental aspects and its intersection with the human needs, making up the social and economic structure.

#### *Satisfaction with the level of life*

One of the testimonies commonly heard among the producers is: “*La leche me provee lo que necesito para vivir*” (The milk provides me what I need to live).

This result is important, taking up again the fact to cover the needs, and that the persons related it with their level of life, since this component took into account: the

ideals of the persons, the satisfaction with their achievements, the conditions of life, aspirations and if they would change their activities.

In this sense is necessary to emphasize that besides the economic benefits that the producers, relatives and employees get from the diary activity, they reveal that: "*Es una actividad que me gusta hacer*" (It's an activity they like to do), what means; it goes further into the monetary matters. Similar to the testimony brought toward by Kuehne (2013), in this work was detected a "sentimental value", to the PDC, despite the existence of the economic adversities that they have faced many times.

The got score for this component was 3.9 globally, which is explained mainly by the amount of the flock, as to analyze the results individually, it's found a higher correlation (78% with one  $P < 0.01$ ), between the component SLOL and the size of the stable, resulting a score of 3.4 to the smaller size stable (4 cows in production), and 5 points to the biggest stable (30 animals).

#### *Satisfaction with aspects related between the stable and family life*

All the PDC included in this study have the house next to the stable, which links directly to the production system that generates the family incomes that influences straightly in the quality of life and the families satisfaction. Espinoza-Ortega *et al.* (2007), mentions that the dairy production systems in small scale, has been characterized as family units with small portions of land, generally of growing and with the house next to the stable. Maseda *et al.* (2004), mention that the conditions of the quality of the family life are better, when the house is nearer to the stable.

The component SASFL had a result of 3.86 points, as there are many sort of aspects related between stables and the houses that favor this value. The elements of “HAVE”, were strongly influenced by the size of the stable where the incomes generated by the dairy activity are better for the family, because of that the producers have bigger houses and in better conditions, compared to the houses of those families with smaller stables. The productivity is also better, from what they can get easily the reach of their productive and personal objectives.

Are also related aspects of emotional kind, cause the relation stable-house, is not only physic, the producers agree to declare that: “All what happen in the stable is reflected in the house”, such is the case of the economic pressures, worries, the demand for time and the “How” they feel in the matter of the activities they do in the stables. Other element related to the stable and family is the idea to contribute with their community and to the society, giving a product that is basic for human consumption generating jobs and contributing to the total amount of the production.

To the aspect “BE”, this one got the highest level of the 3 analyzed states, due to mainly that the producers generally have revealed to be dedicated to the dairy activity, because it carries out with their personal expectations, they continue with a family tradition that let them to grow as persons and as producers, developing in their own stables, moreover in all most all the cases (92%) the producers have inherited their stable from their parents.

In the state “SERVE”, The producers in addition stand out the idea that the dairy activity is “kind” as it generates a product that is basic for the nutrition, gives to them

food supplies, generates jobs for the members of the family and for other persons by using the local resources (land, forages, building waste, among others), and keep busy to the children in an activity that could become in a source of incomes to their future, ensuring at the same time the permanence of the stable.

### *Satisfaction with the incomes*

It is evident that this component includes all the aspects related to the economic section, but in this analysis, the given focus was made under the personal and social perception of these economic elements. The incomes from the social point of view, affords certain social status, in relation to the their neighbors, as according to the size of the stable (assets able to capitalize), is the importance that the producer has before his community or his town, this includes the decisions-making, as person inside his own stable or as a representative of a civil association or a cattle association.

According to the results of this work, the producers relate their level of satisfaction to the got incomes with the dairy activity. Stutzer (2002) and Minh (2008), prove the same relation (satisfaction-incomes), mentioning that to bigger incomes, the producers have more opportunities to get what they want and generating elements of satisfaction to your life.

In general, the component SI got a score of 3.8, this is positive referred to the permanence of the stable as the producers mention that is able to continue with a productive activity that they like, besides, it can supply to them the necessary incomes to cover their family expenses without need to look for other choices out of

the stable, even out of the region or the country. There's a correlation of 61% between the variable "incomes from dairy activity" and the component SASFL that determines an effect and high relation among the incomes arose from stable, the house and the family life. The feelings of the people involved in the dairy activity, generally are related to inherited traditions and teachings (Sharma and Irving 2005 and Tokarczyk *et al.* 2007), and arose equally. The relation PDC-house generates a good as the milk and capital (incomes), in the other hand and simultaneously, brings elements of satisfaction to the producers and their families. This relation is one of the most important, as it infers directly on the permanence of the stable into the milk sector under the premise of satisfaction.

From the economic perspective, the producers focus their experience in the dairy activity to the maximization of the profits and the increase of the productivity, not leave aside the fact that to see the farming activity as a lifestyle, at the same time their knowledge are used as a tool that can reduce the production expenses mainly by the concept of food an work using the maximum of the human capital (family work), sections that represent the biggest percentage in the composed of total cost.

#### *Composed indicator Satisfaction Arose from Dairy Activity*

The analysis of the component QL, cause is a complex concept (Maseda and Alvarez 2004), included the needs taken into account as basic for the persons included in this study (feeding, education, clothing, health and recreation). The result to this component was 2.76 points, being the highest result of the four components that were analyzed.

The producers were questioned about the got results in the inquiries and most of them say they cover their needs with the profits got from the dairy activity, besides take into account that in general they have a good quality of life, that ensure them a peaceful life and at the same time a secure old age. In the same sense, Deindl (2013) and Kahn (2013), maintains that to have quality of life in the youth, will have a positive incidence on the conditions of the quality of life in the old age.

The element SLOL, got a score of 3.92, this indicator includes aspects related to the aspirations and the excellence got in the life, the answers to the inquiry has a coherent pattern to this result since the producer that have small stables (3-10 cows in production), are not completely satisfied with their level of the life because of their minor contribution in relation to the bigger ones. This results of great importance, as the permanence of the stable is related in many cases to the level of incomes that the producers get from the activity, Posadas and Dominguez *et al.* (2013b), it showed that the competitiveness of the PDC in a scale of 6 cows in production is bigger than in the larger stables when it wasn't taken away the cost of opportunity of the family work, however, on taking away this cost, these stables less competitive. Here is where the producer finds himself in an economic "paradox", as the end of the day; the current money that he has in his pocket is less than the PDC with more cows.

Respect to the component SASFL, the score was 3.86 despite it isn't the highest, is the one that has more meaning of information. Since the point of view of the satisfaction pertaining to the concept "eudemonic", (HAVE), it reveals the importance of the incomes for the producers and their families, cause it affords to them the

capacity of current cash, possession assets, even a social status, such is mentioned by Ryan and Deci (2001). Also were known the elements of satisfaction more alike of “hedonistic” kind (BEING), referred to the quality of life and satisfaction and to the got achievements through this activity, standing out the feelings that the producers have respect to their stables , in this same sense Kuehne (2013), reports his experience and feelings associated to his farm, equally, the producers stand out the fact to do this activity cause they find in it a pleasure and a loyalty before an activity inherited, in some cases from many generations.

Finally taking up again the concepts suggested by Lloyd *et al.* (2007), is the satisfaction related to the ideas about help towards (TO SERVE), for the community, through the mitigation of famine, with an available and accessible product; further more helping with the incomes for the family and for the community by generating sources of employment, being the dairy an activity that gets better the social economic conditions of the families (Dechow 2011).

The component SI got a score of 3.85, very similar to the SLOL and to SASFL. In the chart 4 are showed the results for each one of the components; QL, SLOL, SASFL and SI, whose maximum value is 5.

**Table 2 Average values per component (absolute values)**

	<b>QL</b>	<b>SLOL</b>	<b>SASFL</b>	<b>SI</b>
<b><math>\bar{Y}</math></b>	4.76	3.92	3.86	3.85
<b><math>S^2</math></b>	0.43	0.69	0.53	0.85
<b><math>\sqrt{S^2}</math></b>	0.18	0.46	0.28	0.71

Once the results of each component were got, these were also weighed up to each one of them represent the 25% of the participation inside the indicator SADA, getting a global result for this indicator of 82% of satisfaction arose from dairy activity. This is a good result in terms of permanence of stables, as the producers feel satisfied with the productive activity they do, the probability that them or some of their relatives (generally their children), continue in this activity, is increased.

The composed indicator SADA, as it was described in the methodology, contains all the elements that the searchers altogether with the opinions of the producers and the persons related to the activity, determine the quality of life and the satisfaction of persons dedicated to the peri-urban dairy.

In the chart 5 are showed the results of the additive model SADA, for each one of the components and the end result, whose result for this study was 81.94% of satisfaction for the dairy.

**Table 3 Results of the composed indicator:  $S = QL+SLOL+SASFL+SE$  (relative values)**

	<b>QL</b>	<b>SLOL</b>	<b>SASFL</b>	<b>SI</b>	<b>SADA</b>
<b><math>\bar{Y}</math></b>	23.78	19.61	19.28	19.27	81,94

## Conclusions

The components QL, SLOL, SASFL and SI analyzed, contain all the elements (variable) social, that determine the quality of life and satisfaction of the involved in

the productive process in the peri-urban dairy stables. The component that got a major value was QL with 23.78%, followed by SLOL with 19.61%, SASFL with 19.28% and SE with 19.27%.

The composed indicator SADA, lets to weigh up the perception that the members of the family have to their stables respect to the satisfaction to the dairy activity, which is a factor that determines the continuity of the activity provided that effects on the permanence of the stable in small scale in the dairy sector of the country and that has a result of 82% or 4.09 points in a scale from 1 to 5.

The results of the present investigation show that the satisfaction arose from dairy activity in small scale, is related to incomes that this activity provides to the producers and to the actors involved in this productive process, giving to them the capacity to cover their needs and generating elements of satisfaction, but, also there are non-economic elements, and components that are supplying sustain to the afore mentioned productive activity.

The producers establish their work system, lifestyle and social setting, around the product “milk”. In the same way, they get social territorial benefits by using natural resources self-generated and the direct selling through the peri-urban established conducts.

All the producers, no matter their production scale, get the 100%of their incomes from the dairy activity, and assign them to the family’s food, education to the children, cost of clothing and health.

The human capital (the families), the inheritance of knowledge are; the main strength of the dairy stables, on provide the skilled work at the same time represents a cost of opportunity to the stable.

The evaluation of the satisfaction arose from dairy activity, is an important element in terms of permanence for the stable. Quantifying it as a composed indicator, it lets us to have a useful parameter to the evaluation of dairy stables in small scale in the social sphere to the evaluation of sustainability.

### **Acknowledges**

To the dairy producers

To research Project Grant UAEM 2892/2010U

To CONACyT Mexico, for Jesús Armando Salinas Martínez' scholarship

### **References**

Ávila-Arce, Adanelly y David de Jesús González-Milán. 2012. La competitividad de las fresas (*fragaria spp.*) Mexicanas en el mercado nacional, regional y de estados unidos. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*. Vol. 9 Núm. 1: 17-27.

Barlett, Peggy F. and Peter J. Brown. 1985. Agricultural Development and the quality of Life: An Anthropological View. *Agriculture and Human Values*. SPRING. 2: 28-35.

Burton, Rob J.F., and Nigel Walford. 2005. Multiple succession and land division on family farms in the South East of England: A counterbalance to agricultural concentration. *Journal of Rural Studies*. 21: 335-347.

Cabrera-Suárez, M. Katiuska., M de la Cruz Déniz-Déniz, Josefa D. Martín-Santana. 2011. Familiness and market orientation: A stakeholder approach. *Journal of Family Business Strategy* 2: 34-42.

Cain, Philip., Muhammad Anwar., Peter Rowlinson. 2007. Assessing the critical factors affecting the viability of small-scale dairy farms in the Punjab region of Pakistan to inform agricultural extension programmes. *Agricultural Systems*. 94: 320-330.

Cepero, O., Castillo, J.C., Salado, J. 2005. Universidad Central "Martha Abreu" de las villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Medicina Veterinaria. Sta. Clara, Villa Clara, Cuba. *RETVET*. Vol. VI. No. 3.

Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16: 1-16.

Dechow, C. D. 2011. Short communication: Farm and socioeconomic characteristics of the top 100 dairy farm counties in the United States. *Journal Dairy Science*. 94: 2972-2976.

Deindl, Christian. The influence of living conditions in early life on life satisfaction in old age. *Advances in Life Course Research*. 18: 107-114.

Escobar-López A. C. Rivera-Benitez J. F. Castillo-Juárez H. Ramírez-Mendoza H. Trujillo-Ortega M. E. Sánchez-Betancourt J. I. 2012. Identification of Antigenic Variants of the Porcine Rubulavirus in Sera of Field Swine and their Seroprevalence. *Transboundary and Emerging Diseases*. 59: 416-420.

Eslava Z. R. A. 2003. Sistemas de acumulación de costos en el sistema ganadero del municipio Alberto Adriani del estado Mérida. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial. Sección de Posgrado Maestría en Administración. 130.

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 México: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Expl Agric.* 43: 241-256.

Fraser, Iain and Tony Chisholm. 2000. Conservation or cultural heritage? Cattle grazing in the Victoria Alpine National Park. *Ecological Economics.* 33: 63-75

Grubbström, Ann, Helen Sooväli-Sepping. 2012. Estonian family farms in transition: a study of intangible assets and gender issues in generational succession. *Journal of Historical Geography.* 38: 329-339.

Grunert, Klaus G., Moira Dean, Monique M. Raats, Niels Asger Nielsen, Margaret Lumbers, Food in Later Life Team. 2007. A measure of satisfaction with food-related life. *Appetite* 49: 486-493.

Hansen, J.W. 1996. Is agricultural sustainability a useful concept?. *Agricultural Systems.* 50: 117-143.

Hernández Aja, Agustín. 2009. Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de Sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI*, Vol. 24, Núm. Universidad de Chile. 65: 79-11. Chile

Hope Alkon, Alison. 2008. From value to values: sustainable consumption at farmers markets. *Agricultural Human Values*. 25: 487-498.

INEGI. 2010. Consultado en línea el 25 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/ResultadosR/CPV/Default.aspx?texto=texcoco>

Jussaume Jr., Raymond A. 1990. Quality of life perceptions of japanese part-time farmers. *Journal of Rural Studies*. 6: 259-268.

Kahn, Matthew E. 2013. Local non-market quality of life dynamics in new wind farms communities. *Energy Policy*. 59: 800-807.

Kuehne, Geoff. 2013. My decision to sell the family farm. *Agricultural and Human values*. 30: 203-213.

Lind, David y Barham, Elizabeth. 2004. The social life of the tortilla: Food, cultural politics, and contested commodification. *Agriculture and Human Values*. 21: 47-60.

Lloyd, Sarah., Michael Bell, Tom Kriegl, Steve Stevenson. 2007. Milking more than profit: Life satisfaction on Wisconsin dairy farms. University of Wisconsin-Madison Center for Integrated Agricultural Systems.

Lyon, Alexandra, Michael M. Bell, Claudio Gratton, Randall Jackson. 2011. Farming without a recipe: Wisconsin graziers and new directions for agricultural science. *Journal of Rural Studies*. 27: 384-393.

Martínez-Castañeda, Francisco Ernesto, Mauricio Perea-Peña. 2012. Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del valle de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 9: 411-425.

Martínez-García, Carlos Galdino, Peter Dorward, Tahir Rehman. 2013. Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in central Mexico and the implications for future research on small holder adoption in developing countries. *Livestock Science*. 152: 228-238.

Maseda, F., F. Díaz; C. Alvarez. 2004. Family Dairy Farms in Galicia (N.W. Spain): Classification by Some Family and Farm Factors Relevant to Quality of Life. *Biosystems Engineering*. 87: 509-521.

Max-Neef, Manfred., ELIZALDE, Antonio., HOPENHAYN, Martín. 1986. Desarrollo a escala humana una opción para el futuro. *Development Dialogue*, número especial. CEPAUR y Fundación Dag Hammarskjöld. Uppsala, Suecia.

Maseda, F., F. Díaz., C, Alvarez. 2004. Family Dairy Farms in Galicia (N.W. Spain): classification by Some Family and Farm Factors Relevant to Quality of Life. *Biosystems Engineering*. 87: 509-521.

Minh Duc, Nguyen. 2008. Farmers' satisfaction with aquaculture - A logistic model in Vietnam. *Ecological Economics*. 68: 525-531.

Mitchell, G. 1996. Problems and fundamentals of sustainable development indicators. *Sustainable Development*. 4: 1-11.

Moons, Philip, Werner Budts, Sabina De Geest. 2006. Critique on the conceptualisation of quality of life: A review and evaluation of different conceptual approaches. *International Journal of Nursing Studies*. 43: 891-901.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.

OCDE – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. 2001. Environmental indicators for agricultura. Vol. 3. Methods and results. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

Otero, Iago., Martí Boada, Joan David Tàbara. 2013. Social-ecological heritage and the conservation of Mediterranean landscapes under global change. A case study in Olzinelles (Catalonia). *Land Use Policy*. 30: 25-37.

Robinson , K. Ngugi and Dickson M. Nyariki. 2003. Rural livelihoods in the arid and semi-arid environments of Kenya. *Agriculture and Human Values*. 22: 65-71.

Pollnac, R.B., Poggie, J.J., 2006. Job satisfaction in the fishery in two Southeast Alaskan towns. *Human Organization* 65: 329-339.

Posadas-Domínguez Rodolfo Rogelio, Jesús Armando Salinas-Martínez, Nicolás Callejas-Juárez, Gregorio Álvarez Fuentes, José Herrera Haro, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda. 2013a. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012.

*Revista Contaduría y Administración*. Disponible en: [www.contaduriayadministracionunam.com.mx/.../pp\\_11012013.pdf](http://www.contaduriayadministracionunam.com.mx/.../pp_11012013.pdf).

Posadas-Domínguez Rodolfo Rogelio, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda. 2013b. Contribution of family work to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. DOI 10.1007/s11250-013-0482-4

Ryan, R. and E. Deci. 2001. On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*. 52: 141-166.

SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México. Coordinación General de Ganadería.

SAGARPA. 2012. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010 Claridades agropecuarias. Noviembre, 207. Disponible en : <http://www.infoasercas.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf>

SEIDRUS (Sistema Estatal de Información Para el Desarrollo Rural Sustentable). 2008. Análisis Técnico Económico del proceso productivo de la leche en zonas específicas del Estado de Jalisco. Rentabilidad de la Leche. Estudio llevado a cabo a través del Programa Alianza para el campo. 1-30 Pp.

Schalock, Robert L., Gordon S. Bonhamb, Cristine B. Marchand. 2000. Consumer based quality of life assessment: a path model of perceived satisfaction. *Evaluation and program planning*. 23: 77-87.

Sharma, P. and Irving, G. 2005. Four bases of family business successor commitment: antecedents and consequences. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 29: 13-33.

Shortall Sally. 2000. In and out of the milking parlour: a cross-national comparison of gender, the dairy industry and the state. Women's Studies International Forum. 23: 247-257.

SIAP-SAGARPA. 2012. Consultado el 04 de febrero del 2013 disponible en línea en: <http://www.siap.gob.mx/index>.

Tokarczyk, J., Hansen, E., Grenn, M. y Down, J. 2007. A resource based view and market orientation theory examination of the role of "family ness" in family business success. *Family Business Review*. 20: 17-31.

Torres Lima, Pablo y Luis Rodríguez Sánchez. 2006. Dinámica agroambiental en áreas periurbanas de México. Los casos de Guadalajara y Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas (Mx)*. 60: 62-82.

Valeeva, Natalia I., Ruud B.M, Huirne., Miranda P.M, Meuwissen., Alfons G.J.M. Oude Lansink. 2007. Modeling farm-level strategies for improving food safety in the dairy chain. *Agricultural Systems*. 94: 528-540.

# CAPITULO 6

## OTROS RESULTADOS

### 6.1 Análisis de la sostenibilidad de los sistemas de producción lecheros en pequeña escala

Finalmente se promediaron los resultados por estrato productivo tanto por dimensión de la sostenibilidad (Económica, Social y Ambiental), así como de manera global, también para cada estrato (Tabla 11).

**Tabla 11. Sostenibilidad por dimensión y global por estrato productivo (%)**

Estrato	Dimensiones			Sostenibilidad
	Económica	Social	Ambiental	
I	1.69	18.11	5.33	25.13
II	5.81	21.50	11.94	39.25
III	15.67	24.02	31.23	70.92

Los resultados se interpretan como que el Estrato I tiene un nivel de sostenibilidad del 25%, el Estrato II del 39.5% y el estrato III del 70.92%. Es necesario considerar que la normalización y la ponderación de valores de los indicadores se hicieron de manera global, para tener un punto de comparación entre los estratos productivos y así mismo para poder comparar por unidad de producción.

### 6.1.1 Estrato I

En la tabla anterior se puede observar, que el resultado más bajo para este estrato, fue en la dimensión económica, a pesar de que los resultados individuales muestran que las unidades de producción son económicamente rentables, aportan al PIB y en su mayoría cuentan con seguro ganadero. Esto se explica, debido a que la normalización de los datos se hizo por medio de la metodología min-max, por lo que estos resultados son completamente relativos a sus sistemas productivos paralelos (Estratos II y III).

En mejor resultado para este Estrato (I), fue en la dimensión social, en general se debe a que al ser una unidad productiva de tamaño pequeño, la carga de trabajo, y la presión económica con respecto a los insumos es menor, generando los mejores resultados en lo que a satisfactores se refiere.

En segundo lugar se posiciono la dimensión ambiental la cual a pesar de haber tenido el nivel más bajo de los tres estratos, sigue posicionando al Estrato I como sostenible ambientalmente. El valor más bajo con respecto a los Estratos II y III, es porque en los 4 indicadores ambientales se mostró menos eficiente, particularmente en el indicador especialización, pues al ser el estrato de menor tamaño, complementa sus ingresos, con actividades fuera del hato lechero.

### **6.1.2 Estrato II**

En el caso del Estrato II, se repite el mismo patrón que con el estrato I, sin embargo el nivel de la dimensión social es mejor en un 200% con respecto al Estrato I, principalmente explicado por la mejor proporción de venta al menudeo, lo que representa un mejor ingreso neto y por tanto una mejor rentabilidad. Otro elemento que mejora este indicador, es el nivel de producción (66 735.5 litros anuales en promedio) el cual es prácticamente el doble del Estrato I (28 959.6 litros anuales en promedio).

Con respecto a la dimensión social, también es el mejor valor de las tres dimensiones, nuevamente por los beneficios sociales que el sistema productivo brinda a los productores y a las personas involucradas en el proceso productivo.

La dimensión ambiental, mostro una eficiencia en promedio 100% mayor a la del Estrato I, esto esta principalmente relacionado con el indicador, especialización, ya que el Estrato II obtiene el 100% de sus ingreso de la lechería, lo cual lo convierte en altamente especializado.

### **6.1.3 Estrato III**

El Estrato III es el que mor nivel alcanzo en la dimensión económica, no solo por su nivel de rentabilidad (0.61 valor normalizado), sino por su contribución al PIB (0.61 valor normalizado), mientras que en el indicador seguro ganadero (0.11 valor normalizado), aunque está por encima del nivel del Estrato I (1.16 valor

normalizado), fue más bajo que el Estrato II (1.47), aunque esto no afectó el hecho de obtener el mejor resultado en la dimensión económica.

Con respecto a la dimensión social, por los resultados obtenidos en los Estratos I y II, además de las opiniones de los productores con respecto a la explicación de los resultados, se inferiría que podría ser una dimensión con menor valor con respecto a los otros dos estratos, sin embargo también en el ámbito social se obtiene el mejor nivel de sostenibilidad, aunque en este caso, se atribuye al poder adquisitivo de los productores, lo cual se refleja de igual manera en satisfactores, dándole el mayor valor al indicador satisfacción (0.55 Estrato I, 0.77 Estrato II y 0.87 Estrato III; valores normalizados). Cabe mencionar que es el que mejor transición generacional tiene.

La dimensión ambiental no fue la excepción, pues también el mejor valor fue para el Estrato III, pues se mostró más eficiente en balance de N (0.93 valor normalizado), balance de P (0.93 valor normalizado) y balance energético (0.52 valor normalizado) que los Estratos I y II, no así en nivel de especialización, pues en este caso un alto nivel de especialización se toma como valor negativo con respecto a la diversidad de especies, ya sean animales o vegetales, aunque no tuvo impacto sobre el nivel total de sostenibilidad.

## 6.2 Capítulo de libro

### **“Efecto económico de la mastitis en vacas lecheras”**

Autores:

**Salinas-Martínez, Jesús Armando; Posadas-Domínguez, Rodolfo Rogelio; Peñuelas-Rivas, Claudia Giovanna; Martínez-Castañeda, Francisco Ernesto.**

Libro:

**“GANADERIA Y ALIMENTACIÓN: ALTERNATIVAS FRENTE A LA CRISIS AMBIENTAL Y EL CAMBIO SOCIAL”**



**COORDINADORES**  
**BEATRIZ CAVALLOTTI VÁZQUEZ, ALFREDO CESÍN VARGAS,**  
**BENITO RAMÍREZ VALVERDE, CARLOS MARCOF ÁLVAREZ**



**Ganadería y alimentación: alternativas frente  
a la crisis ambiental y el cambio social  
Vol. 2**

#### **(4) Efecto económico de la mastitis en vacas lecheras**

Jesús Armando Salinas-Martínez<sup>1</sup>, Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez<sup>1</sup> Claudia Giovanna Peñuelas-Rivas<sup>2</sup>, Angélica Espinoza-Ortega<sup>1</sup>, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Intituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. UAEMex. <sup>2</sup>Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UAEMex.

### **INTRODUCCIÓN**

La industria lechera en el mundo enfrenta diversos problemas que afectan a la producción y por ende producen efectos negativos sobre la economía de las unidades de producción, la mastitis constituye uno de los principales problemas a los que esta industria se enfrenta (Aranguren 2009; Mungube *et al.* 2005; Persson 2003; Bradley y Green 2001; Dos Santos *et al.* 2002), debido a la disminución en la producción de leche que ocasiona (de 4 hasta 30%) y por el incremento en los costos de producción por los medicamentos utilizados (Bedolla y Ponce 2008) para el tratamiento de esta enfermedad. Gerlach *et al.* (2009), mencionan que esta enfermedad se presenta en dos formas: la forma clínica, que se reconoce fácilmente a través de las anormalidades que se presentan en la ubre y/o en la leche y la forma subclínica, misma que no se puede detectar a través de observaciones visuales de la vaca, ni de la leche, por lo que es necesario identificarla mediante pruebas para detectar el proceso infeccioso. Distintos autores estiman que existe un 50% de mastitis subclínica y más de 3% de mastitis clínica en el ganado lechero, además,

la carga bacteriana de la leche producida es elevada y presenta una variación significativa entre métodos de ordeño (Torres *et al.* 2001 y Mansilla 2001).

El método de ordeño y el manejo adecuado de la mastitis clínica y subclínica, son elementos que interfieren directamente sobre la rentabilidad de la unidad de producción. A pesar de todo esto esta enfermedad de la glándula mamaria, es también una enfermedad de la granja que sigue siendo, uno de los principales causantes de pérdidas económicas, Gebreyohannes *et al.* (2010) y Bedolla (2008), mencionan pérdidas alrededor del 5% en la producción, en tanto que Swinkels *et al.* (2005) y Martínez *et al.* (2000), reportan del 50% y hasta el 80% de pérdidas en la producción total de leche por vaca.

En Sebeta, Ethiopia, se realizó un estudio en 180 unidades productivas lecheras en donde detectaron una incidencia de 16% de mastitis clínica y 34% de mastitis subclínica (Sori *et al.* 2005), causantes de pérdidas en la producción de leche de igual manera. Por su parte Mungube *et al.* (2005) y Gerlach *et al.* (2009), reportan pérdidas hasta del 33% de la producción en cuartos infectados, causando pérdidas económicas de US\$ 39 por vaca al año. Así mismo, Radostits *et al.* (1994) y Barlet *et al.* (1991), reportaron disminución por vaca por lactancia del 15% en promedio de la producción, resaltando las prácticas de ordeño como factor que facilita la entrada de los microorganismos hacia las ubres.

La National Mastitis Council (NMC 1990), estima que entre un 70 a 80% de los casos de mastitis son debidos a técnicas inadecuadas de ordeño.

En vacas lecheras, la mastitis subclínica pasa desapercibida principalmente por que el aumento de SCC es aparentemente bajo (300-500 mil cel/ml) y al ser mezclado con leche proveniente de cuartos sanos el nivel de SCC es bajo en el volumen del hato (Leitner *et al.* 2008).

El conteo de células somáticas (SCC por sus siglas en inglés Somatic Cell Counts) ha sido un estándar mundial para el diagnóstico de mastitis subclínica. Además de ser un indicador de calidad (<200 000 cel/ml), por otra parte, un aumento de estas (>200 000 cel/ml) en la leche, disminuye tanto su vida de anaquel, como el procesamiento de productos lácteos (Barbano *et al.* 1991).

Diversos autores han estudiado la relación entre SCC y mastitis subclínica encontrando diferencias entre ubres saludables e infectadas en un rango de 200 000 a 300 000 cel/ml para vacas (Beltran de Heredia e Iturriza 1988; De La Cruz *et al.* 1994; Zarzycki *et al.* 1983). Por su parte Green *et al.* (2006) ha observado que bajo SCC tiene una relación inversa con alta producción de leche debido un efecto de dilución.

El conteo de células somáticas ha sido ampliamente utilizado como un indicador para estimar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica (Andrade *et al.* 2001; Dohoo y Leslie 1991; Bradley y Green 2005), ya que al ser células de defensa, una infección en la ubre es generalmente el principal factor que provoca el aumento en tales células, la inflamación de la ubre (Wolter *et al.* 2004) y por tanto reducción en el rendimiento productivo del animal.

Así las prácticas de ordeño adecuadas como el orden del ordeño, el lavado de manos, lavado de ubres, desinfección de ubre y de utensilios propios del ordeño además del manejo preventivo utilizando pre-selladores, selladores, etc. resultan de suma importancia, al disminuir los riesgos de que los animales enfermen y los ordeñadores diseminen este tipo de enfermedades de la ubre que tienen efecto directo sobre la rentabilidad.

El objetivo de la presente investigación fue estimar las pérdidas económicas que ocasiona la mastitis subclínica en la lechería de pequeña escala, de acuerdo a los hallazgos de autores que reportan de 4 a 30% de disminución en la producción de leche por la prevalencia de mastitis en su fase subclínica, y así estimar las pérdidas económicas que esto ocasiona en las unidades de producción lechera en pequeña escala, además determinar los costos que implica la implementación de prácticas de ordeño adecuadas en conjunto con uso de medicina preventiva para este tipo de enfermedad de la ubre y los efectos sobre la rentabilidad del hato.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización geográfica**

La investigación se llevó a cabo en localidades del municipio de Texcoco, Estado de México. Este municipio se encuentra situado geográficamente en la parte este del Estado de México; longitud 98° 39' 28" y latitud 19° 23' 40"; tiene una extensión

territorial de 418.69 kilómetros cuadrados. La altitud de la cabecera municipal alcanza los 2 250 msnm, su clima se considera templado semi-seco, con una temperatura media anual de 15.9°C y una precipitación media anual de 686.0 mm. Forma parte de la región económica III, subregión 3.3.

### **Sistemas de producción en pequeña escala**

Se analizaron los datos productivos y económicos de hatos lecheros entre tres y hasta 30 vacas en producción, predominantemente Holstein (95%), con una menor participación de algunas cruzas con suizo (5%) en promedio las unidades de producción y con lactancias de 305 días. Los animales tienen una dieta basada en forrajes, en su gran mayoría cultivados por los mismos productores (alfalfa, rastrojo de maíz, cebada, ensilado de maíz, etc.) y complementan su dieta diaria con alimento comercial, desperdicios agroindustriales (pan) y algunos cereales (maíz y sorgo) que son adquiridos en la misma zona productora.

Los datos fueron recolectados de 42 unidades de producción, las cuales fueron seleccionadas de manera aleatoria de una población previamente definida mediante listas de productores pertenecientes a la asociación ganadera local así como búsqueda directa. Se tomaron como variables principales de selección a hatos en base al número de animales en producción, que la actividad representará más del 80% de los ingresos de subsistencia y principalmente a hatos aparentemente libres de mastitis, se realizó monitoreo periódico de producción de leche cada dos semanas durante el periodo de mayo del 2009 a mayo del 2011, así mismo, se

registraron indicadores económicos para contabilizar las erogaciones por litro de leche producido y puesto en el mercado, para la colección de información se incluyeron a productores, trabajadores, familiares proveedores y consumidores.

### **Análisis económico y financiero**

El análisis económico se realizó utilizando la metodología de costos totales, la cual permitió estimar los costos de producción bajo las condiciones en que se desarrolla la actividad lechera, contemplando todos los rubros que intervienen en la composición de los costos y posteriormente a partir de ellos crear distintos escenarios estimando de acuerdo a el aumento en el SCC, las pérdidas económicas atribuidas a esta patología y los costos y beneficios por un programa de prevención de salud del hato. La metodología se adaptó a la información científica para conocer los estándares establecidos en investigaciones recientes en cuanto a la asociación de conteo de células somáticas, y la disminución en la producción de leche de vaca, en relación a lo establecido en la literatura científica.

De acuerdo al escenario real de producción que presentan los productores, se estimaron los costos de producción e ingresos así como los beneficios obtenidos y se modelaron tres escenarios: el primero caracterizado por una pérdida de producción del 10%, el segundo de 20% y el tercero de 30%, con la finalidad de homogeneizar criterios de nomenclatura, a partir de la simulación de estos escenarios, se estimaron las pérdidas en producción de leche y el desempeño económico que representan estas disminuciones en la producción, tanto por animal,

como por hato lechero; por otra parte, se construyó un escenario en función a la implementación de un programa de salud preventivo del hato, el cual incluye medidas como aseo y desinfección de manos del ordeñador y de la ubre, de los utensilios usados antes, durante y después del ordeño, pre-selladores y selladores y manejo de la práctica en orden de ordeño de mayor producción a menor producción de litros de leche por vaca. Este manejo contempla entonces el aumento en costos en las partidas de medicamentos y manejo para prevenir mastitis y de igual manera utilizando un esquema económico-contable se estimó el aumento en costo por litro de leche, pero al mismo tiempo se determinaron los beneficios por la prevención de este tipo de enfermedades, además de realizar las respectivas erogaciones para determinar la utilidad neta por litro de leche para cada escenario planteado.

## **RESULTADOS**

Las 42 unidades analizadas presentan una media en línea de producción de 10 vacas con una producción promedio de 19.42 litros al día en lactancias ajustadas a 305 días (Wiggins *et al.* 2001), a partir de esta información base, se determinaron los presupuestos económicos en costos e ingresos para cada escenario analizado (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Animales y producción**

$\bar{Y} \pm \sqrt{Var(\bar{Y})}$		
Vacas en producción	Total de animales	Producción Lts/día
10.23 ± 2.52	17.41 ± 3.25	19.42 ± 2.09

$\bar{Y} \pm$  Media y error estándar

### Escenario real

En las condiciones en las que se realiza la producción, el ingreso promedio por concepto de venta de un litro de leche fue de \$ 5.03 pesos M. N. El costo de producción fue de \$ 3.99 pesos M. N. resultando en una utilidad promedio de \$ 1.04 pesos M.N. por litro de leche en el periodo analizado.

Los resultados preliminares muestran que el estado financiero de las 42 unidades de producción, en promedio presentó beneficios por litro de leche, este comportamiento evidenció que los sistemas lecheros de pequeña escala presentan un grado aceptable de rentabilidad (25.88%) y competitividad (0.54) sectorial puesto que el retorno al capital invertido supera lo que se ganaría en pagarés de renta fija, no así para los escenarios estimados.

En el cuadro 2 se muestra la producción promedio diaria en el escenario base del periodo analizado y las emulaciones de pérdidas de producción (10, 20 y 30%) así

como los efectos económicos que estas disminuciones sobre la producción implican.

**Cuadro 2. Escenario base y modelización a 10, 20 y 30% de pérdida de producción**

	Volumen leche*	Costo	Precio	Utilidad
<b>Base</b>	19.42 ± 2.09	3.99	5.03	1.04
<b>Escenario 1</b>	17.47 ± 1.98	4.43	5.03	0.60
<b>Escenario 2</b>	15.54 ± 1.87	4.98	5.03	0.05
<b>Escenario 3</b>	13.59 ± 1.75	5.70	5.03	-0.67

\* $\bar{Y} \pm$  Media y error estándar

### Disminución de producción y pérdidas económicas

La estructura económica en el escenario 1, muestra la sensibilidad en costos, así como los beneficios que el productor estaría dejando de percibir por la pérdida de un 10% en la producción de leche. Los resultados muestran que el costo unitario (por litro) presenta aumentos de \$ 0.44 pesos M.N. por litro de leche producido respecto al costo de referencia obtenido en el escenario base, en tanto que el ingreso presentó una disminución de \$ 63 219 a \$ 32 740 anuales. El análisis de los resultados permite comparar que existiría en promedio una pérdida económica

sobre unidad de producción de 48% con respecto al escenario base si se presentará un brote de mastitis subclínica, por lo cual se debe tener en cuenta la inserción de un programa de prevención de salud del hato para evitar efectos negativos que puedan afectar la estabilidad económica de los hatos lecheros.

Mientras que en el escenario 2, las estimación de pérdida de producción fue por un 20%, y podemos apreciar que con una disminución en promedio de  $19.42 \pm 2.09$  a  $15.54 \pm 1.87$  litros vaca por día, el costo de producción se eleva (\$ 4.98 pesos M.N.) casi hasta llegar al precio de venta (\$ 5.03 pesos M.N.) dejando un margen de utilidad de \$ 0.05 pesos M.N. dejando prácticamente fuera del negocio a productores con esta disminución de producción. Y el que definitivamente además de no tener ganancias, tiene un balance negativo, es el escenario 3, ya que el costo se elevó a tal nivel que supera al costo de producción de un litro equivalente a \$ 0.72 pesos M.N. teniendo perdidas por cerca de \$ 91 475 pesos M.N. al año incluidas las utilidades que generaría sino tuviera un hato con mastitis y el costo para mantener a los animales aún sin ganancias.

De acuerdo con los resultados anteriores, es económicamente importante calcular las pérdidas de producción por concepto de enfermedades como la mastitis subclínica e implementar tratamientos preventivos y curativos, en los hatos lecheros que permitan concientizar a los productores sobre las prácticas y manejo del hato adecuadas para obtener un sistema productivo con mayor eficiencia (Halasa *et al.* 2009).

## **Costo del manejo sanitario**

También se modelizó un escenario en el que se representa el presupuesto económico para determinar los costos netos y los beneficios contemplando el aumento en el rubro de costo por concepto de la implementación de un programa de salud del hato referente a un adecuado manejo de las prácticas de ordeño, al implementar prácticas y medicamentos profilácticos en la rutina de aseo de las ubres, el cual en su estimación está indicando un incremento en los costos de producción alrededor del 1.7% (\$ 327 por vaca), lo cual significa un incremento aproximado de \$ 0.05 en el costo por litro de leche, sin embargo, los beneficios al implementar prácticas de ordeño son evidentes una vez analizadas las pérdidas de producción a causa de esta enfermedad, similares resultados reporta Swinkels *et al.* (2005), evidenciando mayores beneficios por concepto de prevención de esta enfermedad, sobre los efectos de padecerla.

## **Utilidades de acuerdo al escenario**

Una vez realizado el análisis de la estructura de costos y de haber modelizado los distintos escenarios, en el cuadro 3, observamos de manera directa los efectos que la pérdida de producción y el uso de la implementación de un programa preventivo de mastitis tienen sobre los ingresos generados en una unidad de producción lechera.

**Cuadro 3. Utilidades de acuerdo al escenario**

	Anual	Mensual	Por litro
Escenario real	63219.02	5268.25	1.04
Escenario 1	32740.59	2728.38	0.60
Escenario 2	2262.15	188.51	0.05
Escenario 3	-28216.29	-2351.36	-0.67
Manejo preventivo	59873.81	4989.48	0.99
Diferencia 1	30478.43	2539.87	0.44
Diferencia 2	60956.87	5079.74	1.00
Diferencia 3	91435.31	7619.61	1.71
Diferencia 4	3345.21	278.77	0.06

La diferencia descrita en el cuadro anterior, es entonces la pérdida determinada en cada escenario, por lo que entre mayor es este número, mayor es la pérdida que el hato tendrá de acuerdo al nivel de mastitis subclínica que tenga y otro dato relevante es que si este número de diferencia supera al de las utilidades en el escenario real, entonces el productor no solo deja de obtener utilidades, sino que también el productor estaría ejerciendo desembolso para poder mantener el sistema de producción, lo cual ocurre claramente en el escenario 3 con una diferencia 50% (91 435.31) mayor que las utilidades en el escenario real (63 219.02), y diversos autores (Gerlach *et al.* 2009; Bedolla 2008; Swinkels *et al.* 2005; Mungube *et al.* 2005; Wolter

*et al.* 2004; Radostits *et al.* 1994 y Barlet *et al.* 1991) coinciden con estos resultados al mencionar que llega un punto en que la pérdida de producción pone en riesgo la permanencia del sistema productivo por padecimientos como la mastitis subclínica.

También observamos mediante este análisis, que la diferencia mínima (3 345.21), la encontramos entre el escenario real y el escenario que se basó en un manejo preventivo, por lo que de acuerdo al análisis propuesto, la menor diferencia, respaldara el argumento que los productores necesitan para tomar la decisión de la implementación de un manejo sanitario adecuado económicamente comprobado, para obtener un sistema de producción más eficiente, ya que supera de un 50 hasta un 160% las utilidades por litro de leche con respecto a los tres escenarios planteados por pérdida de producción de leche, en tanto que Mungube *et al.* (2005) estima de igual manera reducción en la pérdida de producción, implementando un manejo sanitario adecuado.

Es así que en este escenario, los costos de producción se incrementan alrededor del 1.7% sobre el total, sin embargo esto es menor con respecto a la pérdida detectada en la modelización de los otros escenarios.

Es evidente que conforme la pérdida de la producción aumenta, la dilución de los costos totales entre litros de leche producidos es menor, sin embargo la idea de modelizar pérdidas por 10, 20 y 30% de producción, es por una parte, de acuerdo a los hallazgos científicos reportados antes mencionados y, por otra parte, de ver hasta qué nivel los sistemas de producción con estas características pueden resistir en el mercado.

## CONCLUSIONES

La modelización de los escenarios de pérdidas de producción por concepto de mastitis subclínica es una herramienta útil para diagnosticar los efectos económicos que esta enfermedad ocasiona, gracias a la información económica y financiera que este análisis proporciona.

De acuerdo a las bases sentadas por distintos autores (Gerlach *et al.* 2009; Mungube *et al.* 2005; Wolter *et al.* 2004; Radostits *et al.* 1994 y Barlet *et al.* 1991.) y a la investigación y análisis realizado en este trabajo, las pérdidas económicas por concepto de disminución de producción por mastitis subclínica, van de los \$ 3 047 a los \$ 9 143 pesos M.N. por vaca al año, en unidades de producción lecheras en pequeña escala, las cuales representan hasta 18 177 litros menos para una unidad de producción lechera de 10 animales en promedio.

La prevención de enfermedades, como la mastitis clínica y subclínica, resulta más eficiente en términos de salud del hato y en la economía de la granja, ya que comparado con la pérdida en la producción de leche que se obtiene al padecer estas enfermedades causantes de disminución en la producción, aumento en el costo por concepto de tratamiento y hasta pérdida de animales con afecciones graves en la glándula mamaria, el adecuado manejo del método de ordeño y manejo sanitario representa menores efectos negativos sobre el costo de producción y por tanto sobre la rentabilidad de la granja.

También se determinó que una pérdida de producción de solo el 10%, es lo máximo que una granja lechera soporta para contemplar seguir en el mercado, ya que con 20% de pérdida de producción los costos están prácticamente igualados a los ingresos, lo cual pone a la granja en la mínima rentabilidad.

Se concluye que la prevención y detección de mastitis clínica y subclínica así como adecuadas prácticas de ordeño, tienen un costo cerca del 75% (con una utilidad neta por litro de leche de 0.83 pesos para el escenario 1 y de 0.98 pesos para el escenario 2), menor al costo que representan el enfrentar el padecimiento y los efectos negativos sobre la unidad de producción con esta enfermedad, ya que las pérdidas económicas que ocasiona la mastitis bovina a la producción lechera en pequeña escala son considerables de acuerdo a los resultados obtenidos.

### **Literatura citada**

Aranguren, P. A. J., López O.A.A., Mendoza, C.A. y Delgado, N. (2009). Efecto de la mastitis clínica y subclínica sobre la concentración plasmática de metabolitos, proteínas totales y albúmina en hembras bovinas *Zootecnia Tropical*, 27(1): 57-63. 2009.

Bartlet, P., Joust, V.W., Devid, J.W., Charles, D.G. (1991). Temporal patterns of lost milk production following clinical mastitis in a large Michigan Holstein herd. *J Dairy Sci.* 74:1561–1572.

Barbano, D.M., Rasmussen, R.R., Lynch, J.M. 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on chesse yield. J. Dairy Sci. 74;369-388.

Beltran de Heredia, F., Iturritza, J., (1988). Recuento de celulas somáticas en leche de oveja Latxa II. Determination del umbra fisiologico. Med. Vet. 5, 33.

Belloda C.C y M.E. Ponce de León. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. Rev. Elect. Vet., 9(4):1695-7504.

Bradley, A. y Green, M. 2005. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice. 27: 310-315.

Bradley, J. y Green, M. J. 2001. Adaptation of Escherichia coli to the Bovine Mammary Gland Journal of Clinical Microbiology. 39:1845 -1849.

C. Nielsen, Østergaard, U. Emanuelson, H. Andersson, B. Berglund and E. Strandberg. (2010). Economic consequences of mastitis and withdrawal of milk with high somatic cell count in Swedish dairy herds. Animal, 4:10, pp 1758–1770.

De La Cruz, M., Serrano, E., Montoro, V., Romeo, M., Baselga, R., Albizu, I., Amorena, B., (1994). Etiology and prevalence of subclinical mastitis in the Manchega sheep at mid-late lactation. Small Rumin. Res. 14, 175–180.

Dos Santos, J. N., Netto dos Santos, K. R., Gentilini, E., Sordelli, D., de Freire Bastos, M. C. (2002). Phenotypic and genetic characterisation of bacteriocin-producing strains of *Staphylococcus aureus* involved in bovine mastitis. Veterinary Microbiology. 85: 133 -144.

Gebreyohannes Y. Tesfaye, Fekadu Gudeta Regassa, B. Kelay. (2010). Milk yield and associated economic losses in quarters with subclinical mastitis due to *Staphylococcus aureus* in Ethiopian crossbred dairy cows. *Tropical animal Health and production*. 42:925–931

Gerlach, B.F.A., Ayala, A. F., Denogean, B. F.G., Moreno, M.S., Gerlach, B.L.E. (2009). Incidencia y costo de la mastitis en un establo del muniipio de Santaana, Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*, enero-junio, año/vol.XIII, numero 024. Pp. 789-792.

Green, L. E., Y. H. Schukken, and M. J. Green. (2006). On distinguishing cause and consequence: Do high somatic cell counts lead to lower milk yield or does high milk yield lead to lower somatic cell count. *Prev. Vet. Med.* 76:74–89.

Halasa, T. Huijps, K. Osteras, O. y Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis managenent: A reveiw. *Veterinary Quarterly*. 29; 18-31.

Hortet, P. Beaudeau, F. Seegers, H. Fourichon. C. (1999). Reduction in milk yield associated with somatic cell counts up to 600 000 cells /ml in French Holstein cows without clinical mastitis. *Livestock Production Science* 61:33–42.

J. M. Swinkels, H. Hogeveen, and R. N. Zadoks. (2005). A partial budget model to estimate economic benefits of lactational treatment of subclinical *staphylococcus aureus* mastitis. *Jounal Dairy Science*. 88:4273–4287.

Leitner, Gabriel., Silanikove, Nissim., Merin, Uzi. (2008). Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. *Small Ruminant Research*. 74;221-225.

Martinez, G., Harel, J., Higgins, R., Lacouture, S., Daignault, D. y Gottschalk, M. 2000. Characterization of *Streptococcus agalactiae* Isolates of Bovine and Human Origin by Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis. *Journal of Clinical Microbiology*. 38:71-78.

Mungube, E.O., Tenhagen, B.A., Regassa, F., Kyule, M.N., Shiferaw, Y., Kassa, T., Baumann, M.P.O. (2005). Reduced milk production in udder quarters with subclinical mastitis and associated economic losses in crossbred dairy cows in Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 37(6), 503-512.

P.V.D. Andrade, M.R. Souza, I. Borges, C.F.A.M. Penna. 2001. Contagem de células somáticas em

leite de cabra. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Pp. 1-7.

Persson, W.K., Gronlund, U., Johannisson, A. (2003). Intramammary infusion of  $\beta$ 1.3-glucan for prevention and treatment of *staphylococcus aureus* mastitis. *J. Vet. Med. B* 50, 121-127.

Radostits, O.M., Blood, D.C. (1994). *Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses*. 8th edition. Bailliere Tindal: London. Pp. 563–613.

Sori, H., Zerihun, A., Abdicho, S. (2005). Dairy cattle mastitis in and around Sebeta, Ethiopia. Intern J Appl Res Vet Med. Vol. 3, No. 4. Pp. 332-338.

T. Halasa, M. Nielen, A. P. W. De Roos, R. Van Hoorne, G. de Jong, T. J. G. M. Lam, T. van Werven, y H. Hogeveen. (2009). Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model. Journal Dairy Science. 92:599–606

Wiggins S, Tzintzum RR, Ramírez GM, Ramírez GR, Ramírez VFJ, Ortíz OG, *et al.* 2001. Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala en la zona central de México. La lechería como empresa. México. Universidad Autónoma del Estado de México.

Wolter, W., Castañeda H., Kloppert, B y Zschöck, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. pp. 12-37.

Zarzycki, J., Tyszka, Z.J., Skolasinski, W., 1983. Attempts to determine the physiological contents of cell elements in ewe's milk. Med. Weter 39, 12.

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES GENERALES

Los sistemas de producción lecheros en pequeña escala son sustentables en los tres estratos analizados, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos, los tres estratos fueron sostenibles para las dimensiones económica, social y ambiental. Sin embargo se observó que nivel de sostenibilidad aumenta de manera proporcional al tamaño del hato lechero.

La construcción de indicadores compuestos es una herramienta que permite sintetizar información contenida en un grupo de variables, representadas en un solo indicador que integre la información de relevancia, incluyendo elementos competentes para el cumplimiento de los objetivos a evaluar.

La metodología de indicadores sintéticos, permite analizar la sostenibilidad de los sistemas de producción lechera de pequeña escala, ya que se pueden seleccionar, definir, cuantificar, normalizar, ponderar y agregar las variables y los indicadores elegidos, obteniendo un único indicador global que resume el estado de sostenibilidad del objeto de estudio. Por lo que esta herramienta es útil y al mismo tiempo fácil de comprender.

El análisis de sostenibilidad utilizando indicadores sintéticos permite la selección y conformación de indicadores de acuerdo a las demandas, necesidades y fortalezas del sistema de producción estudiado, por lo que es un método adecuado para la evaluación de la sostenibilidad en sus tres dimensiones (económica, social y ambiental).

## CAPITULO 8

### LITERATURA CITADA

Abbona, E.A., Sarandón, S.J., Marasas, M.E., Astier, M. 2007. Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119 (3-4): 335-345.

Astier, Martha., Omar R. Masera., Yankuic Galvan-Miyoshi (Coordinadores). 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE / CIGA / ECOSUR / CIEco / UNAM / GIRA / Mundiprensa / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. ISBN 978-84-612-5641-9.

Bejarano Avila A. 1998. Un Marco Institucional para la gestión del medio ambiente y para la sostenibilidad agrícola en Agricultura, Medio Ambiente y Pobreza Rural en América Latina. IFPRI-BID, Washington DC.

Bellows, B. 1994. Principles and practices for implementing participatory and intersectoral assessment of indicators of sustainability: Outputs from the workshop sessions. En: *Proceedings of the Indicators of Sustainability Conference and Workshop*. August 1- 5. SANREM CRSP. Barbara Bellows, Ed. Washington State University. pp. 243-268.

Blanco, J., Álvarez A. Morgan H.O. 2011. Contribución de la ganadería a las emisiones de gases de efecto invernadero. *Ciencia y Tecnología Ganadera* 5:51

Carranza Trinidad, Rodrigo G., Rafael Macedo Barragán, Julio Cámara Córdova, Sosa Ramírez, Antonio de Jesús Meraz-Jiménez, Arturo J. Valdivia Flores. 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia*. 41, 6, 701-709.

Chiappe Hernández, M., G. F. Bacigalupe Capece, S. Dogliotti Moro. 2008. Indicadores sociales para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción familiares intensivos. I seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores. ALMERIA, 14-15

Cloquell, V., Santamarina, M.C., Hospitaler, A. 2014 nuevo procedimiento para la normalización de valores numéricos en la toma de decisiones. Departamento de Proyectos de Ingeniería, Innovación, Diseño y Desarrollo Industrial y Rural. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en línea: <http://www.unizar.es/aeipro/finder/ORGANIZACION%20Y%20DIRECCION/DD18.htm>

Common, M. y Perrings, Ch. 1992. Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological economics*, núm. 6, pp. 7-34, julio.

Daly, H. E., y Gayo, D. 1995. Significado, conceptualización y procedimientos operativos del desarrollo sostenible: posibilidades de aplicación a la agricultura. en Cadenas, A. *Agricultura y desarrollo sostenible*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Denoia, J. & Monticos, S. 2010. Balance de energía en cultivos hortícolas a campo en Rosario (Santa Fe, Argentina). *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 21:145

Dou Z, Knowlton KF, Kohn R, Wu Z, Satter LD, *et al.* Phosphorus characteristics of dairy feces affected by diets. *J Environ Qual* 2002; 31:2058-2065.

Elizalde Hevia, Antonio. 2003. Desde el desarrollo sustentable, hacia las sociedades sustentables. *Polis. Revista de la Universidad Boliviana*. Vol. 1. No. 4.

Elizondo Salazar, Jorge. 2006. El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 17, núm. 1. Universidad de Costa Rica Costa Rica pp. 69-77. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717111>.

Elrod, C., Butler, W. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal of Animal Science* (71): pp. 694-701.

Engels, C., Marschenr, H. 1995. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: Bacon, P. ed. *Nitrogen fertilization in the environment*. Marcel Dekker, Inc. N.Y. U.S.A. pp. 41-81.

Eslava Z. R. A. 2003. *Sistemas de acumulación de costos en el sistema ganadero del municipio Alberto Adriani del estado Mérida*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial. Sección de Posgrado Maestría en Administración. 130.

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 México: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Expl Agric.* 43: 241-256.

Evia G., Sarandón S.J. 2002. Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas: 431-448.

Flores, C.C., Sarandón, S.J. 2006. Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. *Revista Brasileira de Agroecología* 1(1): 353-356.

Flores, C.C., Sarandón, S.J., Vicente, L. 2007. Evaluación de la sustentabilidad en sistemas horticolas familiares del partido de La Plata, Argentina, a través del uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología* 2(1): 180-184.

Follett, R. 2001. Nitrogen transformation and transport processes. In: Follett, R. Hatfield, J. *Nitrogen in the environment: Sources, problems and management*. Elsevier Science. The Netherlands. pp. 17-44.

Funes, M.F., Castro, J., Pérez, D., Rodríguez, Y., Valdés, N. & Gonçalves, A. L. 2009. *Energía 3.01*. Sistema computarizado para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética. Enviado al registro nacional de obras protegidas.

Gallopín, G. C. 2006. Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y el Caribe: cifras y tendencias, Honduras. CEPAL – División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

Gertler, M. (1994). Rural communities and the challenge of sustainability. Towards sustainable rural communities. The Guelph Seminar Series. University School of Rural Planning and Development. Guelph, Canada. pp. 69-78.

Gliessman SR. 2001. Agroecología: Processos ecológicos em agricultura sustentable. Segunda edición. Editorial Universidade/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil.

Grubbström, Ann, Helen Sooväli-Sepping. 2012. Estonian family farms in transition: a study of intangible assets and gender issues in generational succession. Journal of Historical Geography. 329-339.

Hák, T, B.M. Moldan y A. Lyon Dahl, eds. 2007. Sustainability Indicators. A scientific Assessment. Scope. Island Press. 67 p.

Herrero M, Gil S, Flores M, Sardi G, Orlando A. Balances de nitrógeno y fósforo a escala predial, en sistemas lecheros pastoriles en Argentina. Inv Vet . 2006; 8:1.

ICLEI. 2001. Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales. “Local Agenda 21 Mandate”, Buchanan K, y Agencia GTZ, Alemania.

Indira, D. & Srividya 2012. Reducing the Livestock related green house gases emission, Vet. World. 5:244

ISTAT - National Institute of Statistics of Italy. 2001. Agri-environmental indicators to describe agricultural sustainability. Conference of European Statisticians. Working paper No. 21.

Jordan, E., Chapman, T., Holtan, D., Swanson, L. 1983. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* (66): 1854-1862.

Kaufmann R.H., Cleveland C.J. 1995. Measuring sustainability: needed-and interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept. *Ecological Economics* 15:109-112.

Leff; Enrique. 2000. *Saber ambiental. Siglo XXI y PNUMA*. México.

Leonardi CM, Stevenson, Armentano LE. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 2003; 86:4033-4042.

López, V.M. 2006. Origen y evolución. *Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable*. IPN. México. pp. 17-24.

Martínez-García, Carlos Galdino, Peter Dorward, Tahir Rehman. 2013. Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in central Mexico and the implications for future research on small holder adoption in developing countries. *Livestock Science*. 152: 228-238.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. y Behrens, W. W. 1972. The limits to growth. *Earth Island*.

Moorby, J., Theobald, V. 1999. The effect of duodenal ammonia infusions on milk production and nitrogen balance of the dairy cow. *Journal of Dairy Science*. (82) pp. 2440-2442.

Mora, J., Ramírez, C. & Quirós, O. 2006. Análisis beneficio-costo y cuantificación de la energía invertida en sistemas de cafcultura campesina en Puriscal, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 30: 71

Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A. y Tarantola, S., Hoffman, a. y Giovannini, E. 2005. Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide, OECD Statistics Working Paper, STD/DOC 3.

Nelson, D., Cox, M. 2000. *Lehninger principles of biochemistry*. 3rd edition. Worth Publishers. New York. U.S.A. 1152 p.

NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient requirements of Dairy Cattle*. 7 rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC. 382 p.

Porras Serrano, Erick. 2009. *Desarrollo sustentable y políticas ambientales en México: Un análisis del aire y el agua*. (Tesis doctoral). Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Economía. 222 p.

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. 2002. *Estudio Territorial de México*. "Sinopsis de Política". [www.oecd.org/bookshop](http://www.oecd.org/bookshop)

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y JCR – Joint Research Centre. 2008. *Handbook on constructing composite indicators* –

methodology and user guide. Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico, Paris.

Pacini, C., Wossink, A., Giesen, G., Vazzana, C., Huirne, R. 2003. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95: 273-288.

Pimentel, D. & Pimentel, M.H. 2008. *Food, energy and society*. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 368 p.

Pintér, Lázló., Hardi, Peter., Bartelmus, Peter. 2005. *Sustainable Development Indicators. Proposals for the Way Forward*. Prepared for the United Nations Division for Sustainable Development (UN-DSD). New York.

Posadas-Domínguez, Rodolfo Rogelio, Jesús Armando Salinas-Martínez, Nicolás Callejas-Juárez, Gregorio Álvarez Fuentes, José Herrera Haro, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Francisco Ernesto Martínez-Castañeda. 2013. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Revista Contaduría y Administración*.

Rees, C. 1993. El ecólogo y el desarrollo sostenible. *Finanzas y desarrollo*. Vol. 30, núm. 4, pp. 14-15.

Sánchez Fernández, Gabriela. 2009. *Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos: aplicación empírica para sistemas agrarios de Castilla y León*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 326 p.

Santos Mendes, Geraldo. 2003. Sustentabilidad sin bioética no se sustenta. Interciencia. ISSN (Versión impresa): Vol. 28. No. 1. p. 5. [interciencia@ivic.ve](mailto:interciencia@ivic.ve). Asociación Interciencia. Venezuela.

Sarandón SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed). Ediciones Científicas Americanas: 393-414.

Sarandón, Santiago J., Claudia C. Flores. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología 4: 19-28.

Schalock, Robert L., Gordon S. Bonhamb, Cristine B. Marchand. 2000. Consumer based quality of life assessment: a path model of perceived satisfaction. Evaluation and program planning. 23: 77-87.

Schiere, J.B. *et al.* 2002. The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation. Agriculture, Ecosystems and Environment. 90:139

Schuschny, Andrés y Humberto Soto. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2009. Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. 105 p.

Sepúlveda S, Chavaría H, Castro A, Rojas P, Picado E, Bolaños D. 2002. Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales, IICA.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Información estadística sobre ganadería. <http://www.siap.gob.mx>.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Boletín de leche, enero-marzo. <http://www.siap.gob.mx/wpcontent/uploads/2013/BoletinLeche/LecheMar2013.pdf>.

Serageldin, I. 1993. Cómo lograr un desarrollo sostenible. Finanzas y desarrollo. Vol. 30, núm. 4, pp. 6-10, diciembre.

Stoorvogel, J.J., Antle, J.M., Crissman, C.C., Bowen, W. 2004. The tradeoff analysis model: Integrated bio-Physical and economic modeling of agricultural productions systems. *Agricultural Systems*. 80(1): 43-66.

Taminga, S. 1992. Nutrient management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*. (75). pp. 345-357.

Tellarini V., Caporali F. 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 77: 111–123.

ten Brink, B.J.E., Hoesper, S.H., Colin, F. 1991. A quantitative method for description an assessment of ecosystems: The AMOEBA-approach. *Marine Pollution Bulletin*. 23:265-270.

Trapero, J.B.P. 1977. Problemas de la medición del Bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español. Instituto Nacional de estadística (INE), Madrid.

UNDP - United Nations Development Programme. 2004. Human development report 2004. Cultural liberty in today's Diverse World.  
<http://www.hrd.undp.org/reports/global/2004/>.

Torres C. Balance de fósforo en vaquerías de Puerto Rico. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico. Recinto universitario de Mayagüez. 2005.115p.

Van der Werf, H.M.G., Petit, J. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93: 131-145.

Viglizzo, E.F., Pordomingo, A.J., Castro, M.G., Lertora, F.A. 2003. Environmental assessment of agriculture at a Regional scale in the pampas of Argentina. *Environmental monitoring and assessment* 87: 169–195.

Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., De Buschiazzo, Cabo, S. 2006. A Rapid Method For Assessing the Environmental Performance of Commercial Farms in the Pampas of Argentina *Environmental Monitoring And Assessment* 117: 109–134.

von Wiren-Lerj, S. 2001. Sustainability in agriculture – an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 84(2): 115.129.

WWF - World Wildlife Fund. 2005. Living Planet Report. Disponible en internet en: [http://www.panda.org/downloads/general/LPR\\_2004.pdf](http://www.panda.org/downloads/general/LPR_2004.pdf).

## ANEXOS

### Anexo I. Congresos

- 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. 13<sup>er</sup> 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. 3<sup>er</sup> Congreso Internacional y 12do Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. Morelia, Michoacán. 17-20 de mayo.
- 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. 13<sup>er</sup> Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 18 y 19 de octubre. Puebla, México.

## **Anexo II. Carteles**

- Transición generacional de los establos lecheros como elemento de sustentabilidad. IV reunión nacional de innovación acuícola y pesquera Veracruz 2013.

### Anexo III. Cuestionario económico productivo

#### CUESTIONARIO PARA EL HATO PRODUCTIVO PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS LECHEROS EN PEQUEÑA ESCALA

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información de las unidades de producción de leche en las comunidades del municipio de Texcoco. Con la finalidad de analizar los componentes del sistema de producción y sus relaciones para optimizar el nivel de ingreso y orientar la toma de decisiones que permitan enfrentar con mayor eficiencia al mercado.

La información proporcionada será utilizada única y exclusivamente con fines de estudio por lo que es **ABSOLUTAMENTE CONFIDENCIAL Y SU USO SERA UNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS.**

#### I. DATOS GENERALES

Numero de cuestionario \_\_\_\_\_  
Localidad \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre del productor \_\_\_\_\_  
Edad \_\_\_\_\_ Años en la actividad \_\_\_\_\_  
Escolaridad \_\_\_\_\_  
Nombre del rancho \_\_\_\_\_

#### II. INVENTARIO Y ESTRUCTURA DEL HATO

1. Tamaño y estructura del hato.

TIPO DE ANIMALES	Raza	Numero	Origen	Precio
a) vacas en producción				
b) vacas secas				
c) vaquillas (1 año al parto)				

**Sugerencia. Cambiar origen, por fecha**

d) toretes				
e) becerros				
f) becerras				
g) sementales				
<b>Movimientos</b>				
Vacas desechadas				
Venta de becerros				
Venta de becerras				
Venta de semental				
Compra de vaquillas				
Compra de semental				

2. ¿En cuántos grupos tiene dividido a sus animales?

---



---



---

**Sugerencia. Preguntar si tiene divisiones para cada grupo de animales (asoleaderos, alojamientos, etc.) en lugar de esta pregunta.**

### III. AGRICULTURA Y ALIMENTACION

3. ¿Tipo de tenencia de la tierra?

TIPO	ha
a) Pequeña propiedad	
b) Ejidal	
c) Comunal	
d) Otra	

4. ¿Qué superficie de terreno destina para producir granos o forrajes para la explotación?

TIPO	ha	Duración del cultivo	Producción. ha/año	Costo por ha
a) Alfalfa				
b) R. de Maíz				
c) Maíz Grano				
d) Maíz ensilado				
c) Avena				
d) Raygrass				
e) Otro				

5. ¿Compra forraje para satisfacer la demanda de la explotación?

TIPO	Unidades	Precio/unidad	Frecuencia de compra	Total anual
a) Alfalfa verde				
b) Alfalfa zarasa				
c) R. de Maíz				
d) Maíz Grano				
e) Maíz ensilado				
f) Avena				
g) Raygrass				
a) Lechero 18				
b) Lechero 16				
c) Vacas secas				
d) Crece becerra				
f) Otro				

6. ¿Cantidad de alimento que se ofrece al día a los animales?

ALIMENTO	GRUPO DE ANIMALES	TOT
----------	-------------------	-----

<b>Época seca</b>	Vacas en producción	Vacas secas	Becerra s	Toretas engorda		
a) Alfalfa verde						
b) Alfalfa zarasa						
c)Rastrojo de Maíz						
d) Maíz Grano						
e) Maíz ensilado						
f) Avena						
g) Raygrass						
h) Lechero 18						
i) Lechero 16						
f) Otro						
<b>Época de lluvia</b>						
a) Alfalfa verde						
b) Alfalfa zarasa						
c)Rastrojo de Maíz						
d) Maíz Grano						
e) Maíz ensilado						
f) Avena						
g) Raygrass						
h) Lechero 18						
i) Lechero 16						
f) Otro						

7. ¿Pastorea su ganado?

a) Caminos y orillas de carreteras	
b) En sus alfalfares	
c) En áreas arrendadas	
d) Otro	

8. ¿Recibe asesoría para formular las raciones de los animales?

1. si

2. No

#### IV. MANEJO REPRODUCTIVO

9. ¿Qué método utiliza para cubrir sus vacas durante el año?

A	Monta directa	
B	Inseminación artificial	
C	Ambos	

10. ¿Tienen problemas para inseminar su ganado?

1	SI	
0	NO	

11. En el caso de si ¿cuáles?

---

12. ¿Quién realiza la inseminación de sus vacas?

A	Mismo productor	
B	Médico veterinario	
C	Técnico	

13. ¿Cuánto gasta en IA o en cargar a sus vacas? \_\_\_\_\_

14. ¿Cuenta con semental propio?

1	SI	
0	NO	

15. ¿A los cuantos calores después de parida carga sus vacas?

A	Primer calor	
B	Segundo calor	
C	Tercer calor	
D	Cuarto calor	

16. Al detectar una vaca en celo ¿A las cuantas horas la cubre?

A	Al presentarse el calor	
B	De 6 a 8 horas	
C	De 9 a 22 horas	
D	Más de 22 horas	

17. ¿A los cuantos días después de paridas carga sus vacas? \_\_\_\_\_

18. ¿Cuántos servicios da a sus vacas para que queden cargadas? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas vacas han repetido en el último año? \_\_\_\_\_

20. ¿Sabe porque causa repiten? \_\_\_\_\_ En caso de si ¿cuál? \_\_\_\_\_

21. ¿Cuál es el porcentaje de concepción? \_\_\_\_\_

22. ¿Cuántos abortos ha tenido en el último año?

23. ¿Sabe cuál es la causa? \_\_\_\_\_

24. ¿A los cuantos meses carga sus becerras primerizas? \_\_\_\_\_

25. ¿Cómo detecta si sus vacas están preñadas?

A	Palpación	
B	Fecha de servicio	
C	Por no percibir calor	
D	Cambios corporales	

26. ¿Lleva registro de los eventos que se presentan en sus vacas?

1	SI	
0	NO	

27. ¿Dónde lo registra?

1	Libreta	
0	Tarjeta	

28. ¿En general conoce cuales fueron las madres de sus vacas?

1	SI	
0	NO	

## V. PRODUCCION Y ORDEÑO

29. ¿Mide y registra la producción de sus vacas?

1	SI	
0	NO	

30. ¿Cada cuando mide la producción de sus vacas?

A	Semanalmente	
B	Quincenalmente	
C	Mensualmente	

31. ¿Cuál es la producción promedio de su hato? \_\_\_\_\_

32. ¿Cuál es el destino de su producción? \_\_\_\_\_

		litros
A	Venta a boteros	
B	Venta al menudeo en la explotación	
C	Sale a venderla al menudeo	
D	Venta al mayoreo	
E	La procesa	

33. ¿Cuál es el precio del litro de leche?

Precio/litro	%
--------------	---

Al menudeo		
Al mayoreo		

## VII. INFRAESTRUCTURA

49. ¿Con que construcciones cuenta la explotación?

Tipo de construcción	de	Antigüedad	Valor actual(\$)	Gasto En mantenimiento (\$)
----------------------	----	------------	------------------	-----------------------------

50. ¿Con que equipo cuenta su establo?

A	Tractor	
B	Ensiladora	
C	Segadora	
D	Remolque	
E	Molino de martillos	
F	Mezcladora de alimento	
G	Ordeñadora	
H	Vehículo	
I	Tanque enfriador	
J	Termo	

51. Instalaciones con que cuenta en su explotación

	Tipo de instalación	Núm.	Dimensiones
A	Establo		
B	Corral		
C	Becerreras		
D	Pesebres		
E	Bebederos		

F	Bodega		
G	Cobertizo		
H	Estercolero		
I	Paraderos		
J	Otro		

### MANO DE OBRA

52. ¿cómo es la mano de obra que interviene en su explotación?

A	Familiar	
B	Contratada	
C	Ambas	

53. ¿Cuántas personas participan en la explotación? \_\_\_\_\_

54. En el caso de la mano de obra familiar ¿quienes participan en la explotación?

			Hora s	Actividades
A	Jefe de Familia			
B	Esposa			
C	Hijos			
D	Adultos de la tercera edad			
E				

55. ¿Costo del jornal en caso de mano de obra contratada? \$ \_\_\_\_\_

56. ¿Con cuántos dependientes económicos cuenta? \_\_\_\_\_

57. ¿Cuenta con algún ingreso extra? \_\_\_\_\_

58. ¿Destino de los becerros recién nacidos? \_\_\_\_\_

A	Venta	
B	Cría	
C		

En caso de venta ¿Cuál es su costo? \_\_\_\_\_

## VIII. COMERCIALIZACION

59.- ¿Cuál es el destino de la producción?

	Cantidad/dia (lts)	(\$/lt)
a) Autoconsumo		
b) Leche becerros		
c) Venta a lecheros		
d) Se lleva al tanque colectivo		
e) Venta a los vecinos		
f) Se procesa		

60. ¿Pertenece a una organización para vender su producto? \_\_\_\_\_

61. Mencione los problemas de la comercialización

---

---

---

## IX. MANO DE OBRA

62. ¿Cuántos empleados hay en la unidad y cuál es su costo?

Mano de obra	Cantidad	Costo
Familiar		
asalariada		

## X. COSTOS GENERALES

63. Mencione los gastos generales del establo

CONCEPTO	Gasto por mes (especificar)
Electricidad	
Pago de predial	
Pago de agua	
Impuestos a hacienda	
Seguro ganadero	

## XI. INGRESO DE LA FAMILIA

63. ¿Desglose el ingreso total que percibe la familia?

CONCEPTO	Ingreso por mes (especificar)
Actividad lechera	
Agricultura	
Venta de Fuerza de trabajo	

### Preguntas complementarias

64. ¿Cuál es el número de animales que desearía usted poder manejar? \_\_\_\_\_

65. ¿De acuerdo a la disponibilidad de sus recursos (tierra, mano de obra, infraestructura, etc.) le es posible poder alcanzar el número deseado de animales? \_\_\_\_\_

66. ¿Cuántas hectáreas considera son necesarias tener para mantener el número de animales que desearía tener?\_\_\_\_\_

67. ¿Cuál es el número de vacas que podría atender un solo jornal?\_\_\_\_\_

68. ¿Cuánta infraestructura más requeriría para poder tener el hato deseado?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

69. ¿Qué otro tipo de apoyo requiere para mejorar su explotación?\_\_\_\_\_

70. ¿Habrá continuidad de la actividad después de usted?\_\_\_\_\_

## Anexo IV. Cuestionario social

### Nivel de escolaridad

#### Educación formal

1. Cuantos años y/o nivel de estudios cursados del productor.

Ninguna	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura
0	1-6	7-9	10-12	más de 13

2. Escolaridad de los familiares

Ninguna	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura
0	1-6	7-9	10-12	más de 13

#### Educación no formal

3. Cursos o capacitaciones, (especificar).

---

### Subsidios

4. ¿Recibe alguna ayuda económica del gobierno?

Si	No
----	----

5. De qué tipo (subsidio, apoyo, etc.)?

Tierra	Combustible	Granos	Seguro ganadero	Producción
--------	-------------	--------	-----------------	------------

Oportunidades, activos productivos

### Satisfacción con la actividad lechera

6. Le gusta la actividad lechera?

Si	No
----	----

7. ¿Por qué?

---

8. ¿Qué le gusta de la actividad?

---

9. Le gustaría que sus hijos sigan en la actividad?

---

10. ¿Por qué?

---

11. En su trabajo usted labora como: (Encuestador: Leer las opciones hasta obtener una respuesta afirmativa.)

Empleado(a) u obrero(a)	
Jornalero(a)	
Patrón(a) ó socio(a)	
Trabajador(a) por su cuenta	
Profesional independiente	
Trabajador(a) a destajo	
Peón de campo	
Trabajador(a) sin pago en un negocio propiedad del hogar	

12. Del 1-5 que calificación le daría al nivel de satisfacción de la actividad.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

13. ¿Cuánto tiempo lleva en la actividad lechera?

5 años	10 años	15 años	20 años	Más 25 años
--------	---------	---------	---------	-------------

**Proporción Hombres/Mujeres**

14. El propietario es hombre o mujer (observación).

Hombre	Mujer
--------	-------

15. ¿La esposa participa en la actividad y en que labor?

Si	No
----	----

16. ¿En qué actividad?

Actividad	Horas	Frecuencia
Limpieza		
Ordeño		
Alimentación de los animales		
Campo		
Otros (especificar)		

17. ¿Tiene empleados hombres y/o mujeres y cuántos?

Genero	Actividad	Horas	Frecuencia
Masculino			
Femenino			

### Movilidad de la familia

18. (cuantos integrantes y en donde están)

### Capital social (redes sociales)

19. ¿Pertenece a alguna asociación o grupo social?

Grupo	
Religioso o iglesia	
Asociación de padres de familia	

Grupo de la 3ª edad	
Sindicato	
Grupo de vecinos	
Asociación de productores	

(Organizaciones sociales y/o económicas) (Edades)

20. ¿Qué tipo de miembro es en la organización o agrupación?

<b>Tipo</b>	
Líder	
Miembro activo	
Miembro no activo	
Otro tipo	

21. ¿Qué cosas suceden por participar en la asociación u organización? (Por qué y/o para que participa)

Beneficiar la colonia o localidad	
Resolver asuntos comunes	
Divertirse o entretenerse	
Mejorar condiciones de vida	
Mejorar la producción	
Aprender	
Informarse sobre asuntos públicos	
Resolver problemas	

22. ¿Ha tenido algún cargo público?

---

23. ¿Hace cuánto pertenece a la asociación? (Especificar)

---

24. ¿Cuántos integrantes tiene la asociación?

---

25. ¿Cómo se enteró de ello?

---

26. ¿Platica con vecinos o familiares acerca de las prácticas de producción?

Si	No
----	----

27. ¿Recibe asesoría?

28. ¿De quién?

(Técnico o MVZ o alguna institución)

---

29. ¿De qué tipo? (Determinar el tipo de información o conocimiento recibido)

---

30. ¿Cuántas horas a la semana?

---

31. ¿Le gusta que lo asesoren acerca de su unidad de producción?

Si	No
----	----

32. ¿Está satisfecho con el servicio o recomendaciones del asesor?

33. ¿Porque medio consiguió su actividad actual? (Encuestador: No leer opciones y registrar la primera respuesta espontánea)

- a) Parientes
- b) amigos(as)
- c) compadre/comadre
- d) vecinos(as)
- e) compañero de trabajo
- f) Conocidos / gente que lo relacionó
- h) Otro (*especificar*) \_\_\_\_\_

Complementar la información

### Calidad de la vivienda

34. Con que servicios cuenta su vivienda?

Servicio	Cantidad
Agua	
Luz	
Drenaje	
Telefonía	
Internet	
Televisión	
Computadora	

35. ¿Cuántas habitaciones tiene actualmente?

1	2	3	4	5 o más
---	---	---	---	---------

36. ¿Durante cuánto tiempo las ha tenido?

37. ¿Cómo ha crecido el sistema con referente a las necesidades de la familia?

38. ¿Cómo la UP contribuye al desarrollo de la familia?

39. ¿Tiene piso de concreto?

Si	No
----	----

40. ¿Tiene techo de concreto?

Si	No
----	----

41. ¿Tiene patio o jardín?

Si	No
----	----

42. ¿Está cerca de la unidad de producción?

Si	No
----	----

### Condiciones de hacinamiento

43. ¿Cuántas familias viven en la misma casa?

Si	No
----	----

44. ¿Cuántas personas viven en la misma casa?

1-4	5-10	11-15	16-20	20 o mas
-----	------	-------	-------	----------

45. ¿Cuántas personas duermen en cada habitación?

1	2	3	4	5 o mas
---	---	---	---	---------

### Tiempo libre o de esparcimiento

46. ¿Cuántas horas a la semana dedica a la actividad lechera?

1-10	11-20	21-30	31-40	50 o mas
------	-------	-------	-------	----------

47. ¿Cuántas horas a la semana dedica a otra actividad?

1-10	11-20	21-30	31-40	50 o mas
------	-------	-------	-------	----------

48. ¿Hace siesta?

49. ¿Cuántas horas a la semana dedica para descansar?

1	1-2	2-3	3-4	5 o mas
---	-----	-----	-----	---------

50. ¿Cuántas horas a la semana dedica a alguna actividad de esparcimiento?

1	1-2	2-3	3-4	5 o mas
---	-----	-----	-----	---------

### Apertura a innovación tecnológica

51. ¿Insemina o alguien le da el servicio?

---

52. ¿De qué depende el hecho de inseminar?

---

53. ¿Aplica prácticas de ordeño?

Si	No
----	----

54. ¿Qué tipo de prácticas? (observación)

Lavado manos	Lavado ubres	Desinfección	Pre-sellado	Sellado
--------------	--------------	--------------	-------------	---------

55. ¿Balancea dietas?

Si	No
----	----

56. ¿Cómo aprendió?

---

57. ¿De quién lo aprendió?

---

Determinar otro tipo de elementos de adopción de tecnologías.

## **Anexo V. Cuestionario ambiental**

### **(i) Productivos**

(ii) Número de animales totales

(iii) Animales en producción (número)

(iv) Animales en producción (%)

(v) Etapa de lactancia de los animales (número)

(vi) Etapa de lactancia de los animales (%)

### **(ii) Alimentación**

(i) Producción diaria por animal (litros de leche)

(ii) Cantidad de alimento ofrecido

(iii) Cantidad de alimento concentrado (kg)

(iv) Cantidad de alimento concentrado (%)

(v) Cantidad de alimento verde (kg)

(vi) Cantidad de alimento verde (%)

(vii) Cantidad de alimento henificado (kg)

(viii) Cantidad de alimento henificado (%)

(ix) Cantidad de agua ofrecida

**(iii) Desechos**

(i) Cantidad de orina por animal (litros)

(ii) Cantidad de estiércol por animal (kg)

(iii) Destino del estiércol cantidad

(iv) Destino del estiércol (kg)

(v) Destino del estiércol (%)

