



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN LA ÉPOCA DE  
ESTIAJE EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

# TESIS

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

PRESENTA:  
**FERNANDO PROSPERO BERNAL**

EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, ENERO DE 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN LA ÉPOCA DE  
ESTIAJE EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

# TESIS

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

PRESENTA:

**FERNANDO PROSPERO BERNAL**

COMITÉ TUTORIAL:

TUTOR ACADÉMICO: **DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO**

TUTOR ADJUNTO: **DR. CARLOS MANUEL ARRIAGA JORDÁN**

TUTORA ADJUNTA: **DRA. ANGÉLICA ESPINOZA ORTEGA**

EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, ENERO DE 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme otorgado una beca de posgrado para mis estudios de maestría, y una beca mixta para la realización de una estancia en el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) del Principado de Asturias en España, en el último semestre de la maestría.

Al Dr. Carlos M. Arriaga Jordán por su paciencia y su apoyo como parte de mi comité tutorial, y por todas las enseñanzas brindadas en todo el periodo del posgrado, además de haberme abierto las puertas del ICAR.

Al Dr. Benito Albarrán Portillo y la Dra. Angélica Espinoza Ortega por el tiempo brindado y su valiosa asesoría, en la realización de este trabajo.

Al Dr. Fernando Vicente, por ser un excelente anfitrión y un gran asesor en la realización de mi estancia de investigación en el SERIDA.

A mis compañeros de equipo Juan Pablo, Carlos, Darwin, así como a los chavos de servicio social del ICAR, que siempre estuvieron para apoyarme y hacerme sentir parte de un gran equipo de trabajo.

Y por último pero no menos importante, a todos los productores y sus familias con los que trabajamos, sin ellos este trabajo no hubiese sido posible.

## **DEDICATORIAS**

Una especial dedicatoria a mi mama por su valioso apoyo, además de darme siempre ánimos para salir adelante en los momentos difíciles, que a pesar de la distancia siempre ha estado a mi lado.

A mi papa por sus consejos de vida y el aliento que me da para salir adelante en todo momento, y enseñarme que no existen límites más que los impuestos por uno mismo.

A mis hermanos Cesar, Rocio y Yeni por su comprensión y apoyo total, además de siempre confiar en mí.

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN LA ÉPOCA  
DE ESTIAJE EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO**

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la sustentabilidad de los sistemas campesinos de producción de leche en la época de estiaje en el Noroeste del Estado de México. El método IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias) fue utilizado para medir la sustentabilidad con modificaciones de acuerdo a la zona de estudio y teniendo en cuenta las normas mexicanas. Se evaluaron 36 indicadores, los cuales están agrupados en 10 componentes que al final forman 3 escalas (Agroecológica, Socio-territorial y Económica), pilares para evaluar la sustentabilidad de un sistema agropecuario, el método se basa en la ponderación de resultados donde el nivel de sostenibilidad de la finca es la escala con el menor puntaje y el máximo siempre será igual o menor a 100 puntos. Se realizaron visitas mensuales a 22 Unidades de Producción de Leche (UPL), para la recolección de la información y muestras relacionadas con el desarrollo y producción de la finca para medir las 3 escalas de sustentabilidad, en un periodo comprendido de Enero a Junio de 2011. Los puntajes promedios de las 22 UPL fue de 65 puntos en la escala Agroecológica, 58 en la escala Socio-territorial y 49 puntos en la escala Económica, y el nivel de sustentabilidad de las 22 UPL es de 48 puntos. Se realizó un análisis de clúster por agrupación jerárquica por el método de Ward con los puntajes obtenidos en las cada escala, se obtuvieron 4 grupos los cuales son: clúster 1 es el económicamente mas sustentable, clúster 2 es el grupo mas equilibrado y es el promedio de las tres escalas evaluadas, clúster 3 es el socio-territorialmente mas sostenible, pero con las desventajas de ser el económicamente menos viable por su baja eficiencia económica, el clúster 4 es el agroecológicamente mas sostenible, pero con el menor puntaje en sustentabilidad socio-territorial. La escala limitante en la mayoría de las UPL fue la económica por mostrar una baja transmisibilidad, viabilidad y una eficiencia económica del 52% en promedio, en las escalas Agroecológica y Socio-territorial se logra tener los puntajes mas altos en la evaluación, lo que muestra ser una fortaleza de estos

sistemas de producción, la variabilidad de los UPL con un puntaje de sostenibilidad mínimo de 31 y máximo de 61, muestra que existen diferencias en las practicas de manejo en estos sistemas que los hacen tener diferente grado de sustentabilidad.

**PALABRAS CLAVE: SPLPE, Sustentabilidad, Evaluación, Método IDEA**

## ÍNDICE

1. Introducción .....	1
2. Revisión de literatura .....	5
2.1 Sistemas de producción de leche en México .....	5
2.2 Sistemas producción de leche en pequeña escala .....	7
2.3 Sustentabilidad.....	8
2.4 Evaluación de la sustentabilidad .....	11
2.5 Metodologías para evaluar sustentabilidad.....	13
3. Justificación .....	19
4. Preguntas de investigación.....	20
5. Hipótesis .....	21
6. Objetivos .....	22
6.1 Objetivo general .....	22
6.2 Objetivos específicos .....	22
7. Material y método .....	23
7.1 Límite de espacio.....	24
7.2 Selección de las unidades de producción de leche .....	23
7.3 Método.....	24
7.4 Análisis estadístico .....	28
8. Resultados .....	29
8.1 Capítulo de libro .....	29
9. Conclusiones finales .....	46
10. Bibliografía.....	48
11. Anexos .....	53
11.1 Encuesta de sustentabilidad según el método IDEA.....	53
11.2 Encuesta mensual.....	61



## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Objetivos del método idea ..... 14

Cuadro 2. Escalas, componentes, indicadores y puntajes del método idea ..... 26

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

11.3 Graficas de puntaje obtenido por componente de la 22 UPL ..... 62

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala (SPLPE) tienen un fuerte impacto en la producción nacional de leche, ya que el 37% de la producción nacional se atribuye a estos sistemas (FAO, 2010), los cuales tienen como características particulares que: la mano de obra es por la familia, los hatos son pequeños con un tamaño variable el cual va desde 3 hasta 35 vacas lecheras, son dependientes de los cultivos que la propia familia siembra y de la compra de insumos para la alimentación, sus producciones más elevadas las logran en la época de lluvias por la disponibilidad de forrajes verdes para el ganado, estos son vulnerables en la época de estiaje por la poca disponibilidad de forraje verde y por los altos costos de los insumos en esta época, son dinámicos y se adaptan a las nuevas realidades (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007). Los SPLPE son considerados como una opción para el desarrollo rural sostenible por las características y capacidad de adaptación a condiciones adversas (Arriaga-Jordán *et al.*, 1997), pero no se pueden definir como sustentables solo en el aspecto económico y/o productivo, puesto que el concepto toma como un punto prioritario el aspecto medioambiental.

En octubre de 1984 se realizó la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medioambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development) presidida por el primera ministra Noruega Gro Harlem Brundtland, atendiendo un llamado de la asamblea general de las Naciones Unidas, con el fin de establecer una agenda para el cambio global. De esta asamblea en 1987 se publica el informe Brundtland con el siguiente enfoque: “Es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro”, en este informe se plantea la posibilidad de tener un crecimiento económico basado en políticas de sustentabilidad y expansión de la base de los recursos ambientales. La esperanza de un futuro mejor está condicionada, depende de acciones políticas decididas

que permitan desde el adecuado uso de los recursos naturales para garantizar el progreso humano sostenible y su supervivencia en el planeta.

El concepto de desarrollo sostenible hizo su aparición oficial a raíz del informe Brundtland (1987), en el cual se define el desarrollo sostenible como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Así a partir de los años noventa el desarrollo sostenible se ha convertido en el paradigma dominante que ha guiado los procesos de desarrollo, también, se ha convertido en un principio para la implementación de políticas públicas (Baker, 1997).

La sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios se basa en tres funciones principales, las cuales son; la producción de bienes y servicios, el cuidado y gestión del medioambiente y tomar un papel importante en el medio social de la vida de los productores (Francis, 1990). Si bien existen infinidad de definiciones y enfoques, hay cierto consenso en que los sistemas agropecuarios sustentables son aquellos que son capaces de satisfacer un conjunto de necesidades de forma continuada en el tiempo (Masera *et al.*, 1999). Estas necesidades se relacionan con el carácter multidimensional de la sustentabilidad anteriormente descrito, provisión de alimentos, protección medioambiental, viabilidad económica y aceptación social (Hansen, 1996). En un concepto actual un sistema agropecuario sustentable es habitable, transferible, viable y reproducible, del cual las generaciones actuales pueden obtener bienes y servicios, administrar el terreno y desenvolverse en el medio rural, pero deben permitir que las generaciones futuras puedan satisfacer sus necesidades del mismo medio (Landais, 1988; Zahm, 2006).

De acuerdo con Masera y colaboradores (1999), Bell y Morse (2008) y López-Ridaura (2005), un agro-ecosistema se considera sustentable cuando produce, en un estado de equilibrio, una combinación específica de bienes y servicios, que satisfacen un conjunto de metas (productivo), sin degradar los recursos base

(resiliente), así como encontrar nuevas alternativas de estados de equilibrio estable (adaptable), sin comprometer su reproductividad y reproducibilidad. Toda actividad debe basarse en la organización de los involucrados (autogestión), evitando al máximo la dependencia del exterior (autodependiente) en búsqueda de mayores beneficios para todos con el fin de lograr equidad en sus relaciones internas y externas (equitativo).

La sustentabilidad debe entenderse en buena medida como una construcción social, cambiante en función de las demandas de la ciudadanía, teniendo en cuenta una formulación específica para cada ámbito geográfico y condición de producción. La evaluación de la sustentabilidad debe fundamentarse en la triple dimensión del concepto; medioambiental, económica y social (Zahm, 2006). Los objetivos ambientales como protección de ecosistemas y recursos naturales (regeneración), objetivos económicos como el crecimiento de la renta de los productores y el mantenimiento de la estabilidad macroeconómica, y objetivos sociales como cobertura de las necesidades básicas, deben alcanzar valores aceptables para el conjunto de la sociedad (Stoorvogel *et al.*, 2004).

Las metodologías para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios; se han enfocado principalmente en las escalas ambiental y económica, y en menor grado en la social (Maserá *et al.*, 1999). Es muy pobre el trabajo sobre sistemas agropecuarios del tercer mundo y en América Latina (Maserá *et al.*, 1999) especialmente no se conocen herramientas de evaluación de sustentabilidad de sistemas de producción de leche, los existentes son de primer mundo y se dirigen especialmente a las grandes explotaciones que cumplen con los requisitos de ese tipo de explotaciones.

Es importante el estudio de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en México desde el ámbito de sustentabilidad, por ser sistemas con potencial para el desarrollo sustentable. El noroeste del Estado de México es una zona de producción de leche en pequeña escala de importancia estatal con amplia

variabilidad en el uso de insumos y servicios dependiendo de la época del año en la que se encuentren; en constante cambio por ser un sistema que se adapta a las circunstancias (económicas y medioambientales). El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la sustentabilidad de los SPLPE en el noroeste del Estado de México durante la época de estiaje; con la finalidad de detectar áreas de oportunidad para su mejora.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

Los sistemas de producción de leche están clasificados en tres grandes grupos (Odermatt *et al.*, 1997) los cuales se ubican conforme al tipo de clima y territorio, los cuales son:

**Lechería intensiva del norte del país:** esta ganadería tiene su principal zona de producción en la comarca lagunera. En este sistema se ubica el 8% de las cabezas de ganado lechero, las cuales aportan el 30% de la producción nacional y entre el 80% y 90% de la leche pasteurizada que se produce en México. Las unidades de producción son relativamente grandes, especializadas y manejadas con criterios empresariales. Hay un amplio uso de programas productivos como inseminación, calendarios reproductivos, y dietas especializadas, entre otros, las empresas tienen un alto grado de mecanización, elementos que se reflejan en altos niveles de productividad de la mano de obra y del hato lechero (Odermatt *et al.*, 1997).

En este sistema se utiliza mucho la alimentación con concentrados porque en esta zona no es muy buena la disponibilidad de forrajes verdes y no hay mucha disponibilidad de agua, por la falta de lluvias y los periodos prolongados de sequía. El agua que es utilizada es extraída por pozos que tienen una gran profundidad, está caracterizada por que sus costos de producción son altos pero esto es compensado con la producción tan elevada que tienen por el uso de ganado especializado con el cual se presentan las más altos rendimientos de leche por cabeza que se dan en el país (Odermatt *et al.*, 1997).

**Lechería en sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE):** Lechería familiar ya que utiliza la mayor parte del tiempo, si no es que en todo el proceso de producción, la mano de obra familiar. Se presenta principalmente en el altiplano central, y tiene como principal productor a la zona de los Altos de Jalisco,

aunque también en el Estado de México se producen cantidades importantes, como característica es que cuenta con hatos que van en un rango de 3 a 35 cabezas en producción (Castelán-Ortega *et al.*, 2008, García-Muñiz *et al.*, 2007 y Wiggins *et al.*, 2001).

Estos sistemas de producción son una opción para el uso de recursos del medio en el cual se encuentran, ya que muchos forrajes autóctonos en la zona son utilizados para la alimentación del ganado, lo que permite a estos sistemas, tener ingresos por el uso de recursos del medioambiente y elevar la producción de leche, lo que se refleja en mejores ingresos para la familia (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

Estos sistemas de producción contribuyen con el 30% de la producción de leche a nivel nacional (Bernal-Martínez *et al.*, 2007) y pueden contar con superficies de tierra para cultivar, aunque generalmente son pequeñas superficies (Espinoza-Ortega *et al.*, 2004).

La alimentación se lleva principalmente con rastrojos, maíz molido, arvenses, praderas nativas y cultivadas, ensilados, alfalfa henificada y alimentos balanceados, algunos de los cuales son producidos en la finca. Este sistema tienen una debilidad en la producción de alimentos para el hato dentro de la propia finca, debido a esto los costos de alimentación implican del 70 al 80% de los costos totales de la producción por la alta dependencia de insumos externos (Castelán-Ortega *et al.*, 2007, Rodríguez *et al.*, 1999).

Por tanto los SPLPE son de mucha importancia a nivel local y nacional, por que a pesar de no ser tan llamativo en la generación de riqueza, aportan gran cantidad a la producción nacional de leche y tiene impacto directo en la economía regional y nacional.

**Lechería tropical:** este sistema de producción también es conocido como ganadería de doble propósito se ubica en las zonas costeras del país. El principal estado productor es Veracruz. Este sistema es semi-especializado ya que en los

últimos años se llevaron a cabo proyectos donde se realizaba la cruce de las líneas cebú con europeas para mejorar los estándares de producción y entonces ser un sector muy importante en la producción de leche. Este sistema es el que cuenta con el mayor número de animales en producción, aproximadamente el 65% del total nacional, pero los índices de producción son los más bajos que se presentan a nivel nacional (Odermatt *et al.*, 1997).

## **2.2 SISTEMAS PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA (SPLPE)**

Son sistemas que tienen hatos entre 3 y 35 vacas de ordeña más reemplazos (Castelán-Ortega *et al.*, 2008; García-Muñiz *et al.*, 2007 y Wiggins *et al.*, 2001), y aportan el 37% de la producción de leche a nivel nacional (Espinosa-Ortiz *et al.*, 2008), la mano de obra es predominantemente familiar, aunque no se descarta que en algunas épocas del año se contrate mano de obra externa, esto se da principalmente en la época de cosechas y siembra, sus principales ingresos se obtienen de la venta de leche y están integrados al mercado como proveedores, algunos productores cuentan con ingresos externos a la explotación que son aportados por miembros de la familia que trabajan fuera de la explotación con trabajos de medio tiempo a tiempo completo (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005).

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala de México, han desempeñado un papel importante, ya que han logrado sobrevivir a las crisis que ha sufrido el campo mexicano en las últimas décadas, y esto ha sido gracias a la flexibilidad que han mostrado para ajustarse a escenarios económicos cambiantes; de ahí que se propongan como una opción de desarrollo rural atractiva y viable para el centro de México (Arriaga-Jordán *et al.*, 1997), por otra parte, puede ser una alternativa que contribuirá a incrementar la producción nacional de leche, debido a que se ha caracterizado por combinar actividades agropecuarias como es el sistema maíz-ganado (leche). No tienen un sistema de operación definido ya que estos se adaptan a las circunstancias de la familia y su



economía. Estos sistemas se pueden dividir en tres grupos los cuales van en referencia a su grado de especialización que tienen en su producción y son: especializado, de subsistencia y mixto (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005).

Según Wiggins (2001) los SPLPE son una opción para mejorar la economía de las familias campesinas, aunque no resulta ser una alternativa para todos, pero si una medida para aliviar la crisis rural. Por tanto estos sistemas son de vital importancia en todo el mundo por ser una herramienta de alivio a la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria y generación de autoempleos según la FAO (2010), si los sistemas de producción se desarrollan con buenas prácticas de manejo, pueden dar seguridad a las familias campesinas por un largo periodo y le permitirán el desarrollo a su descendencia.

### **2.3 SUSTENTABILIDAD**

En la actualidad existe la inquietud por lograr un desarrollo equilibrado en todos los sectores productivos del mundo, el sector lechero no es la excepción puesto que el panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y la FAO (2010) indican que el sector lechero está emitiendo del 2.2 al 2.5% de todos los gases de efecto invernadero y que de este total los SPLPE aportan el 50% del metano emitido y del 30 al 50% de dióxido de carbono y óxido nitroso (este en forma de urea-nitrógeno); del total de los gases de efecto invernadero emitidos por los SPLPE el 70% aproximadamente se emite por el ganado; el otro 30% es emitido por las actividades que se relacionan con las UPL, como son los desechos (estiércol, orina), el uso de fertilizantes, pesticidas y productos veterinarios, el uso de energía no renovable (electricidad y combustibles) (FAO, 2010).

Por estas razones es conveniente dirigir la producción agropecuaria con las bases de un desarrollo sostenible, que empezó a tener gran impacto después de la primera reunión de la comisión mundial sobre el medio ambiente y desarrollo (WCDE) de la cual se derivó la publicación del informe Brundtlandt en 1987 (es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro), es un parte-aguas en cuanto a sustentabilidad se refiere, en el que se plantea la posibilidad de obtener un crecimiento económico basado en políticas de sustentabilidad y expansión de la base de recursos ambientales, el cual depende de políticas públicas. El concepto de sustentabilidad pasó del debate académico a formar parte de todas las agendas políticas, en donde el tema tiene un gran peso.

México no es la excepción puesto que existen leyes que promueven el desarrollo sostenible, ejemplo de ello es la Ley de Desarrollo Rural Sostenible que entró en vigor en diciembre de 2001.

En la actualidad se tiene un sin fin de definiciones de sustentabilidad, lo primordial para poder elaborar un concepto con todas aquellas no es la discusión, puesto que muchas definiciones son específicas para un indicador de sustentabilidad o muy generales, esto depende de la diversidad de intereses, problemas, perspectivas y escalas en juego. Por eso no es muy viable obtener una definición universal de sustentabilidad, es mejor buscar los puntos centrales de las definiciones que conocemos y formularse una en base al tema a desarrollar o problema concreto bajo estudio y utilizarla de forma consistente (Maserá *et al.*, 1999).

Con base en lo anterior, la definición que es aceptable utilizar de sustentabilidad es: un sistema sostenible es aquel que es habitable, transferible, viable y reproducible, del cual las generaciones actuales pueden obtener bienes y servicios, administrar el terreno y desenvolverse en el medio rural, pero se debe permitir que las generaciones futuras puedan satisfacer sus necesidades del mismo medio (Informe Brundtlandt, 1987; Landais, 1988; Zahm *et al.*, 2006). Por

tanto, el desarrollo sostenible es un proceso de cambio dirigido con metas previamente trazadas y la forma en la cual se pretenden lograr, las metas son revaloradas y reestructuradas continuamente para que este no sea un proceso estático, las nociones de permanencia y equidad son fundamentales en el concepto (Maserá *et al.*, 1999).

El desarrollo sostenible plantea como objetivos primordiales asegurar la satisfacción de las necesidades humanas esenciales, comenzando por las de los más pobres, promover la diversidad cultural y el pluralismo, reducir la desigualdad entre individuos, regiones y naciones; conservar y aumentar la base de recursos existentes, aumentar la posibilidad de adaptación a perturbaciones naturales y antropogénicas, desarrollar tecnologías seguras de bajo o nulo impacto ambiental negativo que no presenten riesgos para las generaciones actuales ni futuras; generar estructuras productivas, de distribución y consumo, que brinden los servicios y bienes necesarios, propicien empleo y trabajo con sentido con el fin de mejorar las condiciones de desarrollo de los seres humanos (Maserá *et al.*, 2000).

En un sistema sostenible se requiere de la presencia de sus tres pilares que lo integran los cuales son el ecológico (este principalmente con el fin de tener regulaciones medioambientales con las cuales no se permita acrecentar el daño al ambiente dándole un tiempo pertinente para que se vaya regenerando), el económico (que provea al productor de los servicios básicos y le permitan una vida digna), y social (que el sistema sea equitativo y permita la interacción del productor en la sociedad), y solo se puede hablar de sustentabilidad si están integrados (Zahm *et al.*, 2008). Según Vilain (2008) una actividad económicamente viable, socialmente justa y ecológicamente sana, es sostenible.

Según Zahm y colaboradores (2008), todos los sistemas productivos estarán regulados por la producción sostenible, lo que es importante porque se tendrá una regulación y de alguna manera se adquirirá la seguridad en la generación de alimentos por largos periodos, favoreciendo el equilibrio mundial de los alimentos

que tanto inquieta al mundo (FAO, 2010). La evolución co-evolutiva propone que las sociedades interactúan con su ambiente local, enriqueciendo o degradándolo de acuerdo con el conocimiento y valoración que tengan de su ambiente. A su vez, el ambiente responde proporcionando a la sociedad recursos de alta o baja calidad, según el nivel de degradación al que haya sido sometido (Maser *et al.*, 1999).

## **2.4 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD**

Conocer la situación en la que se encuentran los sistemas de producción en México es de gran importancia porque brindará un panorama de cuál es su realidad en el ámbito de la sustentabilidad.

La evaluación de la sustentabilidad debe fundamentarse en la triple dimensión del concepto; medio ambiental, económica y social (objetivos ambientales; protección del ecosistema y regeneración de los recursos naturales, objetivos económicos; el crecimiento de la renta del productor y la estabilidad macroeconómica del sistema, objetivos sociales; equidad y cobertura de las necesidades básicas) que alcanzan valores aceptables para el conjunto de la sociedad (Stoorougel *et al.*, 2004).

Muchos de los marcos existentes para la evaluación de la sustentabilidad se concentran en una sola disciplina (ecológica, económica ó social) o en un solo sistema de manejo (agrícola, forestal o pecuario) (Astier y Hollands, 2005); se apoyan fuertemente en el análisis de costo-beneficio y solo se favorece en este sentido la rentabilidad a corto plazo, lo que excluye un punto importante de la sustentabilidad que es un proceso cíclico en tiempo y espacio. Otros métodos de evaluación están orientados a sistemas de producción a gran escala (comerciales), con estos métodos seguro se omitirían varios factores que intervienen en los SPLPE.

Las metodologías que basan la evaluación en indicadores como son el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Matera *et al.*, 2000), y el método de Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA: *Indicateurs de Durabilité des Explotations Agricoles*) (Zahm *et al.*, 2006) se basan en la construcción de indicadores adaptando a las circunstancias del sistema evaluado y han referido esfuerzos para iniciar la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala. Tal es el caso de Brunett *et al* (2005) con el MESMIS y de Fadul-Pacheco *et al* (2011) con la metodología IDEA.

Un indicador es una herramienta que permite simplificar procesos para la obtención de datos que expliquen las características de un sistema, además sirven de guía para tomar decisiones acerca del mismo sistema (Grass *et al.*, 1989), en los cuales se permite identificar puntos críticos que están afectando la sustentabilidad, tener opciones de cómo es posible mejorarlos, describen un proceso específico o de control y son particulares a los procesos de los que forman parte. Los indicadores pueden ser modificados en los métodos de evaluación y deben de ajustarse al sistema que se evalúa por sus características específicas.

El conjunto de indicadores que se utilice en el proceso de evaluación debe ser robusto y no necesariamente exhaustivo. Para calificar a un indicador se debe de vincular con su objetivo (que evalúa). Girardin (1999) destaca que las cualidades de un indicador deben ser: objetivo y científicamente válido, relacionado al tema de estudio, sensible, fácilmente accesible y comprensible.

## 2.5 METODOLOGÍAS PARA EVALUAR SUSTENTABILIDAD

En este apartado principalmente se comparan dos metodologías. Una es un método Francés y el otro un método desarrollado en México. Se presentan las características de cada uno de los dos métodos a fin de contar con elementos para decidir que método utilizar para evaluar la sustentabilidad de SPLPE en México.

El método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles – Indicateurs de Sustentabilidad en Explotaciones Agropecuarias*) (Vilain, 2008; Zahm et al., 2008) consta de 17 objetivos, tres escalas de evaluación (agro-ecológica, socio-territorial y económica), con cada escala dividida en tres o cuatro componentes para dar un total de 10 componentes divididos en 42 indicadores (Cuadro 1). Este método fue evaluado desde 1996 en más de 1500 explotaciones agropecuarias francesas y de diferentes países, y en diferentes sistemas de producción.

La escala agro-ecológica, se basa en los principios agropecuarios de los sistema integrados (Viuax, 1999), que debe de procurar la buena eficiencia económica al menor costo ecológico, y la mayor eficiencia en el uso de los recursos no renovables. Consta de 18 indicadores divididos en tres componentes (diversidad de la producción, organización del espacio y prácticas de manejo), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos dando un total de 100 puntos en esta escala.

La escala socio-territorial, se basa en las características que integran la granja con el entorno y la sociedad, tomando en cuenta la calidad de vida del productor y la generación de servicios a la comunidad. Consta de 18 indicadores divididos en tres componentes (calidad de los productos, ética y desarrollo humano y empleos y servicios a la comunidad), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos dando un total de 100 puntos en esta escala.

La escala económica se basa en la generación de recursos económicos y la eficiencia. Consta de 6 indicadores divididos en cuatro componentes los cuales son: viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia, y en conjunto acumulan un máximo de 100 puntos en ésta como en las demás escalas.

### **Cuadro 1. Objetivos del método IDEA**

1. Coherencia	10. Calidad del producto
2. Autonomía	11. Ética
3. Conservación y manejo de la biodiversidad	12. Desarrollo humano
4. Conservación del paisaje	13. Desarrollo local
5. Conservación de los suelos	14. Calidad de vida
6. Conservación y manejo del agua	15. Practicas de manejo de relaciones sociales
7. Conservación de la atmosfera	16. Adaptabilidad
8. Manejo adecuado de los recursos no renovables	17. Empleo
9. Bienestar animal	

Tomado de Zahm y colaboradores (2008).

En base a los resultados obtenidos por Zahm y colaboradores (2006), se muestran los siguientes atributos:

- La sensibilidad del método IDEA es mucha porque es capaz de identificar las diferencias de sustentabilidad de diversos sistemas agropecuarios.
- Se puede identificar la variabilidad de sustentabilidad entre granjas con el mismo sistema de producción.

- Su sensibilidad dota al método con un interés particular; puede mostrar diferencias entre explotaciones ya sea en el nivel de las tres escalas o sus componentes o en un indicador en particular.
- IDEA es una herramienta que puede ayudar al progreso de los agricultores hacia la sustentabilidad, porque puede medirlo a través del tiempo.
- Esta herramienta también puede evaluar sistemas agropecuarios convencionales y ecológicos, y los puede comparar.
- En la ponderación de resultados cuando un indicador es bajo o igual a cero, no significa que la granja no sea apta para la sustentabilidad; sino que muestra que tiene esta granja un gran espacio para mejorar.
- Todos sus indicadores pueden ser modificables, respecto al tiempo y las necesidades de la unidad de producción a evaluar y las características del medio donde se encuentra.
- Para determinar el nivel de sustentabilidad de una unidad de producción el método asigna el menor puntaje de las tres escalas como puntaje final de la evaluación.

El MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad), se fundamenta en las siguientes premisas:

- La evaluación es solo válida para un sistema de manejo o agro-ecosistema específico;
- Se realiza en un determinado espacio y contexto económico, social y político, por lo que es necesario determinar previamente, una escala espacial y un tiempo, y



- La evaluación debe ser una actividad participativa.

Este método está basado en los siguientes ocho atributos: Productividad, Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad, Adaptabilidad, Equidad y Autodependencia, que evalúan dos tipos de sistema, uno de referencia en comparación con uno alternativo, y evalúa tres áreas de la sustentabilidad que son; ambiental, económica y la social, con base en los criterios de diagnóstico para poder formar los indicadores.

El MESMIS tiene al igual que el método IDEA tres dimensiones las cuales son la económica, la social y la ecológica. Tiene como propósito los siguientes puntos:

- Auxiliar en la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad.
- Brinda una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación.
- Se propone como un sistema de análisis y retroalimentación.
- Comprender las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen en la intersección de procesos ambientales en el ámbito social y económico.
- Evalúa la sustentabilidad comparativa de los sistemas de manejo, ya sea mediante una confrontación de uno o más sistemas alternativos con un sistema de referencia o bien mediante la observación de los cambios de las propiedades de un sistema de manejo a través del tiempo.
- Su estructura es flexible, se adapta a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente, así mismo propone un

proceso de evaluación participativa que enfatiza dinámicas de grupo y una retroalimentación continua de equipo evaluador.

Con base en los puntos mencionados anteriormente se utilizará el método IDEA para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del Estado de México, basado en los siguientes aspectos para la elección de este método:

- El método IDEA permite comparar un mismo tipo de sistema de producción a diferencia del MESMIS que compara un sistema convencional o de referencia con un sistema modificado o alternativo; o un mismo sistema, al cual se le han hecho modificaciones, en este caso es cuando lo hace a través del tiempo.
- Con el método IDEA se pueden evaluar y comparar varios sistemas de producción con las mismas características o de características diferentes, también puede comparar un sistema modificado con un convencional, y puede evaluar un sistema de producción a través del tiempo.
- La sensibilidad del método IDEA es tal que permite detectar las diferencias en cuanto a indicadores y tener una evaluación de alguna de las escalas, además de la evaluación general de la sustentabilidad de cualquier sistema agropecuario.
- El método IDEA da la calificación final de sustentabilidad con base en la escala que obtiene el menor puntaje, e indican claramente los autores del método que no existe alguna explotación que no pueda ser sustentable, en el caso de obtener calificaciones bajas o iguales a cero, sino que estas granjas pueden mejorar mucho basando su producción en alternativas más viables (Zahm *et al.*, 2006).

- Ambos métodos al final de la evaluación sirven como herramientas para la toma de decisiones para mejorar la sustentabilidad de las explotaciones agropecuarias puesto que exponen los puntos críticos y resaltan los atributos de las explotaciones para hacer de estos atributos sus fortalezas y que sean puntos fuertes que permitan a estos sistemas de producción obtener estabilidad.

La evaluación de la sustentabilidad es un tema en el cual se tiene un gran campo en el cual actuar, siempre y cuando se realice con las herramientas adecuadas. Elegir un método adecuado permite tener una evaluación confiable, la sustentabilidad para muchos es un paradigma: sin embargo es un tema en el cual se debe de actuar lo más pronto posible por la situación ambiental en la que se encuentra nuestro entorno, y para poder actuar a favor de los sistemas de producción sustentables se debe primero conocer en qué situación se encuentran. Por tal motivo es de igual importancia saber cuáles son las características que hacen o no sustentables a los sistemas de producción de leche en pequeña escala del Estado de México: para identificar áreas de mejora y de ahí partir hacia una producción sustentable.

En términos de sustentabilidad nunca se tendrán sistemas que no sean aptos para la sustentabilidad, pero de igual manera nunca se logrará un sistema cien por ciento sustentable, en ese punto se puede actuar a sabiendas que siempre se puede mejorar en un sistema de producción y nunca olvidar que la sustentabilidad permite y pretende lograr un mejor nivel de vida en la población.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Al aportar del 30 al 37% de la producción nacional, los sistemas de producción de leche en pequeña escala son un modelo clave por ser una opción viable para el desarrollo rural de las comunidades donde se encuentran para ayudar a mitigar la pobreza de las poblaciones rurales mediante la generación de autoempleo y arraigo a estas zonas por la producción.

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala tienen variabilidad en el uso de insumos y servicios dependiendo de la época del año en la que se encuentren, por tal motivo, están en constante cambio por ser un sistema que se adapta a las circunstancias económicas, medio ambientales y sociales. Conocer la sustentabilidad de estos es de vital importancia para identificar áreas de oportunidad para mejorar su sustentabilidad y hacerlos eficientes, esto mediante la medición de indicadores que son medibles en campo.

#### **4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el nivel de sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en la época de estiaje en el municipio de Aculco, Estado de México?

¿Existen diferentes niveles de sustentabilidad en los sistemas de producción de leche en pequeña escala en la época de estiaje en el municipio de Aculco, Estado de México?

## **5. HIPÓTESIS**

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala reúnen condiciones favorables de orden ecológico, social y económico, que los hacen sostenibles.

Existen diferentes prácticas de manejo entre los sistemas de producción de leche en pequeña escala del municipio de Aculco que los hacen tener diferente grado de sustentabilidad.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Estudiar los sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del Estado de México, a partir de una evaluación de la sustentabilidad que permita obtener conocimientos de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica, para conocer el nivel de sustentabilidad en el que se encuentran.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar las ventajas y desventajas del método IDEA como herramienta para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas producción de leche en pequeña escala.

Evaluar el nivel de sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en el municipio de Aculco, Estado de México con el método IDEA en época de estiaje.

## **7. MATERIAL Y MÉTODO**

### **7.1 Límite de espacio**

La cabecera municipal del municipio de Aculco se localiza en el noroeste del Estado de México, entre las coordenadas 20° 60` latitud norte y 99° 50` longitud oeste. Cuenta con una superficie de 465.7 kilómetros cuadrados y una temperatura media anual de 13.2 °C. Clima semifrío, sub-húmedo con lluvias en verano, que inician entre marzo o abril y finalizan en octubre o noviembre, con una precipitación promedio anual de 699.6 mm, con temperaturas bajo cero de diciembre a febrero y se ubica a 2450 msnm. (INEGI, 2005).

Colinda al norte con el estado de Querétaro y el municipio de Polotitlán, al sur con los municipios de Timilpan y Acambay, al este con el municipio de Jilotepec y al oeste con el estado de Querétaro (INEGI, 2005).

### **7.2 Selección de las Unidades de Producción de Leche (UPL)**

La selección de las UPL es la misma que la reportada por Fadul-Pacheco (2011), y se obtuvo mediante un muestreo por bola de nieve (*snowball sampling*), de manera que al inicio del proyecto. los productores que aceptaron la invitación para participar en el proyecto recomendaron a productores potenciales para participar en el proyecto (Joseph-Castillo, 2009). Se evaluaron 22 UPL, a las cuales se les realizó una visita mensual para recolectar información acerca de la producción y costos, muestras de leche para la determinación de calidad fisicoquímica, muestras de suelos para determinación de la calidad, pesaje de los animales y medida de la Condición Corporal para checar el estado en el que se encuentran, además de muestras de los alimentos a los cuales se les realizó un análisis bromatológico.



### 7.3 Método

Se realizó la evaluación de la sustentabilidad de los SPLPE utilizando el método IDEA versión 3 (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles- Indicateurs de Sustentabilidad en Explotaciones Agropecuarias*), el cuál ha sido desarrollado en Francia desde 1996 y ha sido modificado hasta llegar a esta versión que fue publicada en 2008 (Vilain, 2008; Zahm *et al.*, 2008). Este método está basado en 17 objetivos agrupados para formar 3 escalas de sustentabilidad (Agro-ecológica, socio-territorial y económica), en donde cada objetivo puede contribuir a la mejora de varios componentes de sustentabilidad, cada escala se divide en tres (Agro-ecológica y Socio-territorial) o cuatro (Económica), para un total de 10 componentes y que están compuestos de un total de 42 indicadores. Cada escala puede tener un valor máximo de 100, el cual es representado en porcentaje, donde el máximo posible es de 100 puntos y los resultados de sustentabilidad están dados por la escala que menor puntaje obtenga.

Los resultados máximos y mínimos en los sistemas de producción agropecuarios describen que aquella UPL que tenga en alguna escala el valor de 0, no significa que es una explotación insostenible, sino que demuestra que tiene muchos áreas en las cuales actuar para dirigirse hacia la sustentabilidad. Contrario a esto no existen explotaciones que tengan el 100% de sustentabilidad, porque siempre existirán prácticas de manejo que le permitirán funcionar mejor. A través de la puntuación de los resultados se busco encontrar prácticas que aporten hacia la sustentabilidad. (Zahm *et al.*, 2006)

Se revisaron los indicadores del método para adaptarlos al medio en donde se llevo a cabo la evaluación, como lo son, el uso de pesticidas, calidad de la leche producida y salarios mínimos de la región.

La recolección de datos y muestreo de las UPL se realizó una vez al mes, en los indicadores que así lo requieran y otros datos se levantaron al principio y final de

la evaluación con el fin de corroborar la información obtenida de los productores, puesto que el método requiere de información que se obtienen en una solo visita a las UPL. Las muestras se procesaron en el laboratorio de bromatología, leches y edafología del ICAR (Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la UAEMéx) para determinar composición de las dietas, las leches y los suelos.

**Cuadro 2. Escalas, componentes, indicadores y puntajes del método IDEA**

<b>ESCALA AGRO-ECOLÓGICA</b>			
<b>Componente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valores Máximos</b>	
<b>Diversidad Local</b>	Diversidad de los cultivos anuales y temporales	14	Puntaje máx. 33 unidades
	Diversidad de los cultivos perennes	14	
	Diversidad animal	14	
	Manejo y conservación del patrimonio genético	6	
<b>Manejo de Nutrientes y Espacio</b>	Rotación de cultivos	8	Puntaje máx. 33 unidades
	Dimensión de parcelas	6	
	Manejo de la materia orgánica	5	
	Zonas de protección ecológica	12	
	Medidas de protección al patrimonio natural	4	
	Valoración del espacio	5	
	Manejo del área de praderas	3	
<b>Prácticas de manejo</b>	Fertilización	8	Puntaje máx. 34 unidades
	Manejo de estiércol (efluentes)	3	
	Pesticidas	13	
	Tratamientos veterinarios	3	
	Protección del suelo	5	
	Manejo del agua	4	
	Dependencia energética	10	
<b>ESCALA SOCIO-TERRITORIAL</b>			
<b>Calidad de Producto y Tierra</b>	Calidad de la leche producida	10	Puntaje máx. 33 unidades
	Mejora de construcciones y paisaje	8	
	Manejo de residuos inorgánicos	5	
	Acceso al predio	5	
	Vinculación comunitaria	6	
<b>Empleo y Servicios</b>	Autonomía y valoración de los recursos locales	7	Puntaje máx. 33 unidades
	Autonomía y valoración de recursos locales	10	
	Servicios y otras actividades	5	
	Contribución con empleos	6	
	Trabajo colectivo	5	
	Probable sustentabilidad de la granja	3	
<b>Ética y Desarrollo Humano</b>	Contribución al equilibrio mundial de los alimentos	10	Puntaje máx. 34 unidades
	Bienestar animal	3	
	Formación	6	
	Intensidad de trabajo	7	
	calidad de vida	6	
	Aislamiento	3	
	Calidad de instalaciones	4	

**Cuadro 2. Continuación...**

<b>ESCALA ECONÓMICA</b>			
<b>Viabilidad</b>	Viabilidad económica	20	30 unidades
	Taza de especialización económica	10	
<b>Independencia</b>	Autonomía financiera	15	25 unidades
	Sensibilidad a auxilios de gobierno	10	
<b>Transmisibilidad</b>	Transmisibilidad	20	20 unidades
<b>Eficiencia</b>	Eficiencia de los procesos productivos	25	25 unidades

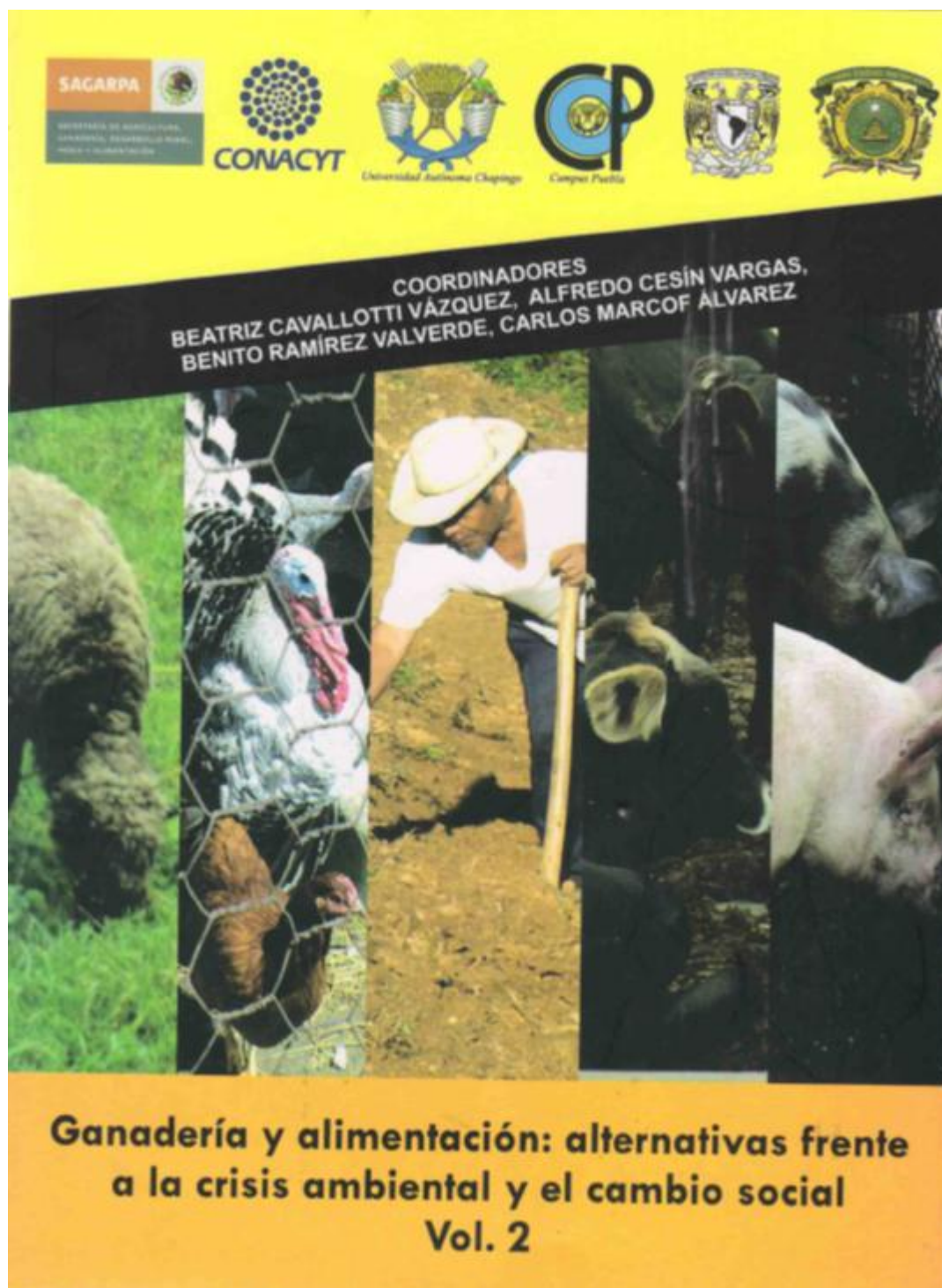
Tomado de Zahm y Colaboradores (2008).

## **7.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Se realizó un análisis factorial de componentes principales y análisis de cluster por el método jerárquico de conglomerados o de clúster por agrupación jerárquica por el método de Ward (Hair *et al.*, 2010) con los puntajes obtenidos en cada escala, para poder clasificar y obtener las características que hacen a estos sistemas de producción más o menos sustentables.

## 8. RESULTADOS:

### 8.1 Capitulo de libro



Editor: Carlos F. Marcof Álvarez  
Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández  
Diseño de Portada: L.I.A. Beatriz Nava Moreno

Primera edición, México, 18 de octubre, 2012.

Derechos reservados © 2012  
Universidad Autónoma Chapingo  
Departamento de Zootecnia  
Carretera México-Texcoco, km 38.5,  
Chapingo, México.  
Tel: 01 (595)952-1532  
Fax: 01 (595) 952-1607

ISBN: 978-   Obra completa, vol. 1 y 2  
ISBN: 978-   Vol. 2  
**ISBN: 978-607-715-076-3**

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 y hecho en México.

Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez, Jesús Armando Salinas-Martínez, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Nicolás Callejas-Juárez y Francisco Ernesto Martínez-Castañeda	
✓ Evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción de leche en pequeña escala en la época de secas en el noroeste del Estado de México	607
Fernando Próspero Bernal, Carlos M. Arriaga-Jordán, Angélica Espinoza Ortega y Benito Albarrán Portillo	
El aborto bovino: efectos productivos, económicos y sociales en la lechería en pequeña escala en el sur oriente del Estado de México	619
Juan José Ojeda Carrasco, Luis Brunett Pérez, Enrique Espinosa Ayala y Jesús Antonio Álvarez Martínez	
Diferencias entre el precio y constitución de la leche cruda contra la pasteurizada en el municipio de Maravatío, Michoacán	631
Gretel Iliana Gil González, Valentín Efrén Espinosa Ortiz, Luis Arturo García Hernández, Luis Brunett Pérez, Arturo Alonso Pesado y Salomón Rosales	
Propuesta metodológica para el análisis de la transmisibilidad social en los sistemas de producción de leche en pequeña escala en la zona suroriental del Estado de México	639
Ana Abygayl Estrada Lázcano, Luis Brunett Pérez, Enrique Espinosa Ayala y Ernesto Sánchez Vera	
Efecto económico de la mastitis en vacas lecheras	651
Jesús Armando Salinas-Martínez, Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez, Claudia Giovanna Peñuelas-Rivas, Angélica Espinoza-Ortega y Francisco Ernesto Martínez-Castañeda	651
<b>Capítulo 10.</b>	
<b>Comercialización y caracterización de la producción de ovinos</b>	<b>659</b>
La producción y comercialización de los ovinos en el sur del Estado de México	661
María Isabel Ortiz Rivera, Juvencio Hernández Martínez, Samuel Rebollar Rebollar, Eugenio Guzmán Soria y Felipe de Jesús González Razo	
Relación de las regiones agroecológicas y el tipo de ovinos de lana en el altiplano de Puebla	675
Joel Rojas Álvarez, Samuel Vargas López, Ángel Bustamante González, Ernesto Aceves Ruiz y Miguel Ángel Casiano Ventura	



## **Evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción de leche en pequeña escala en la época de secas en el noroeste del Estado de México**

Fernando Prospero Bernal<sup>1</sup>, Carlos M. Arriaga-Jordán<sup>1</sup>, Angélica Espinoza Ortega<sup>1</sup>  
y Benito Albarrán Portillo<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

<sup>2</sup> Centro Universitario Temascaltepec de la Universidad Autónoma del Estado de México.

### **Introducción**

Los Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala (SPLPE) contribuyen de manera importante a la producción nacional de leche, ya que el 37% se atribuye a estos sistemas (FAO, 2010); los cuales se caracterizan por depender de la fuerza de trabajo familiar, pequeña superficie de las unidades de producción, hatos de tamaño variable desde 3 a 35 vacas en producción, son dependientes de los cultivos que la propia familia siembra y de la compra de insumos para la alimentación, sus producciones más elevadas las logran en la época de lluvias por la disponibilidad de forrajes verdes para el ganado, siendo vulnerables en la época de secas por la poca disponibilidad de forraje verde y por los altos costos de los insumos, son dinámicos y se adaptan a las nuevas realidades. Los sistemas de producción de leche en pequeña escala son considerados como una opción de desarrollo rural por las características y capacidad de adaptación a condiciones adversas (Espinoza-Ortega et al., 2007).

El desarrollo sustentable se definió en el informe Bruntlandt (WCED, 1987) como “el desarrollo sustentable satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Así a partir de los años noventa el desarrollo sustentable se ha convertido en el paradigma dominante que ha guiado los procesos de desarrollo, también, se ha convertido en un principio para la implementación de políticas públicas (Baker, 1997).

La sustentabilidad de los sistemas de producción está basada en tres funciones principales; la producción de bienes y servicios, el cuidado y gestión del medioambiente y juega un papel importante en el medio social (Francis, 1990) de la vida de los productores. Si bien existen infinidad de definiciones y enfoques, hay cierto consenso en que los sistemas agropecuarios sustentables son aquellos que son capaces de satisfacer un conjunto de necesidades de forma continuada en el tiempo (Masera, *et al.* 1999). Estas necesidades se relacionan con el carácter multidimensional de la sustentabilidad anteriormente descrito, provisión de alimentos, protección medioambiental, viabilidad económica y aceptación social (Hansen, 1996). En un concepto actual un sistema sustentable es habitable, transferible, viable y reproducible, del cual las generaciones actuales pueden obtener bienes y servicios, administrar el terreno y desenvolverse en el medio rural pero deben permitir que las generaciones futuras puedan satisfacer sus necesidades del mismo medio (Landais, 1988, Zahm, 2006).

La sustentabilidad debe entenderse en buena medida como una construcción social, cambiante en función de las demandas de la ciudadanía, teniendo en cuenta una formulación específica para cada ámbito geográfico y condición de producción. La evaluación de la sostenibilidad debe fundamentarse en la triple dimensión del concepto; medio ambiental, económica y social (objetivos ambientales; protección del ecosistema y regeneración de los recursos naturales, objetivos económicos; el crecimiento de la renta del productor y la estabilidad macroeconómica del sistema, objetivos sociales; equidad y cobertura de las necesidades básicas) que alcanzan valores aceptables para el conjunto de la sociedad (Stoorougel *et al.*, 2004 y Zahm, 2006).

Es importante el estudio de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en México desde el ámbito de sostenibilidad por ser sistemas con potencial para el desarrollo sustentable. El noroeste del Estado de México es una zona de producción de leche en pequeña escala de importancia estatal con amplia variabilidad en el uso de insumos y servicios dependiendo la época del año en la

que se encuentren; en constante cambio por ser un sistema que se adapta a las circunstancias (económicas y medio ambientales). El objetivo del trabajo fue evaluar la sustentabilidad de sistemas campesinos de producción de leche en la época de secas en el Noroeste del Estado de México; a fin de detectar áreas de oportunidad para su mejora (Maserá, *et al*; 1999; Zahm, *et al*; 2008).

### **Material y Método**

*Descripción del área de trabajo:* La evaluación se realizó en el municipio de Aculco, localizado en el noroeste del Estado de México, a 2440 msnm, entre las coordenadas 20° 60` latitud norte y 99° 50` longitud oeste, con una superficie de 465.7 Kilómetros cuadrados y una temperatura media anual de 13.2 °C. Clima semifrío, sub-húmedo con lluvias en verano, que inicia en marzo o abril y finaliza en octubre o noviembre, con una precipitación promedio anual de 699.6 mm y con temperaturas bajo cero de diciembre a febrero (INEGI, 2005).

*Descripción de las Unidades de Producción de Leche (UPL):* La selección de las UPL se hizo previamente mediante un muestreo por bola de nieve (*snowball sampling*), de manera que los productores que aceptaron participar recomendaron a productores potenciales para integrarse al proyecto (Joseph-Castillo, 2009). Se realizaron visitas mensuales a 22 Unidades de Producción de Leche (UPL) con hatos entre 3 y 35 vacas (Cuadro 1), para la recolección de información relacionadas con el desarrollo y producción de la finca para medir las 3 escalas de sustentabilidad, y tomar muestras de leche y alimentos, en el periodo de enero a junio de 2011.

*Metodología:* Se utilizó el método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles* - Indicadores de Sustentabilidad de Explotaciones Agropecuarias) versión 3.0 (Vilain, 2008) para medir la sustentabilidad, el cual consta de 42 indicadores, agrupados en 10 componentes que forman 3 escalas (Agroecológica, Socio-territorial y Económica) para evaluar la sustentabilidad de un sistema agropecuario. El método se basa en la ponderación de resultados donde el nivel

de sustentabilidad de la unidad de producción es la escala con el menor puntaje de un máximo de 100 puntos (Vilain, 2008). Esta metodología emplea el uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad, similar a las propuestas por Masera et al.(1999), Van Passel et al.(2007), Van Calker et al.(2008), Grenz et al.(2009), entre otros.

*Análisis Estadístico:* Se hizo un análisis conglomerados o de Grupo por agrupación jerárquica por el método de Ward con los puntajes obtenidos en cada escala para poder clasificar y obtener las características que los hacen a estos sistemas de producción más o menos sustentables.

**Cuadro 1. Características de las 22 UPL evaluadas**

	HA TOTALES	HA PRADERA	VACAS PRODUCCIÓN SECAS		PRODUCCION LECHE/VACA/ DÍA	PRECIO DE LA LECHE	MO FAMILIAR	GRASA	PROTEÍNA
PROMEDIO	6.23	1.45	9	2	13.76	\$ 4.53	2.55	3.63	3.07
DS	5.10	0.53	5.84	2.11	2.54	\$ 0.18	0.86	0.31	0.06
MD	4.25	1.50	8	2	14.60	\$ 4.50	3.00	3.55	3.06
MINIMOS	1.00	0.75	4	0	8.27	\$ 4.27	1.00	3.25	2.95
MAXIMOS	20.00	3.00	30	8	17.58	\$ 4.83	5.00	4.43	3.23

## Resultados y Discusión

Para poder realizar la evaluación de los sistemas de producción de leche en pequeña escala fue necesario realizar algunas adecuaciones (Zahm, *et al.* 2008; Vilain, 2008) para el entorno mexicano y especialmente a la zona de estudio, dando como resultado la evaluación de 36 indicadores, agrupados en 10 indicadores que forman las 3 escalas (agroecológica, socioterritorial y económica). En los Cuadros 2, 3 y 4 se muestran los indicadores evaluados para las escalas agroecológica, socioterritorial y económica respectivamente, y los componentes que las comprenden, así como los resultados obtenidos en promedio del total de las 22 UPL evaluadas.

**Cuadro 2. Indicadores de la Escala Agroecológica y puntaje obtenido por las 22 UPL.**

ESCALAS	COMPONENTES	INDICADORES		PUNTAJE ALCANZADO	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE MÁXIMO POSIBLE
ESCALA AGROECOLÓGICA	DIVERSIDAD LOCAL	Biodiversidad de cultivos anuales o temporales	A1	9	9	14
		Biodiversidad de cultivos perennes	A2	6	6	14
		Biodiversidad animal	A3	22	14	14
		<b>DIVERSIDAD</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	
	MANEJO DE NUTRIENTES Y DEL ESPACIO	Rotación de cultivos	A5	4	4	8
		Área de praderas	A6	8	6	6
		Manejo de residuos orgánicos	A7	6	5	5
		Valorización del Espacio	A10	1	1	5
		Uso de superficies forrajeras	A11	2	2	3
		<b>MANEJO DE NUTRIENTES Y DEL ESPACIO</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>18</b>	<b>33</b>	
	PRACTICAS DE MANEJO	Fertilización	A12	-3	0	8
Manejo de estiércol		A13	3	3	3	
Pesticidas		A14	7	7	13	
Productos veterinarios		A15	3	3	3	
Protección del recurso suelo		A16	3	3	5	
Manejo del recurso hídrico		A17	2	2	4	
Dependencia de energía		A18	-1	0	10	
<b>PRACTICAS DE MANEJO</b>		<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>18</b>	<b>34</b>		
<b>TOTAL</b>				<b>65</b>	<b>100</b>	

**Cuadro 3. Indicadores de la Escala Socioterritorial y puntaje obtenido por las 22 UPL.**

<b>ESCALA SOCIO- TERRITORIAL</b>	<b>CALIDAD Y PRODUCTO DE LA TIERRA</b>	Calidad de leche producida	B1	11	10	10
		Manejo de Residuos no orgánicos	B3	3	3	5
		Acceso al predio	B4	5	5	5
		Vinculación comunitaria	B5	4	4	6
		<b>CALIDAD Y PRODUCTO DE LA TIERRA</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	
	<b>EMPLEO Y SERVICIOS</b>	Autonomía y valorización de los recursos locales	B7	7	7	10
		Generación de empleo	B9	10	6	6
		Trabajo Colectivo	B10	4	4	5
		Sustentabilidad probable de la finca	B11	2	2	3
		<b>EMPLEO Y SERVICIOS</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	
	<b>ÉTICA Y DESARROLLO HUMANO</b>	Dependencia de Alimentos Comerciales	B12	1	1	10
		Bienestar Animal	B13	1	1	3
		Formación - Grado de escolaridad	B14	4	4	6
		Intensidad de Trabajo	B15	-2	1	7
		Calidad de vida	B16	4	4	6
		Aislamiento	B17	3	3	3
		Calidad de Instalaciones	B18	4	4	4
		<b>ÉTICA Y DESARROLLO HUMANO</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	
	<b>TOTAL</b>				<b>58</b>	<b>100</b>

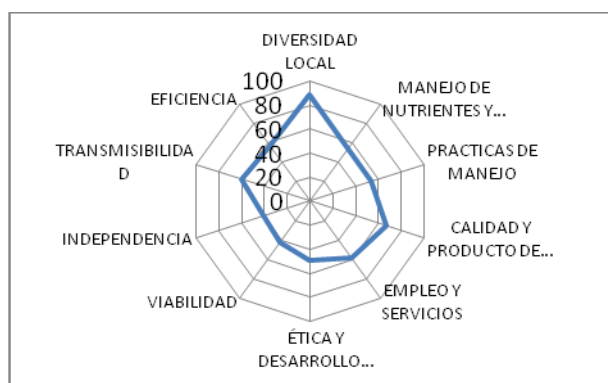
**Cuadro 4. Indicadores de la Escala Económica y puntaje obtenido por las 22 UPL.**

<b>ESCALA ECONÓMICA</b>	<b>VIABILIDAD</b>	Viabilidad Económica	C1	12	12	20
		Tasa de especialización económica	C2	0	0	10
		<b>VIABILIDAD</b>	<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>13</b>	<b>30</b>	
	<b>INDEPENDENCIA</b>	Autonomía Financiera	C3	0	0	15
		Sensibilidad a los auxilios del gobierno	C4	10	10	10
			<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	
	<b>TRANSMISIBILIDAD</b>	Transmisibilidad	C5	12	12	20
			<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	
	<b>EFICIENCIA</b>	Eficiencia de los procesos productivos	C6	14	14	25
			<b>SUB- TOTAL:</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	
	<b>TOTAL</b>				<b>49</b>	<b>100</b>

Los puntajes promedio de las 22 UPL son de 65 puntos en la escala Agroecológica, 58 en la escala Socio-territorial y 49 puntos en la escala Económica, y el nivel de sustentabilidad de las 22 UPL es de 48 puntos. En la Figura 1 se muestra el promedio de los componentes en porcentaje obtenido para su mejor interpretación.

La viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia, que pertenecen a la escala económica son los de menor porcentaje, resultando esta escala como la limitante (Vilain, 2008; Zahm, *et al*, 2008) dentro de estos sistemas de producción.

**Figura 1. Promedio de los componentes en porcentaje obtenido por la 22 UPL**



Se realizó un análisis de conglomerados o de Clúster para agrupar a las 22 UPL, tomando en cuenta el puntaje obtenido en cada escala de sustentabilidad, dando como resultado la identificación de 4 grupos en la época de secas

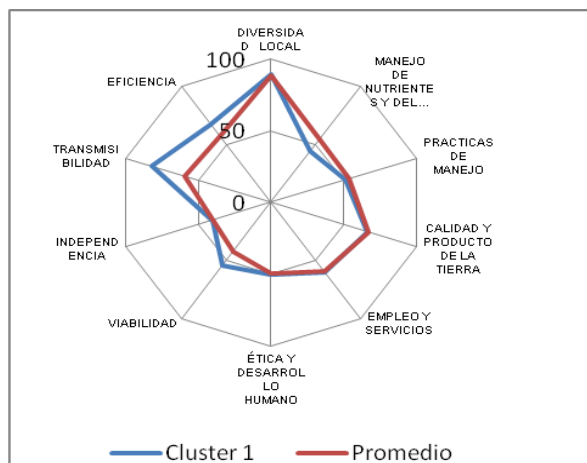
.Se obtuvieron 4 grupos (Cuadro 5) los cuales son: Grupo 1 es el económicamente más sustentable, Grupo 2 es el grupo más equilibrado y tienen una calificación equivalente al promedio en las tres escalas evaluadas, Grupo 3 es el socio-territorialmente más sostenible, pero con la desventaja de ser el económicamente menos viable por su baja eficiencia económica, el Grupo 4 es el agroecológicamente más sustentable, pero con el menor puntaje en sustentabilidad socio-territorial.

**Cuadro 5. Grupos identificados y Características**

GRUPO/ CARACTERISTICA	ESCALA AGROECOLÓGICA	ESCALA SOCIOTERRITORIAL	ESCALA ECONÓMICA
Grupo 1 Económicamente más sustentable	61	59	<u>59</u>
Grupo 2 Grupo promedio de las tres escalas	<u>63</u>	<u>59</u>	<u>48</u>
Grupo 3 Socio-territorialmente más sostenible	65	<u>61</u>	35
Grupo 4 agroecológicamente más sustentable	<u>71</u>	56	51

De la Figura 2 a la 5 se muestra cada uno de los puntajes obtenidos en cada componente, donde se pueden identificar de manera visual las fortalezas y debilidades de cada grupo, comparado con el promedio de las 22 UPL.

**Figura 2. Grupo 1**



**Figura 3. Grupo 2**

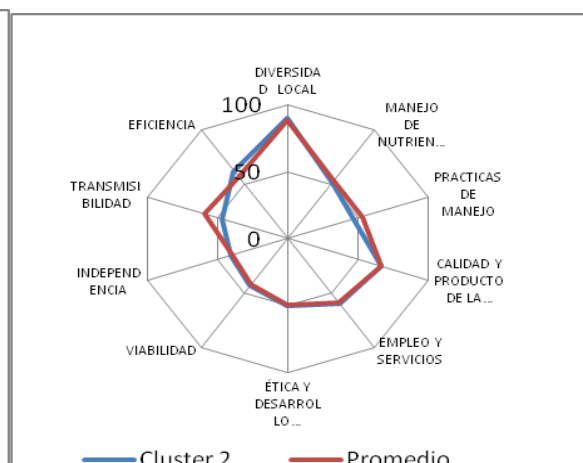




Figura 3. Grupo 3

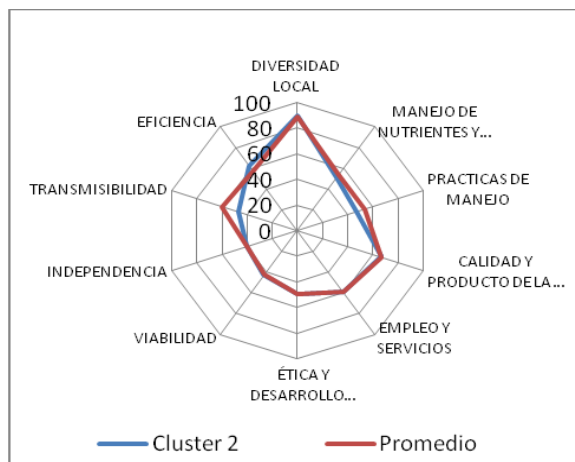
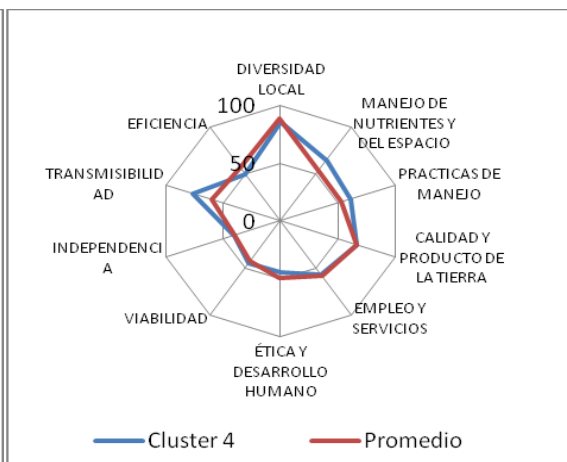


Figura 5. Grupo 4



*Escala agroecológica:* La escala agroecológica es la que muestra un mayor puntaje en todos los grupos, siendo el Grupo 4 (integrado por 5 productores) el que obtuvo el mayor puntaje por la mayor eficiencia en el uso de los recursos y prácticas de manejo dentro de la finca. Esta escala logra el mayor puntaje debido a que los productores tienen gran diversidad de cultivos, utilizan todo el estiércol generado en la finca para la fertilización de los cultivos, que posteriormente se integran a la dieta del ganado, el abono sintético y pesticidas utilizados están dentro de las normas establecidas por el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2001) y que son necesarios debido a que los terrenos de cultivo son suelos con 0.005% de materia orgánica, 0.24 mg/kg de nitrógeno total y 7.63 mg/kg de P extraíble, y de acuerdo NOM-021-RECNAT-2000 son suelos muy bajos para materia orgánica, nitrógeno total y fósforo extraíble (Fadul-Pacheco, 2011). Además de la baja dependencia de productos veterinarios en esta época, por la menor incidencia de problemas sanitarios por cuestiones medioambientales disminuyendo de manera considerable los problemas de mastitis y patas respecto a la época de lluvias, debido a la mayor facilidad en el manejo de la limpieza en esta época. El corte de pradera por parte de los productores, disminuye el puntaje de la escala agroecológica y no permite tener mayor puntaje debido a que en la época de

secas ningún productor utiliza el pastoreo como base de la dieta y no se tiene rotación de cultivos, puntos que impactan negativamente a los productores en la escala agroecológica. Sin embargo, la escala agroecológica nunca muestra ser un limitante en los sistemas de producción en pequeña escala estudiados. El uso de los recursos naturales y por ser sistemas que tienen una interacción entre cultivos y animales logran tener ciclos sustentables por que algunos productos que se generan en un sistema logran ser útiles y son aprovechados para el otro sistema como son el estiércol, y los subproductos de la cosecha lo que aporta a la optimización de los recursos (Schiere *et al*, 2002) y contribuyen al aumento de la producción de las UPL (Funez–Monzote *et al*, 2009).

*Escala Socioterritorial* Los resultados obtenidos en la escala socioterritorial indican que la variación obtenida en esta escala es mínima debido a que todos los productores logran una composición fisicoquímica de la leche superior a la requerida por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, que es de 28 g de proteína por kg de leche y de 30 g de grasa por kg de leche, obteniendo un promedio de 36.3 y 30.7 g de proteína y grasa respectivamente por kg de leche, quedando por encima de la norma. Además, todas las UPL evaluadas son generadoras de empleo, ya sea para la propia familia (Autoempleo) y en algunos casos algunas logran tener un empleado de tiempo completo en algunas épocas del año, principalmente en la época de cosechas y trabajo de tierra, lo que aporta al desarrollo rural sustentable y ayuda a mitigar la pobreza de las comunidades indígenas por obtener ingresos estables ya que la producción de leche en pequeña escala genera ingresos superiores a los salarios mínimos en la región de estudio (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007). En el sentido de ética y desarrollo humano las UPL tienen una mayor sensibilidad puesto que este componente depende de la calidad de vida de productor, educación y calidad de las instalaciones principalmente. Aunque en todas las fincas se cuenta con los servicios básicos de luz, agua potable y unidades sanitarias, el Grupo 3 es el que logra tener un mayor puntaje en esta escala debido a la mejor característica de las instalaciones y el nivel de educación

de algunos miembros de la familia productora, además de que son las que tienen un empujado de tiempo completo lo que le permite alcanzar un mayor puntaje respecto a las demás.

*Escala Económica:* Esta escala cuenta con cuatro componentes los cuales son viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia. El Grupo 1 obtiene el mayor puntaje por la mayor tasa de especialización en la viabilidad, estos productores cuentan con al menos 2 compradores para la leche lo que da mayores alternativas para la venta del producto, son menos sensibles a los apoyos gubernamentales y de préstamos bancarios, son independientes a la hora del crecimiento y las UPL son valoradas de manera que algún miembro de la familia la pueda adquirir o algún agente externo y tienen una superficie adecuada para permitir un crecimiento y desarrollo a la gente que quiera depender de esta, además de mostrar una eficiencia económica en promedio de 65% respecto a los otros Grupos que es de solo 40% en promedio. Esta escala siempre es la limitante y por ende la que marca el nivel de sustentabilidad de las UPL evaluadas, debido a la falta de especialización económica por parte de los encargados de las fincas, y la dependencia de insumos externos para la alimentación del ganado y el uso más sustentable de los recursos naturales lo que hace que las dietas de las vacas sean siempre muy costosas, las 22 UPL muestran en la escala económica su punto más débil, pero al mismo tiempo la flexibilidad de estos sistemas indica la gran capacidad para un futuro por la continuidad que han tenido a través del tiempo.

### **Conclusiones:**

La clasificación muestra la diversidad dentro de un mismo sistema de producción e indica que las prácticas de manejo pueden hacer más o menos sustentables a los sistemas de producción de leche en pequeña escala.

Los sistemas de producción en pequeña escala tienen un gran potencial de crecimiento. No existen UPL 100 % sustentables, las UPL con un bajo puntaje

muestran tener muchas áreas de acción, por tal motivo en los sistemas de producción de leche en pequeña escala tienen que trabajar en su especialización para poder ser más eficientes económicamente explotando de manera racional el medio ambiente. Estos sistemas de producción son de gran importancia en la generación de empleo y servicios en la comunidad donde se encuentran y brindan un producto que cumple con las normas de buena composición química.

Las UPL evaluadas son un reflejo de la zona de estudio, estos resultados obtenidos demuestran que entre más eficiente sea el uso de los recursos locales generados en la propia UPL, la sustentabilidad será mayor.

Los SPLPE obtienen los mejores puntajes en las escalas agroecológicas y socio-territorial, por la relación que existe entre los productores y con la gente de la comunidad.

### **Bibliografía**

Baker, S. (1997): The politics of sustainable development: Theory, policy and practice within the European Unión. Taylor and Francis, London.

Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T. and Arriaga-Jordán C. M. (2007): Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43(1): 39-56.

FAO (2010): Status of and Prospects for Smallholder Milk Production – A Global Perspective, by T. Hemme and J. Otte. Rome

Fadul-Pecheco L. (2011): Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del estado de México en época de lluvias. Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

- Francis C. A., Butler F. C., King L. D. (1990): Sustainable Agriculture in Temperate Zones. Wiley. New York.
- Funes-Monzote, F. R., Monzote, M., Lantinga, E. A., Ter Braak, C. J. F., Sánchez, J. E. and Van Keulen, H. (2009) Agro-Ecological Indicators (AEIs) for Dairy and Mixed Farming Systems Classification: Identifying Alternatives for the Cuban Livestock Sector, *Journal of Sustainable Agriculture*,33:4,435-460
- Grenz J., Thalmann C., Stämpfli A., Studer C. and, Häni F. (2009): RISE – a method for assessing the sustainability of agricultural production at farm level. *Rural Development News*.
- Hansen, W. J. (1996): Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? *Agricultural Systems* 33:5-22.
- INEGI (2005): Sistema de Consulta del Cuaderno Estadístico Municipal de Almoloya de Juárez, México. Edición 2005.
- Joseph-Castillo J. (2009): Convenience sampling applied to research. Experiment-Resources.com Scientific Method: A website about research and experiments <http://www.experiment-resources.com/conviencesampling.html>.
- Landais E. (1998): Agriculture durable: les fondements d'un Nouveau contrat social. *Courrier de l'Environnement* 33:5-22
- Masera O., Astier M. y López R. (1999) Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales: El marco MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural apropiada, A. C. (GIRA, A. C.) Mundi-prensa México, S. A. de C. V. México.
- Shiere J.B, M.N.M Ibrahim and H. van Keulen J.B (2002). The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resources allocation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90: 139-153.

- Van Calker, K.J., P.B.M, Berentsen, G.W.J. de Boer I. J. M., Giesen and R.B.M. Huirne (2007). Modelling worker physical health and societal sustainability at farm level: An application to conventional and organic dairy farming. *Agricultural Systems*. 94: 205–219
- Van Passel Steven, Frank Nevens, Erik Mathijb and Guido Van Huylenbroeck. (2007). Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. *Ecological Economics*. 62: 149 -161.
- Vilain Lionel (2008). La méthode IDEA, Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Troisième Édition Actualisée. Educagri Editios.
- Stoorvogel J. J., Antle J. M., Crissman C. C. and Bowen W. (2004): The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems* 80(1):43-66.
- WCED - World Commission on Environment and Development (1987): Our common future. Oxford University Press. Oxford.
- Zahm F., Vilain L., Girardin F., Viaux P. and Mouchet C. (2007): Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: from the concept of farm sustainability to case studies on French Farms. INFASA Symposium. March 16 and 17. Zentrum Paul Klee Bern, Switzerland.
- Zahm F., Viaux P., Vilain L., Girardin F. and Mouchet C. (2008) Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method- from the concept of agriculture sustainability to case studies on Farms. *Sustainable Development* 16: 271-281.

## **9. CONCLUSIONES FINALES**

La metodología empleada para la evaluación de la sustentabilidad de los SPLPE presenta una gran utilidad práctica y posibilidad real de aplicación. Tiene una visión integral de la sustentabilidad que contempla a sus tres pilares (ecológico, social y económico). Además se le puede dar un enfoque local porque se adapta a las circunstancias de los sistemas agropecuarios y la naturaleza de sus indicadores permite que sea operativo.

Los sistemas evaluados tienen una gran diversidad en el uso y manejo de los recursos locales, y obtienen puntajes altos en la escala agroecológica con un mínimo de 58% y un máximo de 75%, que indica son más sustentables en esta escala, puesto que el empleo adecuado de los recursos naturales, tienden a impactar de una manera favorable a estos sistemas de producción, lo que genera un estado de equilibrio.

En contraparte en la escala económica, la dependencia de insumos está en un 64% en promedio lo que eleva de manera considerable los costos de producción que este es un punto que baja de manera significativa la eficiencia económica de estos sistemas de producción. Por tal motivo es de gran importancia que los productores de leche en pequeña escala de la región norte del Estado de México desarrollen la capacidad de optimizar los recursos alimenticios de los que disponen en sus unidades de producción a las dietas del ganado de manera que impacte de manera positiva la eficiencia económica y les permita un mejor desarrollo humano.

En general estos sistemas de producción muestran su mayor debilidad en la escala económica, en la cual se obtienen niveles de 31% a 64% con un promedio de 48%, esta escala es afectada principalmente por el alto costo y la dependencia de insumos externos y la poca profesionalización de los productores, generalmente no se lleva una administración de la explotación lo que genera que en ocasiones no se tenga en cuenta el costo que tienen al producir tanto forrajes

como la leche. La eficiencia económica está en 52% promedio. Debido a que los costos de producción son altos, esta eficiencia no se refleja en mucha ganancia.

La leche producida es de buena composición físico-química; sin embargo será importante que se mejore la calidad sanitaria dado que las prácticas de ordeño no son óptimas. En este sentido las buenas prácticas de ordeño permitirán en gran medida contrarrestar esta problemática, sin la necesidad de tener un ordeño mecánico se puede obtener calidad con un conteo menor a 20,000 células somáticas, como lo demuestran algunos productores (evaluados en investigaciones colaterales), en especial en la época de estiaje cuando los problemas de higiene y enfermedades del hato disminuyen en gran medida respecto a la época de lluvias.

Esta evaluación también refleja que las UPL con mayor superficie agrícola tienden a ser más sustentables, siempre que se de la mejor gestión a esta tierra, por tal motivo se tiene que tomar en cuenta que es mejor un tamaño de hato productor de leche ajustado a la superficie agrícola con la que se cuenta en cada finca en este tipo de sistemas de producción, lo que puede reducir de manera considerable la dependencia externa de insumos.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga J. C., Espinoza O. A., Castelán O. O., Rojo H., Guadarrama J. L., Valdez M., Albarrán P. B. (1997). Resultados en el mejoramiento participativo de sistemas de producción de leche en pequeña escala en el valle de Toluca, En: Rivera H. G., Arellano H. A., González D. L., y Arriaga J.C. (Coordinadores). Investigación Para el Desarrollo Rural: Diez años de Experiencia en el CICA. 319-351. Coordinación General de Investigación y Estudios de Posgrado, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Astier M. y Hollands J. (2005). Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Ed: Mundi-Prensa, ILEIA, ICCO y GIRA.
- Baker S. (1997): The politics of sustainable development: Theory, policy and practice within the European Unión. Tylor and Francis. London.
- Bell S. and Morse S. (2008) Sustainability indicators: measuring the immeasurable? Earthscan Publications. London.
- Bernal-Martínez L. R., Rojas-Garduño M. A., Vázquez-Fontes K., Espinoza-Ortega A., Estrada-Flores J., Castelán-Ortega O. A. (2007): Determinación de la calidad físico-química de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del estado de México. *Vet. Méx.* 38(4). Pp. 295-307.
- Brunett P. L., González E. C. y García H. L. A, (2005): Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Livestock Research for Rural Development.*17(37).
- Castelán-Ortega O., Estrada-Flores J., Espinoza-Ortega A., Sánchez-Vera E., Ambriz-Vilchiz V. y Hernández-Ortega M. (2008): Strategies for the managment of agroecosystem resources in Template Zones of Mexico: The case of campesino milk farmers in the central highlands. En: Castelán-Ortega O., Bernúes-Jal A., Ruiz-Santos R. y Mould F. L. in Opportunities and

- Challenges for Smallholder Ruminant systems in Latin America. 133-160. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Espinoza-Ortega A., Álvarez-Macías A., Del Valle M. C. y Chauvete M. (2005): La economía de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en el Estado de México. *Tec. Pec. en Méx.*, 43 (01): 39-56.
- Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T. and Arriaga-Jordán C. M. (2007): Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43(1): 39-56.
- Espinosa-Ortiz V. E., Rivera Herrejón G., y García Hernández L. A. (2008): Los canales y márgenes de comercialización de leche cruda producida en sistemas familiares (Estudio de caso). *Vet. Méx.*39 (001): 1-16.
- Fadul-Pacheco L. (2011): Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del estado de México en época de lluvias. Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- FAO (2010): Status of and prospects for samallholder milk production- A global perspective, by T. Hemme and J. Otte. Rome, Italy.
- Francis C. A., Butler F. C., King L. D. (1990): Sustainable Agriculture in Temperate Zones. Wiley. New York.
- Funes-Monzote F. R., Monzote M., Lantinga E. A., Ter Braak C. J. F., Sánchez J. E. and Van Keulen H. (2009) Agro-Ecological Indicators (AEIs) for Dairy and Mixed Farming Systems Classification: Identifying Alternatives for the Cuban Livestock Sector, *Journal of Sustainable Agriculture*,33:4,435-460
- García-Muñiz J. G., Mariscal-Aguayo V. D., Caldera-Navarrete N. A., Ramirez-Valverde R., Estrella-Quintero H. y Núñez-Domínguez R. (2007): Variable relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en

agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Inteciencia* 32(012):841-843.

Girardin P., Bockstaller C. and Van Der Werf (1999): Indicators: Tools to Evaluate the Environmental impacts of Farming Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*. 13:5-21.

Gras R. *et al* (1989): Le Fait Technique en Agronomie: Activité Agricole, Concepts et Méthodes d'Étude. INRA, Editions L'Harmattan.

Grenz J., Thalman C., Stämpfli A., Studer C. and, Häni F. (2009): RISE – a method for assessing the sustainability of agricultural production at farm level. *Rural Development News*.

Hansen W. J. (1996): Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? *Agricultural Systems* 33:5-22.

Hair J. F., Black W. C., Tatham R. L., Anderson R. E., (2010): *Multivariate Data Analysis*, 7<sup>th</sup> Edition. Prentice Hall International. London.

INEGI (2005): Sistema de Consulta del Cuaderno Estadístico Municipal de Almoloya de Juárez, México. Edición 2005.

Joseph-Castillo J. (2009): Convenience sampling applied to research. Experiment-Resources.com Scientific Method: A website about research and experiments <http://www.experimentresources.com/conviencencesampling.html>.

Landais E. (1998): Agriculture durable: les fondements d'un Nouveau contrat social. *Courrier de l'Environnement* 33:5-22

Lopez-Rianura S., Van-Keulen H., Van-Ittersum M. K. and Leffelaar P. A. (2005): Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environmental Development and Sustainability* 7(1):51-69.

- Masera O., Astier M. y López R. (1999) Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales: El marco MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural apropiada, A. C. (GIRA, A. C.) Mundi-prensa México, S. A. de C. V. México.
- Odermatt P. y Santiago C. M. J., (1997): Ventajas Comparativas en la Producción de Leche en México. *Agroalimentaria*. N° 5. (Diciembre 1997): 35-44.
- Rodríguez M. M. A. (1999): Estudio sobre las prácticas de alimentación de las vacas lecheras es sistemas de producción de leche en pequeña escala en dos comunidades de Valle de Toluca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Shiere J. B., M. N. M. Ibrahim and H. van Keulen J. B. (2002). The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resources allocation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90: 139-153.
- Stroorvogel J. J., Antle J. M., Crissman C. C. and Bowen W. (2004): The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems* 80(1):43-66.
- Van Calker K. J., P. B. M., Berentsen G. W. J., de Boer I. J. M., Giesen and Huirne R. B. M. (2007). Modelling worker physical health and societal sustainability at farm level: An application to conventional and organic dairy farming. *Agricultural Systems*. 94: 205–219
- Van Passel Steven, Frank Nevens, Erik Mathijb and Guido Van Huylenbroeck. (2007). Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. *Ecological Economics*. 62: 149 -161.
- Vilain Lionel (2008): La méthode IDEA, Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Troisième Édition Actualisée. Educagri Editios.
- Viaux P. (1999): *Une troisième voie en Grande Culture – Environnement, Qualité, Rentabilité*, Editions Agridécisions, 211 p.

Wiggins S., Tzintzun R., Ramírez G., Ramírez V., Ortiz O., Piña C., Aguilar B., Espinoza-Ortega A., Pedraza F., Rivera H., Arriaga-Jordán C. M. (2001) Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala, en la zona central de México. La lechería como empresa. Cuadernos de Investigación. Cuarta época-19. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

World Commission on Environment and Development (1987): Our common future. Oxford University Press. Oxford.

Zahm F., Vilain L., Girardin F., Viaux P. and Mouchet C. (2006): Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: from the concept of farm sustainability to case studies on French Farms. INFASA Symposium. March 16 and 17. Zentrum Paul Klee Bern, Switzerland.

Zahm F., Viaux P., Vilain L., Girardin F. and Mouchet C. (2008) Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method- from the concept of agriculture sustainability to case studies on Farms. *Sustainable Development* 16: 271-281.

## 11. ANEXOS

### 11.1 CUESTIONARIO DE SUSTENTABILIDAD SEGÚN EL MÉTODO IDEA

#### ENCUESTA PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD EN LOS SPLPE EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO

FECHA     /    /      
2011

NOMBRE DEL PREDIO: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL PRODUCTOR: \_\_\_\_\_

TELÉFONO: \_\_\_\_\_

EJIDO: \_\_\_\_\_

UBICACIÓN DEL PREDIO (SE ANEXA CROQUIS): \_\_\_\_\_

EXTENSIÓN DEL PREDIO: \_\_\_\_\_

ÁREA CON RIEGO \_\_\_\_\_

ÁREA SIN RIEGO \_\_\_\_\_

Nº PARCELAS UTILIZADAS PARA PRODUCCIÓN: \_\_\_\_\_

ÁREA DE LAS PARCELAS: \_\_\_\_\_

RENTA TERRENO: \_\_\_\_\_

ÁREA RENTADA: \_\_\_\_\_

NÚCLEO FAMILIAR (Nº)	MUJERE	HOMBRE
	S	S
	NIÑOS	NIÑAS

FAMILIARES QUE TRABAJAN EN EL PREDIO

RANGO DE EDAD DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL TRABAJO DE PREDIO:	(17-25)
	(26-35)   (36-45)   (46-55)   (56-65)   (65+)

**11.1 CUESTIONARIO Continuación...**

**ESCALA AGROECOLÓGICA**

**DIVERSIDAD**

Diversidad de cultivos anuales o temporales

¿Existen cultivos anuales o temporales en la finca?

SI	NO
----	----

N° de especies: \_\_\_\_\_

Nombre de las especies: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Manejo que se les da: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rotación de Cultivos

¿Después que cosechan el maíz, siembran otro cultivo en ese lugar?

SI	NO
----	----

Cual: \_\_\_\_\_

Diversidad de cultivos perennes

¿Existen cultivos perennes en la finca?

SI	NO
----	----

N° de especies \_\_\_\_\_

Nombre de las especies: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Manejo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Diversidad Animal

N° de especies \_\_\_\_\_

Nombre de las especies: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Manejo que se les da: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 11.1 CUESTIONARIO Continuación...

Diversidad de vegetación asociada

¿Existen cultivos asociados (besanas)?

SI	NO
----	----

Nº de especies \_\_\_\_\_

Especie y Cantidad: \_\_\_\_\_

---

---

---

Manejo que se les da: \_\_\_\_\_

---

---

Conservación de especies nativas – forrajeras

¿Existen especies nativas cultivadas?

SI	NO
----	----

Nº de especies \_\_\_\_\_

Nombre de las especies: \_\_\_\_\_

---

---

Manejo que se les da: \_\_\_\_\_

---

---

### MANEJO DE NUTRIENTES

Producción de leche

¿Se llevan registros de producción?

Si	No	
	Mecánico	Manual

Tipo de ordeño: \_\_\_\_\_

Nº vacas en producción \_\_\_\_\_

Litros producidos por día: \_\_\_\_\_

¿Quién le compra la leche? \_\_\_\_\_

Precio del litro de leche \_\_\_\_\_

Control de mastitis

Si	No
----	----

Área de manejo para el forraje

¿Existe un área para almacenamiento de forraje?

Si	No
----	----

Área total \_\_\_\_\_

---



### 11.1 CUESTIONARIO Continuación...

Protección de áreas naturales

¿Realizan quemas en la finca? 

Si	No
----	----

¿Existe alguna fuente de agua o bosque en la finca? 

Si	No
----	----

¿Qué manejo se le da? \_\_\_\_\_

Área de praderas

¿Existen praderas en la finca? 

Si	No
----	----

Praderas Inducidas 

Si	No
----	----

Área total en praderas Inducidas \_\_\_\_\_

¿Qué manejo se le da? \_\_\_\_\_

Pastizales nativos 

Si	No
----	----

Área total en pastizales nativos \_\_\_\_\_

¿Qué manejo se le da? \_\_\_\_\_

### PRACTICAS DE MANEJO

Manejo reproductivo

Monta Natural 

Si	No
----	----

 IA 

Si	No
----	----

Precio por pajilla \$ \_\_\_\_\_

Fertilización

¿Utilizan fertilizantes? 

Si	No
----	----

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

Cantidad aplicada \_\_\_\_\_

Precio \$ \_\_\_\_\_

Manejo del estiércol

¿Se le hace tratamiento al estiércol? 

SI	NO
----	----

¿Cuál? \_\_\_\_\_

Usos: \_\_\_\_\_

Cantidad aplicada: \_\_\_\_\_

### 11.1 CUESTIONARIO Continuación...

Pesticidas y productos veterinarios

¿Utiliza pesticidas? 

SI	NO
----	----

¿Cuáles y para qué? \_\_\_\_\_

Cantidad aplicada: \_\_\_\_\_

Precio: \$ \_\_\_\_\_

¿Utiliza productos veterinarios? 

SI	NO
----	----

¿Cuáles y para qué? \_\_\_\_\_

Cantidad aplicada: \_\_\_\_\_

Precio: \$ \_\_\_\_\_

Bienestar animal

Condiciones de alojamiento 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Salud general del hato 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

¿ Las vacas salen a pastoreo? 

SI	NO
----	----

Horas al día: \_\_\_\_\_

Crianza de becerros

Toma de calostro 

SI	NO
----	----

 (dentro del tiempo establecido)

Desinfección de ombligo 

SI	NO
----	----

Manejo del recurso hídrico

¿Existe riego en la finca? 

SI	NO
----	----

Usos: \_\_\_\_\_

Cantidad utilizada: \_\_\_\_\_

Precio: \$ \_\_\_\_\_

¿Hacen reutilización del agua? 

SI	NO
----	----

¿Cómo? \_\_\_\_\_

Dependencia de energía

Cantidad de energía utilizada: \_\_\_\_\_

Precio: \$ \_\_\_\_\_

### 11.1 CUESTIONARIO Continuación...

#### ESCALA SOCIO-TERRITORIAL

#### CALIDAD Y PRODUCTOS DE LA TIERRA

##### Instalaciones e infraestructura

¿Existe infraestructura e instalaciones?		SI	NO		
Calidad de la infraestructura	1	2	3	4	5

##### Manejo de residuos orgánicos

¿Utilizan los subproductos?	SI	NO		
¿En qué especies?		Cerdos	Perros	Otros

##### Vinculación comunitaria

Relaciones interpersonales con la comunidad

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

#### ORGANIZACIÓN Y ESPACIO

##### Seguro popular

¿Cuentan con seguro popular?	SI	NO
------------------------------	----	----

##### Trabajo comunitario

¿Realiza trabajo comunitario?	SI	NO
-------------------------------	----	----

¿Cuál?

##### Sustentabilidad probable de la finca

¿Cómo ve la finca en 30 años?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

##### Generación de empleo

Mano de obra fija	_____	\$ _____
Mano de obra temporal	_____	\$ _____
Mano de obra familiar	_____	\$ _____

#### ÉTICA Y DESARROLLO HUMANO

##### Formación

Educación productor		Secundaria	Técnico	Universitario	Otro
---------------------	--	------------	---------	---------------	------

Cual: \_\_\_\_\_

Otros miembros de la familia

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 11.1 CUESTIONARIO Continuación...

Horas de trabajo

Horas de trabajo al día \_\_\_\_\_  
 Labores que toman más tiempo \_\_\_\_\_

Calidad de vida

Calidad de vida

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Transmisibilidad

Continuidad de los hijos en la finca

Nada probable	Poco probable	Probable	Muy probable
---------------	---------------	----------	--------------

### ESCALA ECONÓMICA

Viabilidad económica

¿Compra animales para pie de cría?

SI	NO
----	----

Cada cuanto

¿Compra animales para remplazo?

SI	NO	\$ _____
----	----	----------

Cada cuanto

¿Vende animales?

SI	NO
----	----

Cada cuanto

Alimento suministrado y cantidad

1.	3.	5.
----	----	----

2. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_

Precio por kilo del alimento

1. \$	2. \$	3. \$	4. \$	5. \$
-------	-------	-------	-------	-------

6. \$ \_\_\_\_\_

¿Siembra de cultivos?

SI	NO
----	----

Costo preparación del terreno

\$	Obs: _____
----	------------

Costo de semilla (Ha)

\$	_____
----	-------

Costo de siembra

\$	_____
----	-------

Costo mano de obra

\$	_____
----	-------

Costos fertilizantes

\$	_____
----	-------

Costos Cosechada

\$	_____
----	-------

N° de jornales totales

\$	_____
----	-------

Costo mano de obra limpieza

\$	_____
----	-------

N° de jornales totales

\$	_____
----	-------

¿Utilización del maíz?

Ensilaje	Zacate	Otro	Cual: _____
----------	--------	------	-------------

Ensilaje

Manual	Mecánico	_____
--------	----------	-------

**11.1 CUESTIONARIO Continuación...**

N° jornales por Ha a ensilar \_\_\_\_\_ Familiar \_\_\_\_\_ Contratada \_\_\_\_\_  
 Costo jornal \$ \_\_\_\_\_  
 Alquiler maquinaria 

SI	NO
----	----

  
 Costo por hora \$ \_\_\_\_\_  
 Zacate \_\_\_\_\_  
 N° jornales por Ha a cortar \_\_\_\_\_ Familiar \_\_\_\_\_ Contratada \_\_\_\_\_  
 Costo jornal \$ \_\_\_\_\_  
 Alquiler maquinaria 

SI	NO
----	----

  
 Costo por hora \$ \_\_\_\_\_  
 N° jornales por Ha a moler \_\_\_\_\_ Familiar \_\_\_\_\_ Contratada \_\_\_\_\_  
 Costo jornal \$ \_\_\_\_\_  
 Alquiler maquinaria 

SI	NO
----	----

  
 Costo por hora \$ \_\_\_\_\_  
 N° jornales por Ha a empaçar \_\_\_\_\_ Familiar \_\_\_\_\_ Contratada \_\_\_\_\_  
 Costo jornal \$ \_\_\_\_\_  
 Alquiler maquinaria 

SI	NO
----	----

  
 Costo por hora \$ \_\_\_\_\_

Independencia

¿Tiene alguna actividad diferente o alterna a la finca? 

SI	NO
----	----

  
 ¿Cual? \_\_\_\_\_  
 ¿Participación en los programas del gobierno? 

SI	NO
----	----

  
 ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

## 11.2 ENCUESTA MENSUAL

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Litros producidos: \_\_\_\_\_ Litros vendidos: \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_

Vacas ordeñadas: \_\_\_\_\_ Vacas secas: \_\_\_\_\_ Vacas inseminadas: \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_

Número de becerros: \_\_\_\_\_ Número de becerras: \_\_\_\_\_ Partos: \_\_\_\_\_

Número de vaquillas: \_\_\_\_\_ Becerros vendidos: \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_

Vacas enfermas: \_\_\_\_\_ Gastos en veterinario: \_\_\_\_\_

Pago de agua potable: \_\_\_\_\_ Mano de obra contratada: \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_

Pago de riegos: \_\_\_\_\_ Pago de Luz: \_\_\_\_\_ Tamaño del hato: \_\_\_\_\_

Combustible/semana Gasolina \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_ Diesel: \_\_\_\_\_ Costo: \_\_\_\_\_

Costos de alimento:

Alimento	Cantidad por día	Cantidad por sem	Costo por unidad	Observaciones

Vacas:

Vaca	Litros Producidos	Peso	Condición corporal

### 11.3 GRAFICAS DEL PUNTAJE OBTENIDO POR COMPONENTE DE LAS 22 UPL EVALUADAS

