

ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA GANADERÍA



Coordinadores

Beatriz A. Cavallotti Vázquez

Benito Ramírez Valverde

Alfredo Cesín Vargas

Javier Ramírez Juárez

ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LA GANADERÍA

Coordinadores:

Beatriz A. Cavallotti Vázquez

Benito Ramírez Valverde

Alfredo Cesín Vargas

Javier Ramírez Juárez



Universidad Autónoma
Chapingo



Campus Puebla



UNAM



Universidad Autónoma
de Querétaro



Universidade Federal Rural de Pernambuco



ALASRU
Asociación Latinoamericana
de Sociología Rural



Institut National de la Recherche
Agronomique, France



El Barzón Nacional

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. José Sergio Barrales Domínguez

RECTOR

Ing. Edgar López Herrera

DIRECTOR GENERAL ACADÉMICO

Dr. Francisco José Zamudio Sánchez

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MC. F. Moisés Zurita Zafra

DIRECTOR GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y SERVICIOS

M.C. Sergio Iban Mendoza Pedroza

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés

DIRECTOR DEL CIESTAAM

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Dr. Jesús Ma. Moncada de la Fuente

DIRECTOR GENERAL DEL COLEGIO DE POSGRADUADOS

Dr. Javier Ramírez Juárez

DIRECTOR, CAMPUS PUEBLA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. José Narro Robles

RECTOR

Dra. Estela Morales Campos

COORDINADORA DE HUMANIDADES

Dr. Gerardo Torres Salcido

SECRETARIO TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN
DE LA COORDINACIÓN DE HUMANIDADES

Dr. Eduardo Alejandro López Sánchez

COORDINADOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE ESTUDIOS REGIONALES

Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández

Primera edición, México, 20 de octubre de 2015

Derechos reservados © 2015

Universidad Autónoma Chapingo

Carretera México-Texcoco, km 38.5,

Chapingo, Estado de México.

Departamento de Zootecnia

Tel: 01 (595)952-1532

Fax: 01 (595) 952-1607

ISBN: en trámite.

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

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

Impreso en México.

COMITÉ EDITORIAL

Mónica A. Agudelo López (UACH – CIESTAAM), J. Felipe Álvarez Gaxiola (CP – Puebla), Adolfo Álvarez Macías (UAM – Xochimilco), Ricardo D. Améndola Massiotti (UACH - Zootecnia), Daniel Argumedo Macías (CP – Puebla), Belem D. Avendaño Ruiz (UABC – FEYRI), Carlos M. Arriaga Jordán (UAEM), Henrique de Barros (UFRPE - Brasil), Adriana Bastidas Correa (U. Ciénega – Michoacán), Luis Brunett Pérez (UAEM - ICAR), Ángel Bustamante González (CP – Puebla), José A. Cadena Meneses (UACH - Zootecnia), Francisco Calderón Sánchez (CP – Puebla), Joaquín H. Camacho Vera (UACH – CIESTAAM), Rosario Campos Hernández (UACH - Zootecnia), Beatriz A. Cavallotti Vázquez (UACH - Zootecnia), Fernando Cervantes Escoto (UACH - CIESTAAM), Alfredo Cesín Vargas (UNAM – UAER), Martha Chiappe Hernández (CIAD – Sonora), José F. Copado Bueno (UACH - Zootecnia), José A. Espinosa García (UAQ), Rúben Esquivel Velazquez (UACH - Zootecnia), Hilda Flores Brito (UACH - Zootecnia), Marilu León Andrade (UGto.), Gustavo García Uriza (UACH - Zootecnia), Juan de Dios Guerrero Rodríguez (CP – Puebla), José P. Juárez Sánchez (CP – Puebla), Carlos A. López Díaz (UNAM), Thierry Link (INRA, SAD - Francia), Zenon G. López Tecpoyotl (CP - Puebla), Fernando Manzo Ramos (CP – Puebla), Sergio I. Mendoza Pedroza (UACH – Zootecnia), Francisco E. Martínez Castañeda (UAEM – ICAR), Rocio Medina Torres (UAQ – FCN), Ignacio Ocampo Fletes (CP – Puebla), Sergio Orozco Cirilo (CP – Puebla), Alejandro Ortega Hernández (UGto.), Guillermo Paleta Pérez (UNAM – UAER), Rosario Pérez Espejo (UNAM – IIEC), Javier Ramírez Juárez (CP – Puebla), Benito Ramírez Valverde (CP – Puebla), Gustavo Ramírez Valverde (CP – Montecillo), Alberto Riella (UdeLaR - Uruguay), Rocío Rosas Vargas (UGto.), Blanca Rubio Vega (UNAM – IIS), Myriam Sagarnaga Villegas (UACH), Hernán Salas Quintanal (UNAM – IIA), Carlos Schiavo (UdeLaR-Uruguay), Hermilo Suárez Domínguez (UACH - Zootecnia), José Solís Ramírez (UACH – Zootecnia), Blanca Suárez San Román (GIMTRAP), Samuel Vargas López (CP – Puebla), Abraham Villegas de Gante (UACH - Agroindustrias), Emma Zapata Martelo (CP – Puebla)

Contenido

Prólogo	5
CAPÍTULO 1. GLOBALIZACIÓN, SECTOR FINANCIERO Y GANADERÍA	12
Financiación de la innovación y expansión de “Emerging Multinationals” hacia la industria avícola: el caso de JBS & EL BNDES de Brasil	13
<i>Jonathan Almanza, Francisco Martínez, Lorenzo A. López Barbosa</i>	13
Política cambiaria y sustitución del maíz sobre el mercado del sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> pers) en México, 2013	40
<i>Samuel Rebollar, Juvencio Hernández Martínez, Felipe de Jesús González Raz, Anastacio García Martínez</i>	40
CAPÍTULO 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA GANADERÍA	57
Comportamiento actual y futuro del subsector pecuario mexicano y su impacto en el resto de la economía	59
<i>Manuel Ernesto Sosa Urrutia, José Antonio Espinosa García, Francisco Ernesto Martínez Castañeda, Germán Buendía Rodríguez</i>	59
Diagnóstico de la ganadería de la localidad de Santa María Nepopualco, Huejotzingo, Puebla	70
<i>Margarito Luis Aguilar Báez, Reyes Cosme García, Ángel Carrera Martínez, Edmar Huerta Ortega, Gloria Margarita Orea Mora, Consuelo Silva Valdivia, María Caridad Contreras Xicoténcatl, Rafael Erasto Montes Romero, Mari Carmen Larios García</i>	70
Incremento del precio de ganado en pie e incremento del precio de insumos en la producción de carne bovina	84
<i>Miguel Ángel Martínez Damián, José Saturnino Mora Flores, Ricardo Téllez Delgado</i>	84
Situación actual de la ganadería para producción de carne en el sur del Estado de México. Oportunidades para su desarrollo	91
<i>Anastacio García-Martínez, Jovel Vences-Pérez, Adriana de Litz Nájera Garduño, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Benito Albarrán-Portillo, Samuel Rebollar-Rebollar</i>	91
Panorama de la ganadería bovina de carne en México: antes y después del incremento de los precios	100
<i>Benjamín Carrera Chávez, Alma Velia Ayala Garay, Gabriela Rodríguez Licea, Guillermina Martínez Trejo</i>	100
Especialización lechera en México	113
<i>Joaquín Huitzilihuitl Camacho Vera, Fernando Cervantes Escoto, María Isabel Palacios Rangel, Alfredo Cesín Vargas</i>	113
Situación actual de la ganadería lechera en la región de la Ciénega, en el estado de Jalisco, México	128
<i>José Manuel Núñez Olivera, Adolfo Alaniz Sánchez y María Alicia Cervantes Ávalos</i>	128

Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en dos zonas agroecológicas contrastantes del centro de México	139
<i>Fernando Próspero-Bernal, Isela G. Salas-Reyes, Liliانا Fadul-Pacheco, Darwin Heredia-Nava, Benito Albarrán-Portillo, Carlos M. Arriaga-Jordán</i>	139
Índice tecnológico y análisis económico de una unidad de lechería tropical en Tabasco, México	154
<i>Lorenzo Danilo Granados Rivera, Omar Hernández Mendo, Lorenzo Granados Zurita</i>	154
CAPÍTULO 3. ECONOMÍA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN GANADERAS	167
Evaluación de la alimentación y estimación de la relación costo-beneficio en explotaciones lecheras de Francisco I. Madero, Hidalgo	168
<i>Jorge Vargas Monter, Rafael Nieto Aquino, Samuel Vargas López</i>	168
Estatus del comportamiento reproductivo del establo lechero en Zumpango: Impacto social y económico	180
<i>Carlos A. Apodaca Sarabia, Raymundo Rangel Santos</i>	180
Evaluación económica de unidades de producción doble propósito en Tlatlaya, Estado de México. Importancia de la producción de leche	185
<i>Janeth Pérez-Arellano, Benito Albarrán-Portillo, Carlos Manuel Arriaga-Jordán, Jorge Darío Alvarenga-Serafini, Darwin Heredia-Nava, Rafael Cano Torres, Anastacio García-Martínez</i>	185
Costos de producción en unidades de producción ovinas en el municipio de Epitacio Huerta, Michoacán	198
<i>Encarnación Ernesto Bobadilla Soto, Mauricio Perea Peña, Guillermo Salas Razo, Juan Pablo Flores Padilla</i>	198
Nuevas tendencias del consumidor rural de cárnicos	211
<i>Sandy Huerta-Sanabria, Óscar Antonio Arana-Coronado, Myriam Sagarnaga-Villegas</i>	211
Demanda de carne de pavo en Mexico: competencia por precio o gasto un enfoque de demanda casi ideal	231
<i>Miguel Ángel Martínez Damián, José Saturnino Mora Flores, Ricardo Tellez Delgado</i>	231
Evolución de la disponibilidad de forrajes en México	241
<i>Daniela Cruz Delgado, Juan Antonio Leos Rodríguez</i>	241
Dinámica poblacional de tallos de ovillo (<i>Dactylis glomerata</i> L.) y ballico perene (<i>Lolium perenne</i> L.) asociados con trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.)	252
<i>Adelaido Rafael Rojas García, Alfonso Hernández Garay, Santiago Joaquín Cancino, Sergio Iban Mendoza Pedroza, José Luis Zaragoza Ramírez</i>	252
CAPÍTULO 4. GANADERÍA Y DESARROLLO TERRITORIAL	270
Análisis de la complementariedad del sector agrícola y ganadero en el municipio de La Yesca, Nayarit	271
<i>Esmeralda Arellano Ruiz, Iliana Enriqueta Montaña Méndez, Héctor Ramón Ramírez Partida</i>	271
Introducción	271

El sistema agroindustrial del queso cocido de Sonora	285
<i>Armando Santos Moreno, Edith Mora Rivera</i>	285
El queso asadero de aguascalientes y el queso cocido de Sonora, dos quesos típicos mexicanos de pasta hilada: una comparación	295
<i>Abraham Villegas de Gante Armando Santos Moreno</i>	295
La producción de leche bajo sistemas modificados de selva baja caducifolia que dan origen al queso artesanal Zacazonapan	305
<i>Jair Jesús Sánchez Valdés, César Ortiz Torres, Felipe López González, Vianey Colín Navarro, Carlos Galdino Martínez García, Julieta Gertrudis Estrada Flores</i>	305
Impacto del SIAL productor de lácteos sobre el desarrollo local: el caso de la agroindustria quesera de Poxtla, Estado de México	315
<i>Oswaldo Andrés Pacheco González, Enrique Espinosa Ayala, Alfredo Cesín Vargas, Tirzo Castañeda Martínez</i>	315
Diferencias socioeconómicas de agroindustrias queseras en la localidad de San José de Gracia, Michoacán	324
<i>María Camila Rendón Rendón, Valentín Efrén Espinosa Ortiz, Francisco Alonso Pesado, Alfredo Cesín Vargas, Gretel Gil González, Randy Alexis Jiménez Jiménez</i>	324
Percepción sensorial del queso de aro tradicional empleando como envase natural la hoja de palma del género <i>Brahea dulcis</i>	337
<i>V. Daniela Barrera García, Paola Contreras Martínez¹, Baciliza Quintero Salazar, Mirna Patricia Santiago Gómez</i>	337
<i>Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del municipio de Zacazonapan, Estado de México y del producto final</i>	353
<i>Jair Jesús Sánchez Valdés, Vianey Colín Navarro, Felipe López González, Francisca Avilés Nova, Octavio Alonso Castelán Ortega, Julieta Gertrudis Estrada-Flores</i>	353
CAPÍTULO 5. LOS ACTORES SOCIALES EN LA GANADERÍA	364
La ganadería porcina de traspatio: el caso de una comunidad rural del norte del estado de Veracruz, México	365
<i>Sergio Antonio Gutiérrez Alvarado, Rosa Elena Riaño Marín</i>	365
La participación de las mujeres rurales en el desarrollo de la acuicultura en el sur de Puebla: el caso de la trucha, tilapia, bagre y langostino	373
<i>Rufino Díaz Cervantes</i>	373
Producción pecuaria en la microcuenca la joya, un análisis desde el manejo de cuencas y la perspectiva de género	385
<i>Elsa Angélica Contreras Contreras, Diana Elisa Bustos Contreras, Lilliana González Erives</i>	385
Las relaciones de género en la Asociación Agropecuaria de Mujeres Emprendedoras de Quebrada Honda ASOMEQ: una descripción de sus actores sociales y sus roles, en el municipio de Paipa, Boyacá, Colombia	398
<i>Diana Milena Soler Fonseca, Randy Alexis Jiménez Jiménez</i>	398

El papel de los extensionistas en el éxito de las organizaciones ganaderas campesinas del sureste de Saltillo, Coahuila	419
<i>Lorenzo Alejandro López Barbosa, Susana Cepeda Islas</i>	419
CAPÍTULO 6. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	438
Métodos para la estimación de la emisión de metano entérico en bovinos	439
<i>Noé Zúñiga-González, Rosa Elena Martínez Olvera, Jesús José Puente Berumen, Enrique Ayala Espinosa, Pedro Abel Hernández García, Luis Brunett Pérez</i>	439
Extractos de orégano (<i>Origanum spp.</i>) como alternativa en la mitigación de ch_4 ruminal y su efecto en la producción gas y AGV	458
<i>Perla Ivonne Gallegos Flores, Lucía Delgadillo Ruiz, Francisco Javier Cabral Arellano, Rómulo Bañuelos Valenzuela, Alberto Muro Reyes</i>	458
Eficiencia alimenticia y excreción de nutrientes de los sistemas de producción de leche de ganado bovino en el valle de San Luis Potosí, México	468
<i>Miguel Ángel Beltrán Santoyo, Gregorio Álvarez Fuentes, Juan Manuel Pinos Rodríguez, Carlos Contreras Servín, Rigoberto Castro Rivera</i>	468
CAPÍTULO 7. DESARROLLO Y APROPIACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA UNA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE	476
La metodología GGAVATT y la transferencia de tecnología en la lechería familiar (Estudio de caso)	477
<i>Valentín Efrén Espinosa Ortiz, Ramón Soriano Robles, Randy Alexis Jiménez Jiménez, Fran Eduardo Miguel Reyes, Arturo Alonso Pesado, Ma. Pilar Velázquez Pacheco</i>	477
Impactos productivos, económicos y ambientales de estrategias de alimentación tradicionales u optimizadas en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el altiplano del centro de México	486
<i>José Velarde-Guillén, Julieta Gertrudis Estrada-Flores, Adolfo Armando Rayas-Amor, Fernando Vicente, Adela Martínez-Fernández, Carlos Manuel Arriaga-Jordán</i>	486
Productor extensionista, un elemento a incorporar para el incremento en la cobertura de extensión: una visión desde los actores	499
<i>Venancio Cuevas Reyes, Alfredo Loaiza Meza, Julio Baca del Moral, Anastacio Espejel García</i>	499
Impacto de la asistencia técnica por el uso de tecnología y tipos de productores en el sistema de lechería familiar en el estado de Guanajuato, México	512
<i>América Alejandra Luna Estrada, José Antonio Espinosa García, Arturo González Orozco</i>	512
CAPÍTULO 8. SANIDAD Y BIENESTAR ANIMAL	524
Actividad antimicrobiana <i>in vitro</i> de los extractos crudos de <i>Aloe vera barbadensis</i> y <i>Eucalyptus globulus</i> sobre <i>Staphylococcus aureus</i>	525
<i>Valente Velázquez Ordoñez, Andrea Ramírez Mendiola, Benjamín Valladares Carranza, María Uxua Alonso Fresán, Ana María García Gama</i>	525
Efecto antimicrobiano <i>in vitro</i> de los extractos alcohólicos de cítrico y eucalipto sobre <i>Staphylococcus aureus</i> aisladas de vacas lecheras con mastitis subclínica	539

<i>María Andrea Ramírez Mendiola, Valente Velázquez Ordoñez, Benjamín Valladares Carranza, María Uxua Alonso Fresán, Abdel Fattah Salem</i>	539
Repercusiones en salud pública de los residuos de antibióticos y desparasitantes en la leche	549
<i>Benjamín Valladares Carranza, Valente Velázquez Ordoñez, Emilio Fuentes Reyes, Silvia Denisse Peña Betancourt</i>	549
CAPÍTULO 9. LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES PARA LA PRODUCCIÓN PECUARIA	558
Modelo de trabajo para el desarrollo de la ganadería de pequeña escala en México	559
<i>Ana Rosa Romero-López, Fernando Manzo-Ramos, Leticia Gómez-García</i>	559
Nivel de satisfacción de los egresados de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM con relación a su formación en las áreas económica y administrativa	580
<i>Carlos Antonio López Díaz¹, José Luis Tinoco Jaramillo</i>	580

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN DOS ZONAS AGROECOLÓGICAS CONTRASTANTES DEL CENTRO DE MÉXICO

Fernando Próspero-Bernal¹, Isela G. Salas-Reyes¹, Liliána Fadul-Pacheco², Darwin Heredia-Nava³, Benito Albarrán-Portillo¹, Carlos M. Arriaga-Jordán¹

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala juegan un rol relevante en el desarrollo rural del país (Arriaga-Jordán *et al.*, 1999), principalmente por la generación de ingresos económicos a las familias, y generación de empleos en la zona, tanto a integrantes de la familia y empleos externos (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007). Estos sistemas aportan el 37 % de la producción de leche del país (International Farm Comparison Network (IFCN), 2007), y son un recurso de empleo en zonas rurales muy fuerte, dado que el tamaño del hato en México es de 10 a 30 vacas según la IFCN en 2013, los sistemas en pequeña escala por la clasificación de la SAGARPA (2010) están conformados de 3 a 35 vacas en producción más sus remplazos y son manejados por la familia. Estos sistemas de producción se desarrollan en condiciones climáticas contrastantes, lo que está dado por la diversidad de zonas agroecológicas en el país, donde en distancias reducidas se tienen climas diferentes lo que hace que se den diferentes prácticas de manejo. Sin embargo al pertenecer a una misma clasificación de sistemas de producción nos permite evaluarlos de manera conjunta.

A partir del año 1987, cuando se realizó la primera reunión de la comisión mundial sobre el medio ambiente y desarrollo (WCDE, por sus siglas en inglés), de la cual se derivó la publicación del Informe Brundtlandt, en donde se define el término de desarrollo sustentable como aquel que es capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades del mismo medio en el cual se encuentran. La sustentabilidad es

¹ Universidad Autónoma del Estado de México.

² Universidad de Laval, Canadá.

³ Universidad de Guadalajara.

considerado un término holístico (van Passel *et al.*, 2007), el cual está integrado por tres pilares los cuales son ecológico, social y económico (Vilain *et al.*, 2008). Vilain *et al.* (2008) considera que para que toda actividad sea sustentable debe ser ecológicamente sana, socialmente justa y económicamente viable, por lo cual es importante dirigir todos los sistemas de producción en este orden y es a partir de esto que las políticas públicas que se van generando integran la sustentabilidad como base de todo desarrollo, encontrándonos así políticas como la “Política Agrícola Común” de la Unión Europea que en 1999 anexa políticas de desarrollo rural sustentable, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en México del 2001, y así en cada país. Es por eso que todos los sistemas de producción actualmente giran en torno a estos mandatos, la producción agropecuaria emite el 18 % de los gases efecto invernadero (GEI) y los sistemas de producción de leche el 4 % del total de los GEI a nivel mundial, y los sistemas de leche en pequeña escala aportan el 50 % de estas emisiones (FAO, 2010), el eslabón primario produce del 70 al 90 % de las emisiones totales de la lechería (Flysjö *et al.*, 2012; Gerber *et al.*, 2010).

La evaluación de la sustentabilidad es un punto crucial en la implementación de mejoras para el desarrollo, puesto que dan la pauta de la situación y las guías de lo que se tiene que hacer en los sistemas de producción, además de la demanda poblacional por sistemas de producción sostenibles (Zahm *et al.*, 2006), en ese sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar el nivel de sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en dos regiones agroecológicas contrastantes con la finalidad de identificar los puntos críticos en cuanto a las prácticas de manejo que puedan mejorar el nivel de sustentabilidad o equilibrarlo en las tres escalas de sustentabilidad (agroecológica, socio-territorial y económica). La finalidad de hacer el trabajo en regiones contrastantes, es porqué el ecosistema brinda las bases para el desarrollo de los sistemas de producción, proporcionando a la sociedad los recursos de alta o baja calidad, según el nivel de degradación al que haya sido sometido lo permita (Masera *et al.*, 1999).

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio: El presente estudio se realizó en el Estado de México en dos regiones contrastantes agroecológicamente. La primera zona es el municipio de Aculco, ubicado en el noroeste de la entidad entre las coordenadas 20° 05' 58" N y 99° 49' 37" O a 2240 msnm y un clima templado sub-húmedo, con una temperatura media anual de 13.2°C y precipitación pluvial media de 800 mm. La segunda zona es el municipio de Zacazonapan, ubicado en el suroeste de la entidad entre las coordenadas 18° 58' 00" N y 10° 11' 00" O a 1470 msnm, con agro-ecosistema subtropical con clima cálido subhúmedo, temperatura

media anual de 23°C y precipitación media anual de 1115 mm. En ambas regiones se definen dos períodos estacionales que son la temporada de lluvia (de Junio a principios de noviembre) y una época de estiaje (de noviembre a mayo) en el municipio de Aculco se presentan heladas en esta temporada.

La producción de leche en las regiones de estudio tiene un papel relevante, en Aculco es la principal actividad agropecuaria, y cerca del 90 % de las fincas tiene de 3 a 35 vacas en producción más sus remplazos, y en 2014 tuvo una producción diaria de 51 038 litros (SIAP-SAGARPA, 2015), son fincas en pequeña escala, con superficies menores a 10 ha generalmente, y donde la principal fuerza de trabajo es la familia, desde 1970 se introdujeron praderas con variedades de rye-grass y trébol, puesto que en la región se tiene acceso a riego en la época de estiaje, lo que permite una producción constante de forraje, se ordeña dos veces al día y se tiene una producción promedio anual de leche de 13.8 litros por vaca por día, con sistemas estabulados donde el alimento es ofrecido en pesebres, en la época de estiaje aumenta la dependencia de insumos externos principalmente concentrados y alfalfas. En Zacazonapan la producción de leche por vaca es de 6 litros por día, los hatos van de 30 a 80 cabezas de ganado, el promedio de vacas en producción de leche es de 13, se ordeña una vez al día y se cuenta con superficies de 14 a 450 ha (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015) la mayoría tiene pasto estrella de áfrica (70 %), las cuales en la época de lluvias son pastoreadas en su totalidad, en la época de estiaje, por la disminución de la calidad de los forrajes se suplementa con concentrados comerciales.

Las unidades fueron seleccionadas por muestreo de bola de nieve (Joseph-Castillo, 2009) en donde se busca que los participantes indiquen posibles integrantes con características similares, con las finalidades de aumentar la participación de los productores, el trabajo se realizó bajo el esquema de investigación participativa con la finalidad de obtener información más precisa y disminuir la incertidumbre. En el municipio de Aculco se trabajó con 22 productores en cada época del año y en Zacazonapan con 11, el período de evaluación comprendió desde mayo de 2010 hasta junio de 2013.

Cada mes se visitaron las unidades de producción para aplicar una encuesta semi-estructurada referente al desarrollo y manejo de la finca (por la falta de registros, fue necesario coleccionar la información para el estudio) con la cual se obtuvo información social, ecológica y económica.

DESARROLLO DEL TRABAJO

La metodología empleada fue el método IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles-Indicadores de Sustentabilidad de Sistemas Agropecuarios) versión 3.0 (Vilain *et al.*, 2008), el cual fue desarrollado en Francia y ha sido validado por más de 1500 fincas agropecuarias (Zamh *et al.*, 2006) y en distintos sistemas de producción. Esta metodología se diseñó con base en el uso de indicadores como en las metodologías propuestas por Masera *et al.* (1999), van Passel *et al.* (2007), van Calster *et al.* (2008), Grenz *et al.* (2009), entre otros, dado que el uso de indicadores permite la fácil recolección de información y cumplen con un objetivo específico de informar sobre los procesos y brindar información al respecto, detectando variaciones y cambios lo que les confiere credibilidad, además de permitir su adecuación a cualquier tipo de sistema y región tomando en cuenta el ecosistema en el que se encuentren y las normas vigentes de cada región de estudio (OECD, 1993; Meul *et al.*, 2009).

La metodología se basa en 17 objetivos que son coherencia, autonomía, protección de biodiversidad, paisajes, suelos, atmósfera y gestión del agua y de los recursos no renovables, bienestar animal, calidad de productos, ética, desarrollo humano y local, calidad de vida, sociedad, adaptabilidad y empleo. Los cuales tienen como finalidad analizar de forma integral la sustentabilidad de un sistema de producción. Los objetivos se distribuyen en 42 indicadores que están agrupados en 10 componentes que al final evalúan la sustentabilidad (escalas agroecológica, socio-territorial y económica), al final se obtiene un puntaje de 0 a 100 para cada una de estas escalas (Vilain *et al.*, 2008), se emplea la ponderación de resultados donde el nivel de sustentabilidad es el de la escala con menor puntuación.

La escala agroecológica y socio-territorial están compuestas por 18 indicadores y por tres componentes cada una, la económica está compuesta por 6 indicadores y cuatro componentes como se muestra en la Tabla 1.

Se realizaron modificaciones a la metodología excluyendo cuatro indicadores (A4, A9, B2 y B8), como se muestra en la Tabla 2, además, para los indicadores B1 “calidad del producto” se tomó como referencia la NMX-F-700-COFOCALEC-2004, de la leche se determinó la calidad físico-química de por medio analizador automático de ultrasonido (Ekomilk-M EON Trading. LLC, Bulgaria) para obtener los resultados y poder compararlos con los valores de referencia de la norma, las muestras se obtuvieron después de cada ordeño mensualmente. Para el indicador A14 “uso de pesticidas” se hizo referencia en los límites permisibles por el Instituto Nacional de Ecología (1991). Para el indicador C1

“viabilidad económica” se tomó el salario mínimo presente en cada zona de estudio (CONASAMI, 2013).

Tabla 1. Escalas, componentes e indicadores del método IDEA V3.

Escala	Componente		Indicadores
Agro- ecológica	Diversidad local	4	Diversidad de cultivos anuales, Diversidad de cultivos perenes, diversidad animal y valoración y conservación del patrimonio genético
	Manejo de nutrientes y espacio	7	Rotación de cultivos, dimensión de las parcelas, manejo de desechos orgánicos, zonas de regulación ecológica, contribución al mejoramiento ambiental de territorio, valoración del espacio y gestión de las superficies forrajeras
	Prácticas de manejo	7	Fertilización, manejo del estiércol, pesticidas, productos veterinarios, protección del suelo, gestión del agua y dependencia energética
	Calidad del producto	5	Calidad del producto, valoración del patrimonio y paisaje, manejo de residuos inorgánicos, acceso al predio y vinculación comunitaria
Socio- territorial	Empleos y servicios	6	Comercio local, autonomía y valoración de los recursos locales, servicios y actividades múltiples, generación de empleo, trabajo colectivo y sustentabilidad probable de la finca
	Ética y desarrollo humano	7	Dependencia de insumos comerciales, bienestar animal, formación y grado escolar, intensidad de trabajo, calidad de vida, aislamiento y calidad de las instalaciones.
	Viabilidad	2	Viabilidad económica y tasa de especialización económica
Económica	Independencia	2	Autonomía financiera y sensibilidad a los apoyos de gobierno
	Transmisibilidad	1	Transmisibilidad
	Eficiencia	1	Eficiencia de los procesos productivos

Fuente: Vilain et al., 2008.

Tabla 2. Indicadores no incluidos en este estudio.

	Indicador	Razón
A4	Valoración y conservación del patrimonio genético	Este indicador valora las especies en peligro de extinción en la región de estudio, esta información es complicada de obtener en la zona
A9	Contribución a la mejora ambiental del territorio	Este indicador evalúa la conservación de especies nativas, esto es complicado por la poca información disponible en la región
B2	Valoración del patrimonio y del paisaje	Evalúa el paisaje como patrimonio, con base a normas aplicadas en la UE (PAC), no son aplicables en el contexto donde se desarrolló la evaluación
B8	Servicios y pluriactividades	Las fincas no ofertan servicios de agro-ecoturismo o educación de granjeros, este indicador no fue relevante al momento de la evaluación

Fuente: Vilain *et al.*, 2008.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se muestra la caracterización de las unidades de producción donde podemos observar un mayor rendimiento de leche por vaca por día en las unidades de Aculco referente a las de Zacazonapan, siendo estos de 13.8 y 6.0 respectivamente, en unidades en pequeña escala el nivel de producción es de 13 litros por día según la SAGARPA (2010) y que son acordes a los reportados por Espinoza-Ortega *et al.* (2007) y Val Arreola *et al.* (2006) que fueron de 16.3 y 14 litros por día en regiones del Estado de México y Michoacán, el rendimiento menor en Zacazonapan está dado principalmente por ser un sistema de doble propósito en condiciones silvopastoriles. En la Tabla 3 se indica la caracterización de estas unidades de producción.

Tabla 3. Características de las unidades de producción.

	Total (ha)	Pradera (ha)	Vacas		Rendimiento l/v/día	Precio de la leche (\$)	Mano de obra familiar	Leche	
			Ordeña	secas				Grasa (%)	Proteína (%)
Aculco	6.23	1.45	9	2	13.8	4.46	2.55	3.63	3.07
Zacazonapan	68	50	13	7	6.0	5.33	2.00	3.59	3.00

Fuente: Elaboración propia.

Puntajes de las regiones: En esta evaluación se obtuvo un promedio de 53 puntos considerando las dos regiones en las dos épocas de año, M'Hamdi et al. (2009) reporta un nivel de sustentabilidad de 53 en explotaciones lecheras en Tunes. La escala con menor puntaje obtenido en la evaluación es la económica, la cual en ambas regiones muestra en menor desempeño con un promedio de 55, donde las fincas de Zacazonapan obtienen un mejor nivel con puntajes de 64 para lluvias y 55 para estiaje en comparación con Aculco que obtiene niveles de 53 y 49 puntos, la escala socio-territorial obtiene un promedio de 65 puntos, y es la que más equilibrio muestra para cada época en cada región, la escala agroecológica es la que mejor desempeño muestra obteniendo una puntuación de 75 puntos en promedio, en la Tabla 4 se muestran las puntuaciones por región en cada época del año.

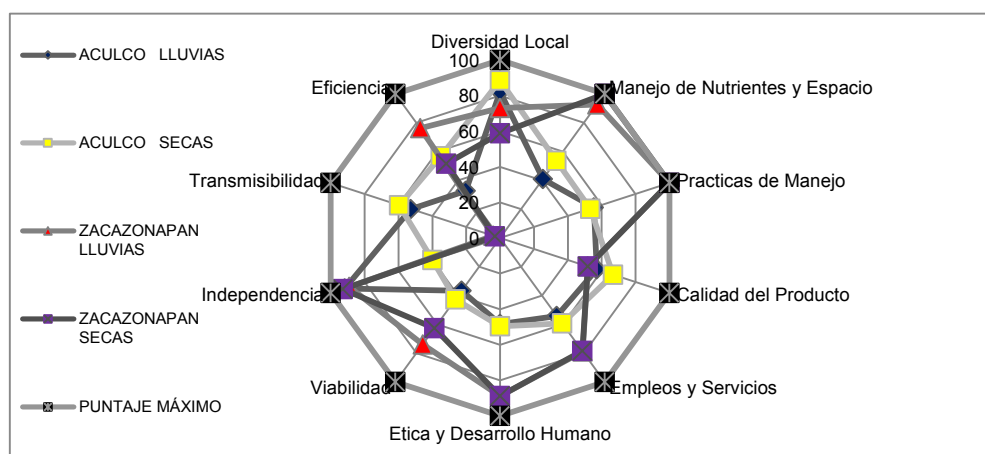
Tabla 4. Puntaje de las escalas en cada región y época de estudio.

Escala	Puntaje obtenido			
	Aculco		Zacazonapan	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
Agroecológica	59	65	89	86
Socioterritorial	53	58	73	73
Económica	53	49	64	56
Promedio de sustentabilidad	45	48	64	55

Fuente: Elaboración propia.

El puntaje obtenido por los 10 componentes se muestra en la gráfica 1 en donde podemos observar el menor puntaje en la eficiencia económica, transmisibilidad y viabilidad económica. La transmisibilidad se define como un indicador que le da continuidad a la finca, en donde los dueños le dan un valor económico y por su extensión y producción le permite a generaciones futuras o dueños distintos la oportunidad de crecimiento (Vilain et al., 2008), en Zacazonapan su tiene puntajes de 3 % lo que indica que hay poca posibilidad de desarrollo en esta finca, al menos que sean heredadas por las siguientes generaciones tendrán la oportunidad de continuar, de lo contrario es posible que desaparezcan de sector, en la región de Zacazonapan en los últimos años ha existido abandono de la actividad, lo que muestra un crecimiento mínimo de la producción que es del 1 % con relación a la producción en el 2006 (SIAP-SAGARPA, 2015), esto es contrastante con Aculco, el cual tiene una transmisibilidad de 56 % en promedio al año, lo que demuestra el interés de los productores por la continuidad de la finca, ya sea por familiares directos o por agentes externos, además, en esta región la producción ha crecido en 242 %

con relación al 2006 (SIAP-SAGARPA, 2015). Respecto a la viabilidad y eficiencia económica se obtienen promedio de 54 %, sin embargo Zacazonapan es el que mejor eficiencia muestra en estos rubros, obteniendo puntajes de 68 y 64, respecto a Aculco que son de 40 y 45 para viabilidad y eficiencia respectivamente, lo que está dado por la buen manejo de los nutrientes y espacio y prácticas de manejo en donde tienen mayores puntajes en relación a Aculco en ambas épocas de año, aunque Aculco tiene la mayor diversidad local, lo que de alguna manera puede mejorar de manera directa si se optimizan procesos de producción que integren un mejor manejo de los recursos locales, que son potencial de crecimiento en zonas rurales que se pueden emplear de manera racional en la alimentación del ganado (Schiere *et al.*, 2002; Funez-Monzote *et al.*, 2009).



Gráfica 1. Puntaje obtenido de los componentes en cada región por época del año.

Fuente: Elaboración propia.

En los componentes de la escala socio-territorial, Aculco tiene puntajes de 62, 57 y 49, mientras que Zacazonapan de 79, 89 y 68 para calidad de producto, empleos y servicio, y ética y desarrollo humano respectivamente para cada año, lo que está dado por el mayor nivel escolar de los productores, estos componentes presentan un comportamiento homogéneo entre las épocas del año.

Escala agroecológica: los indicadores de la escala agroecológica son los de mayor puntaje en la evaluación, la biodiversidad local presentan puntajes elevados tanto por la

presencia de cultivos perennes, anuales y la variedad de especies animales que se encuentran dentro de la finca, según Parsons *et al.* (2011) estos factores favorecen la sustentabilidad en estos sistemas de producción. La organización del espacio presenta una rotación de mínima a nula en Aculco, en contraste con Zacazonapan, donde las grandes extensiones de la finca permiten el descanso de parcelas, el uso de fertilizantes sintéticos está de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000 en Zacazonapan, mientras que en Aculco se usan grandes cantidades lo que merma la eficiencia, las zonas de regulación ecológica son negativas en Aculco, por la poca superficie de las fincas en contraste con Zacazonapan, donde se permiten tener zonas de regulación. Las prácticas de manejo, en Aculco se tiene como fortaleza el poco uso de productos veterinarios, el manejo de los residuos orgánicos, estos en ambas regiones por épocas del año, son depositadas en su totalidad a las parcelas que pertenecen a la finca teniendo una función de fertilización, el uso de pesticidas es conforme a las normas del Instituto Nacional de Ecología, mientras que en Zacazonapan lo son, la protección al suelo, manejo del agua y la baja dependencia energética. En general la interacción cultivos-animales permite tener elementos de sustentabilidad, permitiendo que un sistema alimente a otro sistema (Schiere *et al.*, 2002; Mc Dermott *et al.*, 2010). En la Tabla 5 se muestran el desempeño de cada región por época del año de los indicadores evaluados en la escala agroecológica.

Tabla 5. Puntaje de los indicadores de la escala agroecológica por región, por época.

		Aculco		Zacazonapan		Puntaje Máximo
		Estiaje	Lluvias	Estiaje	Lluvias	
A1	Biodiversidad de cultivos anuales o temporales	9	9	0	5	14
A2	Biodiversidad de cultivos perennes	6	6	11	11	14
A3	Biodiversidad animal	14	12	8	8	14
A5	Rotación de cultivos	3	1	8	6	8
A6	Área de praderas	6	6	6	4	6
A7	Manejo de residuos orgánicos	5	4	5	5	5
A8	Zonas de regulación ecológica	0	0	9	9	12
A10	Valorización del Espacio	1	1	5	4	5
A11	Uso de superficies forrajeras	2	2	2	2	3
A12	Fertilización	0	0	8	8	8
A13	Manejo de estiércol	3	1	3	3	3
A14	Pesticidas	8	8	12	11	13
A15	Productos veterinarios	3	3	0	0	3
A16	Protección del recurso suelo	3	1	5	5	5
A17	Manejo del recurso hídrico	2	3	4	4	4
A18	Dependencia de energía	0	2	8	8	10

Fuente: Elaboración propia.

Escala socio-territorial: el componente de calidad de productos, muestra un desempeño similar en los sistemas evaluados, la calidad físico-química de la leche se encuentra dentro de la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 (ver Tabla 3). Además de tener una buena vinculación comunitaria y fácil acceso a las fincas lo que les da una importancia importante en cada región, esto es dado por ser regiones donde se tiene una producción de quesos artesanales (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; Cervantes-Escoto *et al.*, 2013) que le confieren una identidad particular al territorio, esto además de generar empleos en la región tanto eventuales como permanentes, según Vilain *et al.* (2008) al generar un empleo por cada 20 ha te confiere un valor adecuado, de forma eventual o permanente, además de contratar cuadrillas de trabajadores una vez al año, en Aculco se da por la asociación y la generación del empleo en épocas de trabajo de cultivos (siembra, cosecha). Además de tener en las regiones una alta valoración de los recursos locales, puesto que en la mayoría de las prácticas de manejo se integran, estas fincas tienen una buena esperanza de continuar y mejorar por percepción de los productores. Respecto al desarrollo humano los productores tienen buena calidad de vida y las instalaciones permiten realizar la actividad de forma adecuada, un indicador a mejorar en Aculco es la alta dependencia de insumos externos, lo que afecta la efectividad de la finca (Martínez-García *et al.*, 2015; Alfonso-Ávila *et al.*, 2012), En Zacazonapan se emplean insumos externo de forma estacional (época de estiaje) (Albarrán-Portillo., 2015), lo que beneficia a la escala económica.

Tabla 6. Indicadores de la escala socio-territorial por zona en cada época del año.

		Aculco		Zacazonapan		Puntaje Máximo
		Estiaje	Lluvias	Estiaje	Lluvias	
B1	Calidad de leche producida	10	9	4	4	10
B3	Manejo de Residuos no orgánicos	3	1	2	2	5
B4	Acceso al predio	5	5	5	5	5
B5	Vinculación comunitaria	4	4	6	6	6
B6	Comercio local	0	0	7	7	7
B7	Autonomía y valoración de los recursos locales	7	7	10	10	10
B9	Generación de empleo	6	6	5	5	6
B10	Trabajo Colectivo	4	4	1	1	5
B11	Sustentabilidad probable de la finca	2	2	3	3	3
B12	Dependencia de Alimentos Comerciales	1	1	10	10	10
B13	Bienestar Animal	1	0	2	2	3
B14	Formación - Grado de escolaridad	4	3	5	5	6
B15	Intensidad de Trabajo	1	1	2	2	7
B16	Calidad de vida	4	4	5	5	6
B17	Aislamiento	3	3	3	3	3
B18	Calidad de Instalaciones	4	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia.

Escala económica: Es la que menor puntaje obtiene en todas las evaluaciones, debido al contraste agroecológico marcado entre ambas regiones, obteniendo el menor puntaje en Aculco en la época de estiaje, donde se ve afectada por la autonomía financiera, lo que está dado por los altos costos de producción debido a la alta dependencia de insumos externos, en esta época la mayor parte de la dieta se basa en concentrados comerciales, pajas y alfalfa (Martínez-García *et al.*, 2015), la cual es comprada a precios elevados, lo que no le permite ser eficiente (como se muestra en la Tabla 7).

Tabla 7. Indicadores de la escala económica por zona en cada época del año.

	Aculco		Zacazonapan		Puntaje máximo
	Estiaje	Lluvias	Estiaje	Lluvias	
C1 Viabilidad Económica	11	10	15	18	20
C2 Tasa de especialización económica	0	1	4	4	10
C3 Autonomía Financiera	0	14	15	15	15
C4 Sensibilidad a los auxilios del gobierno	10	9	8	7	10
C5 Transmisibilidad	12	11	1	1	20
C6 Eficiencia de los procesos productivos	14	8	13	19	25

Fuente: Elaboración propia.

La tasa de especialización económica que muestran las zonas de estudio es baja, en Aculco está dada porque solo se comercia con un producto (leche) y generalmente se realiza la venta a un solo comprador en el transcurso del año. Zacazonapan tiene a parte de la leche, la venta de ganado de engorda, lo que mejora su tasa de especialización económica por que ofertan con más productos en el mercado (SIAP-SAGARPA, 2015). Zacazonapan es más eficiente en los procesos productivos en la época de lluvias en comparación con Aculco en ambas épocas, lo que está dado por la baja dependencia de insumos externos y que la mayor parte de la alimentación es basada en pastoreo, además de una amplia disponibilidad de forraje (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015), en las épocas de estiaje es similar el desempeño dado que se enfrentan a la misma problemática, la cual es la poca producción de forraje en las fincas.

Los puntajes obtenidos en esta escala son de 49, 53, 56 y 64 para Aculco y Zacazonapan en las épocas de estiaje y lluvias respectivamente, M'Hamdi *et al.* (2009) obtuvo resultados similares en fincas de Tunes con 57.2 de 100 posibles, lo que demuestra la heterogeneidad entre sistemas similares, con puntajes de 11.7 y 13.95 en viabilidad económica y eficiencia de los procesos productivos, mientras que en el Estado de México se tienen promedio de 16 y 14 respectivamente para los mismos indicadores.

CONCLUSIONES

La sustentabilidad de estos sistemas de producción se basa en el uso adecuado de los recursos forrajeros locales que son auto-producidos en la finca, su producción y valoración tienden a mejorar la eficiencia de la producción, la escala agroecológica, en donde independientemente, a las condiciones agroclimáticas, se tiene una variedad de diversidad local tanto de especies perenes como anuales, lo que representa una fortaleza.

La escala económica es la más débil en estos sistemas de producción, lo que está dado principalmente por la baja tasa de especialización, y una reducida eficiencia económica, en Aculco se tiene un promedio de 51 puntos, mientras que en Zacazonapan es de 60, lo que debe principalmente por el bajo uso de insumos externos, es importante integrar a los sistemas de producción técnicas de manejo y conservación de forrajes que disminuyan estas dependencias externas que impactan directamente a la escala económica.

Los puntajes obtenidos en ambas regiones nos indican que estos sistemas de producción tienen un buen potencial de mejora, puesto que no hay sistemas que sean totalmente sustentables, pero al mismo tiempo todo sistema puede aspirar a mejorar sus niveles, integrando las prácticas adecuadas que los dirijan hacia la sustentabilidad.

La metodología empleada resulto ser una buena herramienta, permitiendo comparar sistemas de producción contrastantes, con las adecuaciones necesarias en la definición de indicadores, realizando una evaluación integral de los sistemas de producción agropecuarios.

LITERATURA CITADA

- Albarrán-Portillo B., Rebollar-Rebollar S., García-Martínez A., Rojo-Rubio R., Avilés-Nova F. and Arriaga-Jordán C. M. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. Publish online January 2015. DOI 10.1007/s11250-014-0753-8.
- Alfonso-Ávila A. R., Wattiaux A. M., Espinoza-Ortega A., Sánchez-Vera E. and Arriaga-Jordán C. M. 2012. Local feeding strategies and milk composition in small-scale dairy production systems during the rainy season in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 44:637-644.
- Arriaga-Jordán, C. M., Espinoza-Ortega, A., Guadarrama-Rojo, H., Valdes-Martinez, J.L., Sanchezvera, E., Wiggings, S. 1999. Socio-Economic Aspects of Smallholder

- (Peasant) Dairy farming in the Toluca Valley I. Initial Economic Analysis. *Agrociencia*, 33: 4, 483-499.
- Cervantes Escoto F., Villegas de Gante A., Cesin Vargas A. y Espinoza-Ortega A. 2013: Los quesos mexicanos genuinos: Patrimonio que debe rescatarse. 2ª edición. Texcoco, México: Colegio de Posgraduados.
- COFOCALEC. 2004. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados A. C. NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca- Especificaciones físico-químicas sanitarias y métodos de prueba. Organismo Nacional de Normalización y de la Conformidad. Guadalajara, Jalisco. México.
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T. and Arriaga-Jordán C. M. 2007a. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43: 241 – 256.
- FAO. 2010. Status of and Prospects for Smallholder Milk Production – A Global Perspective, by T. Hemme and J. Otte. Rome
- Funes-Monzote F., 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.
- Flysjö A. 2012. Greenhouse gas emissions in milk and dairy product chains improving the carbon footprint of dairy products. Doctoral Thesis. Science and technology. Aarush University.
- Grenz J., Thalmann C., Stämpfli A., Studer C. and Häni F. 2009. RISE- a method for assessing the sustainability of agricultural reduction at farm level. *Rural Development News*.
- Gerber P., Vellinga T., Opio C. and Steinfeld H. 2010. Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Scienc.* 139: 100–108.
- IFNC- International Farm Comparasion Network. 2007. Dairy Report, for a better understanding of milk production worldwide. <http://www.ifcnetwork.org> (acceso, 15 de agosto de 2015).
- IFNC- International Farm Comparasion Network 2013). World Dairy Map, for a better understanding of milk production worldwide. <http://www.ifcndairy.org> (acceso, 15 de agosto de 2015).

- Joseph-Castillo J. 2009. Convenience sampling applied to research. Experiment-Resources.com Scientific Method: A website about research and experiments; <http://www.experimentresources.com/conveniencsamplng.html>.
- Martínez-García C. G., Rayas-Amor A. A., Anaya-Ortega J. P., Martínez-Castañeda F. E., Espinoza-Ortega A., Prospero-Bernal F. and Arriaga-Jordán C. M. 2015. Performance of small-scale dairy farms in the highlands of central Mexico during the dry season under traditional feeding strategies. *Tropical Animal Health and Production*. 47:331–337.
- M´Hamdi N., Aloulou R., Hedhly M. and Ben Hamouda M. 2009. Évaluation de la durabilité des exploitations laitières tunisiennes par la méthode IDEA. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 13: 221-228.
- Meul M., F. Nevens and D. Reheul. 2009. Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms. *Ecological Indicators*, 9:284-295.
- OCDE- Organización de la Cooperación y el Desarrollo Económico. 1993. OCDE Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group of the state of the environment. *Environment monographs*. 83. Paris.
- Schiere J. B., M. N. M. Ibrahim and H. van Keulen. 2012. The role of livestock for sustainability in mixed farming; criteria and scenario studies under varying resource allocation. *Agriculture, Ecosystems and environment*. 90:139-153.
- SIAP-SAGARPA- Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015. Producción pecuaria de bovinos leche, bases de datos nacionales. <http://www.siap.gob.mx> (acceso 28 de agosto de 2015).
- Val-Arreola D., E. Kebreab and J. France. 2006. Modeling small-scale dairy farms in Central Mexico. *Journal of Dairy Science*. 89: 1662-1672.
- van Calker, K.J, P.B.M, Berentsen, G.W.J. Giesen and R.B.M. Huirne. 2008. Maximizing sustainability of Dutch dairy farming systems for different stakeholders: A modeling approach. *Ecological Economics*, 65: 407-419.
- van Passel Steven, Frank Nevens, Erik Mathijb and Guido Van Huylbroeck. 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.

- WCED- World Commission on Environment and Development. 1987. Our common future. Oxford University Press. Oxford.
- Wiggins S., Tzintzun Rascón R., Ramírez González M., Ramírez González R., Ramírez Valencia F.J., Ortiz Ortiz G., Piña Cárdenas B., Aguilar Barradas U., Espinoza Ortega A., Pedraza Fuentes A.M., Rivera Herrejón G. y Arriaga Jordán C. 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
- Zahm F., Viaux, P., Vilain L., Girardin F., and Mouchet C. 2006. Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method – from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. *Sustainable Development*. 16: 271-281.