



PROYECTO-FORDECYT
GESTIÓN Y ESTRATEGIAS DE MANEJO SUSTENTABLE
PARA EL DESARROLLO REGIONAL EN LA CUENCA
HIDROGRÁFICA TRANSFRONTERIZA GRIJALVA

SUB-PROYECTO
GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS SUSTENTABLES EN LA
CUENCA TRANSFRONTERIZA GRIJALVA

Actividades que se presentan:

1. Avances de la evaluación de la sustentabilidad de la ganadería bovina en la Cuenca Transfronteriza Grijalva

RESPONSABLE DE LAS ACTIVIDADES
DR. JOSÉ NAHED TORAL

RESPONSABLE DEL SUB-PROYECTO GANADERÍA
DR. JOSÉ NAHED TORAL

RESPONSABLE TECNICO DEL PROYECTO
DR. MARIO GONZÁLEZ ESPINOZA

Septiembre de 2011

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA GANADERÍA BOVINA EN LA CUENCA TRANSFRONTERIZA GRIJALVA

Nahed-Toral. J., Aguilar-Jiménez. J. R., Calderón-Pérez J. C., Sánchez-Muñoz B., Cámara-Córdova J. y Ruiz-Rodríguez J. M

Introducción

Existe en la práctica una gran necesidad de evaluar el grado de sustentabilidad de diferentes procesos productivos, los cuales demandan procedimientos que permitan estimar y reconocer los esfuerzos encaminados hacia una mayor sustentabilidad ecológica, social y económica. Desde esta perspectiva, el proceso de evaluación se convierte en una valiosa herramienta de planificación ya que permite conocer las tendencias de cambio prevalecientes (escenario probable) en los sistemas productivos y contribuye a definir escenarios deseables, con una intervención planificada a los sistemas que modificaría las tendencias actuales no deseables.

El concepto de sustentabilidad tiene diferentes acepciones en función de su especificidad o amplitud. Constituye un proceso muy complejo, al grado que cualquier definición que intente describirlo, es casi seguro que resulte incompleto (Park y Saetón, 1996). De manera sintética, sustentabilidad es la habilidad de un sistema de mantener la productividad o utilizar el recurso sin reducir su stock físico a lo largo del tiempo aun cuando sea sometido a estrés o perturbaciones fuertes (Conway, 1985); y desarrollo sustentable es el proceso mediante el cual se cubrirían de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los habitantes del planeta sin deterioro de las condiciones socioambientales que les dan sustento (Dumanski, 1996; Masera et al., 1999).

La sustentabilidad es un paradigma que pretende cumplir simultáneamente con objetivos de dimensiones productivas, económicas, sociales, culturales y ecológicas o ambientales (Sarandón, 2002). Para abordar todas estas dimensiones, la evaluación de la sustentabilidad de un proceso de producción debe hacerse mediante el enfoque de sistemas dinámicos, y en forma multidisciplinaria (Kaufman y Cleveland, 1995; Belcher et al., 2004). Para ello, no existen parámetros ni criterios universales, y las herramientas y/o metodologías apropiadas aún están en proceso de desarrollo.

Para que el análisis de sustentabilidad sea operativo, es conveniente caracterizar el comportamiento de un número apropiado de indicadores relevantes. Éstos deben ser adecuados a los objetivos y escala de análisis, integrar variables, ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo, poderse medir de manera fácil y confiable, y ser sencillos de entender (Sarandón, 2002; Masera et al., 1999). Los indicadores deben poder detectar las propiedades más relevantes de los sistemas agrosilvopastoriles y sus tendencias de cambio; dichas propiedades son atributos o cualidades que los sistemas deben cumplir para ser sostenibles.

Aplicar el concepto de sustentabilidad significa identificar las propiedades o atributos generales de los agroecosistemas. Estos atributos sirven de guía para el análisis de los aspectos relevantes del sistema y para derivar indicadores de sustentabilidad durante el proceso de evaluación (Gliessman, 1990; Dumanski,

1996). El Marco de Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras (FESLM) elaborado por la FAO (1994) es la propuesta, a nivel internacional, más elaborada sobre metodologías de evaluación de sustentabilidad, y utiliza la productividad, la seguridad, la protección, la viabilidad y la aceptabilidad como atributos para evaluar la sustentabilidad. Por su parte Conway (1985) identifica la productividad, estabilidad, sustentabilidad y equidad como propiedades básicas de un sistema para ser sustentable; en tanto que Leaders et al. (1996) señalan los atributos de productividad, sustentabilidad y resiliencia para la evaluación. Algunas de las propiedades básicas descritas por Conway (1987), Marten (1988) y Kaine y Tozer (2005) son productividad, estabilidad, sostenibilidad, equidad, resiliencia y autonomía.

La visión sistémica para la identificación de los atributos de sustentabilidad es más consistente teóricamente y ha sido utilizada por diferentes autores para realizar evaluaciones (Glissman, 1990; Muller, 1995; González, 1998). En este contexto, Masera et al. (1999) proponen El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS). Este marco integra siete propiedades generales (atributos) que los sistemas deben cumplir para ser sostenibles: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad (o flexibilidad), equidad y autodependencia (o autogestión), los cuales se definen a continuación (Astier et al., 2008):

Productividad: es el nivel de bienes y servicios (rendimientos, ganancias, servicios ambientales, etcétera) que brinda el sistema por unidad de tiempo y por unidad de insumo invertido. **Estabilidad:** un sistema productivo es estable si tiene mecanismos internos que autorregulan el estado de sus variables críticas, de manera que se mantengan en valores que permiten que el sistema funcione. La estabilidad se pone de manifiesto cuando alguna variable crítica (p. ej. la productividad) es modificada por una perturbación, y ese mismo cambio crea las señales e interacciones sistémicas que hacen que la variable regrese a su estado previo. **Resiliencia:** sólo se presenta en sistemas estables. Es la velocidad con la que la variable perturbada regresa a su estado previo. Refleja la eficiencia de los mecanismos de autorregulación del sistema. **Confiabilidad:** las perturbaciones pueden llevar a una variable crítica del sistema a estados en los que ya no pueden operar los mecanismos de autorregulación que permiten que dicha perturbación sea reversible. La confiabilidad es la probabilidad de que esto ocurra. Depende de la frecuencia de la perturbación, de la resistencia que ofrece la variable al cambio, y de la amplitud del rango de valores en el que el cambio es reversible. **Adaptabilidad (o flexibilidad):** un sistema productivo es adaptable si puede reorganizarse para seguir funcionando cuando experimenta cambios internos o externos irreversibles. **Equidad:** un sistema productivo es equitativo si permite distribuir de manera apropiada los beneficios y costos entre los agentes sociales que participan en él (intra e inter-generacionalmente). La equidad no sólo tiene un innegable valor ético sino que es un mecanismo de autorregulación social que contribuye a que el sistema pueda persistir y evolucionar adecuadamente. **Autodependencia (o autogestión):** las propiedades previas dependen en buena medida que tanto el comportamiento del sistema depende de sus propios recursos, interacciones y procesos internos para autorregularse y evolucionar, y

qué tanto depende de condiciones, perturbaciones e intervenciones externas que no controla.

La sustentabilidad de un sistema depende tanto de sus propiedades internas como de sus vínculos con el exterior y con otros sistemas. Los atributos sistémicos de sustentabilidad se han definido para que en su exploración se conciben los sistemas de manejo como un todo interrelacionado, integrando aspectos sociales, económicos, ambientales y tecnológicos, se organice la discusión sobre sustentabilidad, se haga operativo el concepto y se aporten elementos en el debate sobre desarrollo sustentable.

En la actualidad, es incipiente el desarrollo de marcos metodológicos integrales que evalúen la sustentabilidad de los sistemas de producción animal, cuyas bases se sustentan en los principios señalados con anterioridad (Speeding, 1995; Heitschmidt et al., 1996; Vavra, 1996; Nahed y López-Tirado, 2000; Alemán et al., 2002; Nahed et al., 2006;). Se requieren marcos que combinen los aspectos teóricos con aplicabilidad práctica, considerando indicadores específicos sobre producción animal como la relación costo beneficio y productividad del trabajo e ingresos para el atributo de productividad; estrategia de uso rotacional de los pastizales, cobertura vegetal; tendencias y variación de rendimientos en la producción animal para los atributos de estabilidad, resiliencia y confiabilidad; asimilación de innovaciones en producción animal propuestas, capacitación de los productores, evolución del número de productores por sistemas para el atributo de adaptabilidad; demanda o desplazamiento de trabajo, número de beneficiarios según grupo social para el atributo de equidad; poder de decisión sobre aspectos críticos de los sistemas, tipo, estructura y permanencia de las organizaciones de productores pecuarios y nivel de autofinanciaminero, entre otros, para el atributo de autodependencia o autogestión.

En el presente informe de investigación-innovación se presentan los avances de una evaluación comparativa de la sustentabilidad de la ganadería bovina en la Cuenca Transfronteriza Grijalva (Tabasco y Chiapas), y algunas propuestas alternativas de manejo que permitan optimizar la eficiencia en el uso de insumos y recursos.

Materiales y métodos

Área de estudio

La Cuenca Grijalva tiene una extensión total de 56,895 km², de las cuales 9.49% se encuentran en Guatemala y 90.51% en Chiapas, Oaxaca y Tabasco (García, 2010). La parte alta de la cuenca se encuentra en mayor extensión del lado guatemalteco y aporta 2.4 km³ anuales de agua superficial al río Grijalva-Grande de Chiapa mexicano; la parte media se encuentra en el estado de Chiapas y Oaxaca, y la parte baja y la salida al mar en Tabasco

Los suelos de la cuenca Grijalva han sufrido degradación en más de la mitad del territorio en cuanto a calidad química, principalmente declinación de la fertilidad seguida de degradación física (COLPOS, 2002), con implicaciones negativas para el desarrollo rural y los procesos sociales (García-Barrios et al., 2009).

En la cuenca del Grijalva se ubican 15,144 localidades (86.9% de México y 13.1% de Guatemala) que albergan a 4'804,794 habitantes (82.12% de México y 17.88% de Guatemala). La diversidad natural en climas, suelos, tipos de vegetación y sistemas agropecuarios, la diversidad cultural de la población indígena y mestiza, y la complejidad que implica la gestión y el manejo de cuencas en un territorio tan vasto y complejo como es la Cuenca Grijalva, hemos definido como estrategia trabajar o intervenir en el tema de gestión de sistemas ganaderos sustentables en dos microcuencas, localizadas en la parte alta y media de la cuenca.

Diseño de la investigación, Marco muestral y toma de datos

La investigación se desarrolló en el ciclo productivo 2010-2011 e incluyó dos apartados:

Clasificación de los sistemas de producción bovina. El marco muestral estuvo constituido por productores ganaderos cooperantes de las comunidades de: En el modulo 1, en la parte alta de la cuenca Grijalva la muestra incluyó 17 unidades de producción ganaderas del municipio de Mazapa de Madero, distribuidas en las siguientes localidades: Colonia Horizonte (3), Libertad Frontera (3), ejido Mazapa (11). En el modulo 2, en la parte media de la cuenca Grijalva, la muestra incluyó 74 unidades de producción ganaderas, de las cuáles 30 corresponden al municipio de Huitiupán, Chiapas y 44 al municipio de Tacotalpa, Tabasco. Las unidades de producción ganaderas estudiadas en el municipio de Huitiupan estuvieron distribuidas en las siguientes comunidades: Ramos Cubilete (10), Buen Paso (10), Remolino (10). Las UPG estudiadas en el municipio de Tacotalpa estuvieron distribuidas en las siguientes comunidades: Oxolotán (15), Tomás Garrido (5), La Pila (7), La Cumbre (7), y Cuviac (10). Se recabó información cuantitativa y cualitativa sobre algunos indicadores propuestos por Toussaint (2002); Mena et al. (2004) y Nahed et al. (2006).

Para clasificar de los sistemas de producción bovina se utilizaron las primeras etapas de la propuesta metodológica de la Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción (Berdegué et al., 1990), se complementaron con el enfoque de evaluación multicriterio (Falcón y Burbano, 2004; Munda, 2004), y con el método de análisis multivariante de conglomerados (podrían ser las comunidades estudiadas) de K medias (Manly, 2004). Posteriormente, los conglomerados se caracterizaron con diversos indicadores, y sus valores medios se examinaron mediante análisis univariante para diferenciarlos entre conglomerados.

Evaluación de la sustentabilidad. Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción animal. Para ello, se utilizó como guía el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (Masera et al., 1999), adaptado por Nahed et al. (2006) a la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de producción animal. La información se obtuvo mediante talleres participativos, observaciones directas en

las explotaciones ganaderas y un cuestionario aplicado a los ganaderos por la técnica de entrevista informal semiestructurada (Gillham, 2005).

Para la evaluación práctica del grado de sustentabilidad de los sistemas de producción bovina se utilizaron cinco atributos generales de sustentabilidad. a) productividad; b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia (en la práctica varios de los criterios que permitirían medir cualquiera de estos atributos están fuertemente traslapados); c) adaptabilidad; d) equidad; y e) autodependencia (autogestión).

Algunos indicadores pueden pertenecer a más de un atributo; sin embargo, fueron ubicados sólo en uno de ellos, donde se consideró pertinente. La información obtenida en campo se concentró en una matriz, utilizando los valores medios de cada indicador para cada uno de los sistemas, luego se determinaron los valores óptimos de referencia (valor deseable para cada indicador que en un sistema ideal es posible lograr).

El criterio para definir el valor óptimo de cada indicador se basó principalmente en el valor máximo o mínimo absoluto obtenido del conjunto de explotaciones bovinas estudiadas, independientemente del sistema de producción, por lo que es un valor real que podría ser alcanzado por todas las explotaciones bovinas de la región. Sin embargo, en algunos casos se consideró como valor óptimo, el máximo o el mínimo de las medias de los sistemas, ya que los máximos o mínimos absolutos en esos casos resultaban excepcionales y no necesariamente suponían el óptimo para las explotaciones de la zona (es el caso de los indicadores vacas presentes, variación de inventario; relación entre inversión y margen neto, mano de obra total, beneficiarios totales de la familia, superficie en aparcería o arrendada, forraje por vaca y subsidios por vaca). Finalmente, en otros se aplicó el criterio de los expertos entrevistados (como en los casos de mortalidad de bovinos adultos, mortalidad de becerros, y edad del productor).

Hay indicadores para los cuales el valor óptimo es la cifra máxima, lo que significa que cuanto más elevada sea la cantidad es mejor; en este caso el índice se obtiene de la siguiente forma: $(\text{valor del indicador} / \text{valor óptimo}) * 100$. Sin embargo, existen casos para los cuales el valor óptimo es la cifra mínima, es decir, cuanto menos elevada sea la cantidad es mejor, y el índice se calcula de la siguiente forma: $(\text{valor óptimo} / \text{valor del indicador}) * 100$. En todos los casos, cuanto más se acerque el valor del índice al 100% es mejor desde el punto de vista de la sustentabilidad. El porcentaje general de cada atributo de sustentabilidad y sistema de producción bovina se obtuvo del promedio de los porcentajes de cada indicador.

Integración de resultados. Es la fase de síntesis de la información, en la cual deben quedar explícitas las bondades y los problemas, para finalmente emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo evaluados. Finalmente, se hará una valoración de cómo se compara el sistema de referencia con el alternativo en cuanto a la sustentabilidad y se realizará una discusión acerca de los elementos que permiten o impiden a los sistemas alternativos mejorar su sustentabilidad con respecto al sistema de referencia. Con base en las conclusiones se definirán algunas recomendaciones para mejorar el perfil socioambiental de los sistemas de manejo; para ello se hará una ponderación de las necesidades y alternativas mediante un cuidadoso análisis de las características de los sistemas que

requieren cambios, jerarquizando las necesidades de acción e investigación para el futuro.

Resultados

En los cuadros 1, 2 y 3 se presentan respectivamente algunos de los indicadores de caracterización tecnológica, social y ambiental de los sistemas de producción bovina de comunidades de tres municipios de la cuenca transfronteriza Grijalva.

Estos indicadores, al igual que los de caracterización económica que actualmente se están estimando en la base de datos, se organizarán desde la perspectiva de sustentabilidad mediante cinco atributos o propiedades de los sistemas: Productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión. Para ello se seguirá la metodología presentada previamente.

Cuadro 1.

Caracterización tecnológica

Valores promedio (\pm error estándar) de indicadores tecnológicos de los sistemas de producción bovina en tres municipios de la Cuenca transfronteriza Grijalva, México

Indicadores	Espacio geográfico			F (gl ₁ ;gl ₂)	Valor de p
	Mazapa	Huitiupan	Tacotalpa		
N	17	30	44		
Tamaño del hato, UA	10.2 (\pm 1.2)	9.0 (\pm 0.9)	15.0 (\pm 2.3)	5.57 (2;88)	0.005
Tasa de natalidad, %	69.6 (\pm 4.4)	64.3 (\pm 5.9)	72.4 (\pm 3.5)	0.880 (2;85)	0.418
Período <i>interparto</i> , días	536.2 (\pm 32.9)	509.6 (\pm 25.7)	489.5 (\pm 16.1)	0.885 (2;85)	0.417
Mortalidad en crías, %	7.8 (\pm 4.3)	15.0 (\pm 5.0)	10.3 (\pm 3.3)	0.61 (2;85)	0.541
Tasa de destete, %	92.2 (\pm 4.3)	85.0 (\pm 5.0)	89.7 (\pm 3.3)	0.61 (2;85)	0.541
Mortalidad en adultos, %	4.8 (\pm 1.7)	2.3 (\pm 1.1)	4.4 (\pm 1.9)	0.27 (2;85)	0.762
Total de unidades animal	10.5 (\pm 1.3)	9.5 (\pm 0.1)	15.3 (\pm 2.3)	2.507 (2;88)	0.087
Carga animal, UA/ha	2.9 (\pm 0.8)	2.6 (\pm 0.3)	1.4 (\pm 0.1)	5.50 (2;87)	0.006
Coefficiente de agostadero, ha/UA	0.9 (\pm 0.2)	0.5 (\pm 0.0)	0.9 (\pm 0.7)	6.63 (2;88)	0.002

Letras distintas (^a, ^b, ^c) en la misma fila indican diferencias significativas (p<0.05)

Cuadro 2.**Caracterización social**

Valores promedio (\pm error estándar) de indicadores sociales de los sistemas de producción bovina en tres municipios de la Cuenca transfronteriza Grijalva, México

Indicadores	Espacio geográfico			F (gl ₁ ;gl ₂)	Valor de p
	Mazapa	Huitiupan	Tacotalpa		
N	17	30	44		
Superficie total de tierra, %	10.6 (\pm 3.1)	6.7 (\pm 0.1)	14.2 (\pm 1.6)	5.41 (2;88)	0.006
Superficie de tierra dedicada a la agricultura, %	10.0 (\pm 3.2)	31.0 (\pm 3.4)	22.2 (\pm 2.9)	6.63 (2;88)	0.002
Superficie acahual/forestal, %	0.6 (\pm 0.6)	2.9 (\pm 1.2)	2.1 (\pm 1.1)	0.71 (2;88)	0.491
Superficie ganadera, %	88.9 (\pm 3.1)	66.0 (\pm 3.9)	75.7 (\pm 3.1)	7.28 (2;88)	0.001
Edad del productor, años	61.4 (\pm 3.8)	45.2 (2.3)	54.3 (\pm 2.0)	8.13 (2;87)	0.001
Grado de estudios del productor, años	5.0 (\pm 0.4)	4.6 (\pm 0.5)	7.2 (\pm 0.7)	5.57 (2;88)	0.005
Antigüedad en la bovicultura, años	23.5 (\pm 3.7)	11.9 (\pm 1.6)	20.2 (\pm 1.6)	7.25 (2;88)	0.001

Letras distintas (^a, ^b, ^c) en la misma fila indican diferencias significativas (p<0.05)

Cuadro 3.**Caracterización ambiental**

Valores promedio (\pm error estándar) de indicadores ambientales de los sistemas de producción bovina en tres municipios de la Cuenca transfronteriza Grijalva, México

Indicadores	Espacio geográfico			F (gl ₁ ;gl ₂)	Valor de p
	Mazapa	Huitiupan	Tacotalpa		
N	17	30	44		
Superficie de agostadero, ha	9.9 (\pm 2.8)	4.6 (\pm 0.7)	11.1 (\pm 1.6)	4.74 (2;88)	0.011
Pastizal abierto, %	33.8 (\pm 6.4)	51.9 (\pm 6.0)	57.8 (\pm 4.5)	3.82 (2;88)	0.026
Pastizal con arbustos, %	7.9 (\pm 2.0)	4.3 (\pm 3.3)	2.9 (\pm 1.0)	0.68 (2;88)	0.505
Pastizal con árboles dispersos, %	49.3 (\pm 6.9)	40.5 (\pm 5.6)	39.0 (\pm 4.6)	0.73 (2;88)	0.483
Pastoreo en bosque, selva o montaña, %	9.8 (\pm 4.9)	0.0	0.2 (\pm 0.2)	8.78 (2;88)	0.000
Diversidad de pastos, FR (%)					
Gramma natural	43.0 (\pm 10.7)	12.1 (\pm 5.1)	32.9 (\pm 4.4)	5.97 (2;87)	0.004
Estrella de África	53.8 (\pm 10.5)	85.0 (\pm 5.1)	17.7 (\pm 4.5)	39.15 (2;87)	0.000
Señal	0.0	0.8 (\pm 0.5)	30.1 (5.3)	16.26 (2;87)	0.000
Insurgente	0.0	0.4 (\pm 0.4)	6.1 (\pm 2.5)	2.69 (2;87)	0.073
Merkeron	0.0	0.9 (\pm 0.6)	9.5 (\pm 3.3)	3.75 (2;87)	0.027
Gigante	0.0	0.2 (\pm 0.1)	1.4 (\pm 0.7)	1.93 (2;87)	0.15
Otras especies	3.2 (\pm 2.3)	0.6 (\pm 0.6)	2.3 (\pm 2.0)	0.41 (2;87)	0.66
Diversidad de razas bovinas, FR (%)					
Criollo y sus cruza	11.2 (\pm 6.6)	1.8 (\pm 1.5)	0.7 (\pm 0.7)	4.23 (2;88)	0.018
Cebuina	83.3 (\pm 8.1)	6.0 (\pm 3.5)	5.5 (\pm 3.2)	75.31 (2;88)	0.000
Pardo suizo	0 (\pm 0.0)	8.2 (\pm 2.5)	10.1 (\pm 4.0)	1.58 (2;88)	0.21
Cebu x Suizo	5.5 (\pm 5.5)	55.7 (\pm 7.9)	52.3 (\pm 6.8)	9.47 (2;88)	0.000
Cebu x Holstein	0.0	0.0	6.8 (\pm 3.5)	1.91 (2;88)	0.153
Simmental	0.0	2.9 (\pm 2.2)	0.1 (\pm 0.1)	1.68 (2;88)	0.192
Cebu x Simmental	0.0	2.9 (\pm 1.6)	16.2 (\pm 5.0)	4.23 (2;88)	0.018
Suizo x Simmental	0.0	21.3 (\pm 7.3)	4.6 (\pm 3.2)	4.52 (2;88)	0.013
Otras razas	0.0	1.2 (\pm 0.9)	3.7 (\pm 2.5)	0.73 (2;88)	0.485

Letras distintas (^a, ^b, ^c) en la misma fila indican diferencias significativas (p<0.05)

Literatura citada

- Alemán-Santillán T, Nahed-Toral J y López-Méndez J. 2002. Sostenibilidad y Agricultura Campesina: la producción agrosilvopastoril en Los Altos de Chiapas, México. Taller Internacional sobre Sistematización de Experiencias. LEISA (Low External Input and Sustainable Agriculture). AGRUCO-Universidad de Cochabamba, Bolivia.
- Astier, M.; Masera, O. y Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidisciplinario. SEA, CIGA, ECOSUR, CIECO, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. Primera edición. Valencia, España. 210 pp.
- Belcher, K. W.; Boehm, M. M. and Fulton, M. E. 2004. Agroecosystems sustainability: a system simulation model approach. *Agricultural System*. 79:291-316.
- COLPOS (Colegio de Postgraduados) (2002). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Conway G., R. 1985. Agroecosystem Analysis. Agricultural Administration. London, Great Britain. 20: 31-55.
- Dumanski J. 1996. Planning for sustainability in agricultural development projects. Schwerpunkt: Landnutzungsplanung.
- FAO. 1994. FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management. Roma, Italia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World soil resource report.
- García-Barrios, L., Y. M. Galván-Miyoshi, I. A. Valdivieso-Pérez, O. R. Masera, G. Bocco y J. Vandermeer (2009). Neotropical forest conservation, agricultural intensification, and rural out-migration: the Mexican experience. *BioScience* 59: 863-873.
- Gillham B., 2005. Research Interviewing, The range of techniques, McGraw Hill Education. Berkshire, England.
- Gliessman S. R. 1990. Quantifying the agroecological component of sustainable agriculture: A goal. In: *Agroecology*. Springer-Verlag. p. 366-370.
- González C. 1998. Evaluation of sustainability in dairy cattle production systems. Tesis de doctorado. Wye College, University of London.
- Heitschmidt, R. K., Short, R. E., and Grings, E. E., 1996: Ecosystems, sustainability, and animal agriculture. *J. Anim. Sci.* 74:1395-1405.
- Kaufmann, R. K. and Cleveland, C. J. 1995. Measuring sustainability: needed and interdisciplinary approach to and interdisciplinary concept. *Ecological Economics*. 15:109-112.
- Marten, G. G. 1988. Productivity, stability, sustainability, equitability, and autonomy as properties for agroecosystem assessment. *Agricultural Systems*. 26:291-316.
- Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa, S.A., Gira, IE-UNAM. México.

- Mena, Y., Castel, J.M., Toussaint, G., Caravaca, F., González, P., Sánchez, S., 2004. FAO/CIHEAM dairy system indicators of adaptation to semi-extensive dairy goats systems. 8th Internacional Conference on Goats, Pretoria (South Africa).
- Muller S. 1995. Evaluating the sustainability of agriculture at different hierarchical levels. A framework for the definition of indicators. Scientific Workshop on Indicators of Sustainability. Alemania.
- Nahed T. J., Castel J., Mena Y. y Caravaca. F. 2006. Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in Southern Spain according to their degree of intensification. *Livestock Science*. 101: 10-23.
- Nahed T. J., Q. López-Tirado. 2000. Alternativas para el desarrollo de sistemas de producción ovina sostenibles en Los Altos de Chiapas. El Cid Editor, INC. Cordoba, Argentina. 205 p.
- Park J. y Sealton R. A. F. 1996. Integrative research and sustainable agriculture. In: *Agricultural Systems* 50: 81-100.
- Sarandón, J. S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: *Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable*. Argentina. Ediciones Científicas Americanas. Bs. As. pp. 394-414.
- Speeding C., R., W. 1995. Sustainability in animal production systems. *Anim. Sci. (British)*. 61: 1-8.
- Toussaint, 2002. Notice des indicateurs de fonctionnement des systèmes laitiers. *Options méditerranéennes*, n. 39: 147-157.
- Vavra, M., 1996: Sustainability of animal production systems: an ecological perspective. *J. Anim. Sci.* 74: 1418-1423.

ANEXOS



Reunión con integrantes del equipo de ganadería para planeaciones, integración de los trabajos y resolver dudas de cada uno de ellos, así como para supervisión de avances.



Reunión con productores ganado bovino de diferentes comunidades en Mazapa de Madero, Chiapas.



Aplicación de entrevistas y recorrido de campo en diferentes unidades de producción ganadera en Mazapa, Chiapas.



Visita a las diferentes unidades de producción ganadera en Huitiupan, Chiapas.



Reunión con productores de ganado bovino de diferentes comunidades de Huitiupan, Chiapas y aplicación de entrevistas.



Visita a productores de las comunidades de Tabasco (La Pila, La Cumbre, Oxolotan, Tacotalpa, Tomas Garrido) para aplicación de entrevistas.