



## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO DE LOS SISTEMAS GANADEROS DE CAMPECHE HACIA UN MODELO DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA †

### [ASSESSMENT OF THE CAPACITY OF CHANGE OF CAMPECHE LIVESTOCK SYSTEMS TOWARDS AN ORGANIC PRODUCTION MODEL]

Víctor Daniel Cuervo-Osorio<sup>1</sup>, Bernardino Candelaria Martínez<sup>1\*</sup>,  
Elvira María Quetz-Aguirre<sup>1</sup>, Edwin Pérez Sánchez<sup>2</sup>  
and Sol de Mayo Araucana Mejenes López<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 S/N entre 22 Y 28, Chiná, Campeche, México. C.P. 24520. E-mail: bcm8003@gmail.com

<sup>2</sup>Proyecto BioPaSOS-CATIE; Km 8.5 Carretera Escárcega-Villahermosa CITTFOR “El Tormento”, Escárcega, Campeche, México.

\* Corresponding author

#### SUMMARY

**Background.** In Campeche, Mexico, livestock takes place in generally unfertilized grasslands and acahuales, where cattle rarely receive veterinary treatment. These characteristics suggest that some livestock producers could adopt organic production, but their availability for adoption is uncertain and there is little information to assess their feasibility. **Objective.** Evaluate the change capacity of the conventional livestock systems of Campeche with respect to the organic production model and specify the critical points in management that must be improved in the transition to organic farming. **Methodology.** Semi-structured interviews were conducted with 74 livestock producers belonging to the BioPaSOS-CATIE Campeche project, in locations in the municipalities of Escárcega, Champotón and Calakmul, as well as direct observations in cattle ranches. The information obtained was used in the Multi-criteria Organic Livestock Conversion Index (OLCI); built with 10 indicators and 35 variables. **Results.** OLCI showed a low level, but close to the intermediate level of organic standards. Indicators close to standards were: breeds and reproductive management, soil fertilization and feed management. Indicators that move away were: herd safety, ecological weed control in pastures and crops, pest and disease control in pastures and crops, veterinary prevention and treatment, animal welfare, sustainable pasture management and ecological management. **Implications.** The results obtained are useful for livestock producers in the state of Campeche, since strategies can be generated that allow the conversion of their production systems to an organic livestock model. They are also a benchmark for future research related to the subject of sustainability assessment or organic livestock using indicators. **Conclusions.** The evaluated livestock systems presented a low level of conversion to the organic production model. Critical points in management that hinder the transition to organic livestock are: sanitary hygiene control, application of synthetic herbicides and insecticides, breastfeeding up to eight months, appropriate stocking rate, use of a silvopastoral system and mainly advisory and training for organic certification, organic development plan and certification, internal control of the organic process and incentives for organic livestock production.

**Keywords:** conversion index; indicators; organic livestock; organic standards.

#### RESUMEN

**Antecedentes.** En Campeche, México, la ganadería se desarrolla en pastizales generalmente no fertilizados y acahuales, donde el ganado en raras ocasiones recibe tratamiento veterinario. Estas características sugieren que algunos productores ganaderos podrían adoptar la producción orgánica, pero es incierto su disponibilidad de adopción y hay poca información para evaluar su factibilidad. **Objetivo.** Evaluar la capacidad de cambio de los sistemas ganaderos convencionales de Campeche respecto al modelo de producción orgánica y precisar los puntos críticos en el manejo que se deban mejorar en la transición a la ganadería orgánica. **Metodología.** Se realizaron entrevistas semiestructuradas a 74 productores ganaderos pertenecientes al proyecto BioPaSOS-CATIE Campeche, en localidades de los municipios de Escárcega, Champotón y Calakmul, así como observaciones directas en ranchos ganaderos. La información obtenida se utilizó en el Índice Multicriterio de Conversión a Ganadería Orgánica (OLCI); construido con 10 indicadores y 35 variables. **Resultados.** El OLCI mostró un nivel bajo, pero cercano al nivel intermedio de los estándares orgánicos. Los indicadores cercanos a los estándares son: razas y manejo reproductivo, fertilización del suelo y manejo de

† Submitted June 9, 2020 – Accepted July 20, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462.

alimento. Los indicadores que se alejan son: inocuidad del hato, control ecológico de malezas en pastizales y cultivos, control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos, prevención y tratamiento veterinario, bienestar animal, manejo sostenible de pastizales y gestión ecológica. **Implicaciones.** Los resultados obtenidos son de utilidad para los productores ganaderos del estado de Campeche, ya que se pueden generar estrategias que permitan la conversión de sus sistemas de producción a un modelo de ganadería orgánica. También son un referente para futuras investigaciones relacionadas con la temática de evaluación de sustentabilidad o ganadería orgánica mediante indicadores. **Conclusiones.** Los sistemas ganaderos evaluados presentaron un bajo nivel de conversión al modelo de producción orgánica. Los puntos críticos en el manejo que obstaculizan la transición a la ganadería orgánica son: control higiénico sanitario, aplicación de herbicidas e insecticidas sintéticos, lactancia natural hasta los ocho meses, cálculo de la carga animal, uso de un sistema silvopastoril y principalmente asesoría y/o capacitación para la certificación orgánica, plan de desarrollo orgánico y certificación, control interno del proceso orgánico y estímulos para la producción ganadera orgánica.

**Palabras Clave:** estándares orgánicos; ganadería orgánica; indicadores; índice de conversión.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería representa alrededor del 43% del producto interno bruto agrícola a nivel mundial, hace uso del suelo de forma directa mediante el pastoreo o indirecta para piensos y/o forrajes, generando medios de subsistencia para mil millones de personas de escasos recursos (Campanhola and Pandey, 2019; Nahed-Toral *et al.*, 2018). En México, es una actividad productiva importante; donde el 49.42% de los bovinos se producen bajo el sistema de pastoreo extensivo en monocultivo (Molina-Rivera *et al.*, 2019). El sureste mexicano conformado por los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán, contribuye con la cría de más de 10 millones de cabezas de bovinos anuales (Flores-González *et al.*, 2019).

Sin embargo, la ganadería extensiva enfrenta serios cuestionamientos debido a algunas características del modelo de producción como la transformación de los ecosistemas en grandes extensiones con monocultivo de gramíneas, la baja o nula diversidad de especies, la escasa integración con el sector agrícola y/o forestal y la poca participación efectiva en la solución de las necesidades socioeconómicas de la población (López-Vigoa *et al.*, 2017).

En este contexto, se han planteado en zonas tropicales de países en vías de desarrollo sistemas alternativos de producción sustentable como los silvopastoriles, agrosilvopastoriles y de producción orgánica (Singh and Maharjan, 2017; Sundrum, 2014; Vaarst and Alrøe, 2012; Vélez *et al.*, 2014). En lo particular, los sistemas ganaderos de producción orgánica, se basan en los procesos ecológicos y la biodiversidad adaptados a las condiciones locales (Paull, 2010), donde los animales son criados con insumos libres de químicos (hormonas, antibióticos, fertilizantes, pesticidas, entre otros) y buscan crear condiciones de bienestar animal (Müller-Lindenlauf *et al.*, 2010). Además, estos sistemas representan ingresos económicos para los productores debido a que la mayoría de los consumidores orgánicos están dispuestos a pagar un precio extra por los productos (Escribano, 2016a). En este sentido, los productos

orgánicos se promueven en nichos de mercado con excelentes perspectivas no solo en exportaciones sino también en México, donde se han incrementado las formas de comercialización como las grandes cadenas de supermercados, tiendas especializadas y principalmente mercados locales o regionales (Chander *et al.*, 2011; Roldán *et al.*, 2016). Asimismo, la ganadería orgánica tiene objetivos y estándares de producción formulados a nivel internacional por la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM, siglas en inglés) (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2007; Nalubwama *et al.*, 2011) y a nivel nacional, México cuenta con un reglamento y lineamientos establecidos en la ley de productos orgánicos (DOF, 2006).

Por su parte, en el estado de Campeche la ganadería se desarrolla en pastizales generalmente no fertilizados y acahuales (vegetación secundaria, derivada de la perturbación de la selva baja caducifolia por actividades agrícolas o pecuarias); donde el ganado en raras ocasiones recibe tratamiento con algún fármaco (Molina-Rivera *et al.*, 2019). Estas características sugieren que algunos productores ganaderos podrían adoptar la producción orgánica más fácilmente, pero es incierta su disponibilidad de adopción y hay poca información para evaluar su factibilidad.

Al respecto, se han desarrollado investigaciones para conocer el impacto ambiental en diferentes sistemas de producción ganadera mediante diversas metodologías, principalmente las enfocadas en la evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores e índices (FAO, 2014; Oudshoorn *et al.*, 2012; van Asselt *et al.*, 2015; Vences *et al.*, 2015). Sin embargo, es crucial emplear metodologías que permitan identificar la capacidad de transición de los sistemas ganaderos convencionales hacia un sistema de producción orgánico. En este sentido, un avance es el índice de proximidad de ganadería orgánica propuesto para la evaluación de sistemas de producción caprinos lecheros en España (Mena *et al.*, 2012), el cual fue adaptado para sistemas agrosilvopastoriles de bovinos en Chiapas (Nahed-Toral *et al.*, 2013) y de bovinos en la Cuenca del Río Grijalva en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco

en el sureste de México (Nahed *et al.*, 2016); este índice es una alternativa metodológica para el estudio de los sistemas ganaderos del estado mexicano de Campeche. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de cambio de los sistemas ganaderos convencionales de Campeche respecto al modelo de producción orgánica y precisar los puntos críticos en el manejo que se deban mejorar en la transición a la ganadería orgánica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y características del área de estudio

El estudio se realizó en el sureste de México, en el estado de Campeche, entre las coordenadas geográficas 19° 21' 22.387" y 18° 26' 48.262" de latitud norte y entre 090° 47' 28.532" y 090° 09' 58.325" de longitud oeste; con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w), con precipitación anual total de 1000 a 1500 mm (García, 2004).

### Obtención de datos

La información se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas a 74 productores de bovinos participantes del proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles (BioPaSOS-CATIE Campeche) de nueve localidades pertenecientes a tres municipios divididos de la siguiente manera: 1) Escárcega 44 (Altamira de Zinaparo, Haro, Silvituc, Centenario, El Jobal); 2) Champotón 26 (Felipe Carrillo Puerto, San Pablo Pixtún, Miguel Allende) y 3) Calakmul 4 (Santa Lucia). Se realizaron recorridos de reconocimiento en los ranchos ganaderos evaluados.

### Diseño de la metodología de evaluación

Se utilizó la metodología propuesta por Mena *et al.* (2012) y adaptada por Nahed *et al.* (2016) para el Índice Multicriterio de Conversión a Ganadería Orgánica (OLCI, siglas en inglés); por lo cual, con base en estándares orgánicos (DOF, 2006; IFOAM, 2014), se definieron 10 indicadores a partir de 35 variables (Tabla 1). Las variables fueron codificadas como binomiales (0, 1) para homogeneizar las unidades de medida originales y facilitar el cálculo del valor real de cada indicador (sin ponderar); es decir, el promedio aritmético de las respuestas 0 o 1 (Valdivieso *et al.*, 2019). Este procedimiento se realizó ya que las regulaciones orgánicas se basan en criterios o umbrales estrictos con respecto al uso de insumos y prácticas permitidos (1) y no permitidos (0). De esta manera, los

10 indicadores se estandarizaron en términos porcentuales o escala relativa común. Por lo tanto, el valor óptimo (100%) se obtuvo para un indicador sin ponderar cuando las respuestas de todas sus variables fueron positivas (codificadas como 1). El valor porcentual de cada indicador se obtuvo mediante la suma de las respuestas de las variables del indicador (0 o 1) multiplicado por 100.

El coeficiente ponderado o el peso específico de cada indicador para la región de estudio fue definido por 14 expertos en función de: a) la importancia de cada indicador para la ganadería orgánica; y b) la dificultad de eliminar o sustituir el uso de insumos o prácticas que no están permitidos por las regulaciones orgánicas. Con relación, a los coeficientes ponderados de los diez indicadores en este estudio se sugiere no tomarse como una regla generalizada debido a que estos coeficientes pueden variar de una región a otra, esto por la variación en las condiciones de manejo de los sistemas de producción. El valor ponderado se obtuvo multiplicando el valor de cada indicador por su factor de ponderación específico (Tabla 1). Finalmente, el OLCI se obtuvo sumando los valores ponderados de los 10 indicadores.

### Análisis estadístico

A los indicadores y OLCI se les realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey, para determinar si existían diferencias estadísticas entre localidades, en el programa STATGRAPHIC PLUS® versión 5.2 (Statistical Graphics Corp, U.S.A).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Índice Multicriterio de Conversión a Ganadería Orgánica (OLCI) promedio de los sistemas ganaderos convencionales evaluados fue de 49.9 (Tabla 2); se encontró en un nivel bajo (< 55), pero cercano al intermedio (55-75) de acuerdo con los valores reportados por Olivares *et al.*, (2005). De igual forma, los valores del OLCI por localidad presentaron un nivel bajo y no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellas (Tabla 3). Además, el OLCI promedio, se encuentra por debajo de los valores observados en los sistemas ganaderos de las tres microrregiones del corredor biológico de Chiapas (Nahed *et al.*, 2009), así como de los sistemas ganaderos de tres sociedades de producción rural en el municipio de Tecpatan en el estado de Chiapas (Nahed-Toral *et al.*, 2013) y de los sistemas ganaderos en dos municipios de la cuenca del Río Grijalva en los estados de Chiapas y Tabasco (Nahed *et al.*, 2016).

**Tabla 1. Indicadores, factores de ponderación y variables que comprenden el OLCI.**

Indicador	Factor de ponderación	Variable
Manejo de alimento	0.12	Usar alimento permitido sólo por las normas orgánicas. Pastoreo. Al menos el 60% de la materia seca de la ración diaria es forraje común. Al menos el 50% del alimento proviene del mismo rancho u otro rancho orgánico.
Manejo sostenible de pastizales	0.15	Rotación de potreros. Carga animal adecuada. Asociación de cultivos forrajeros. Cultivo de plantas forrajeras leñosas (árboles y/o arbustos). Manejo de sistemas silvopastoriles.
Fertilización del suelo	0.06	Uso de fertilizantes químicos sintéticos. Uso de fertilizantes orgánicos o ecológicos.
Control ecológico de malezas en pastizales y cultivos	0.06	Uso de herbicidas químicos sintéticos. Uso de herbicidas orgánicos o ecológicos.
Control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos	0.06	Uso de pesticidas químicos sintéticos. Uso de pesticidas orgánicos o ecológicos.
Prevención y tratamiento veterinario	0.12	Aplicar vacunas sólo contra enfermedades endémicas. Cuarentena de animales introducidos y/o enfermos. Tratamiento natural de enfermedades (hierbas, homeopatía o nada). Tratamientos antiparasitarios internos y externos naturales (hierbas, homeopatía o nada) y alopátía permitida.
Razas y manejo reproductivo	0.06	Sólo animales locales o aquellos adaptados a la región. Procreación natural.
Bienestar animal	0.07	Lactancia natural hasta los ocho meses. Suficiente espacio por animal en encierros techados y al aire libre. Comederos y bebederos suficientes. Protección frente a las inclemencias del tiempo (frío, calor, lluvia, humedad). Realiza corte de cuernos (animales jóvenes) o despunte en animales de cualquier edad.
Inocuidad del hato	0.15	Estricto control higiénico-sanitario (en instalaciones, equipos, ordeño y de la leche). Se ha demostrado que los animales no tienen: brucelosis y/o tuberculosis. Animales seropositivos a: brucelosis y/o tuberculosis se eliminan. Se ha demostrado que los productos están libres de antibióticos, hormonas y pesticidas.
Gestión ecológica	0.15	El productor recibe asesoramiento y capacitación para la certificación orgánica. El productor tiene un plan de desarrollo orgánico o está certificado. El productor realiza el control interno del proceso orgánico. El productor recibe estímulos para la producción ganadera orgánica de calidad. El productor recibe un precio de venta justo y/o constante por los productos durante todo el año.

En cambio, los sistemas ganaderos del municipio de Huitiupán estado de Chiapas en la cuenca del Río Grijalva mostraron un OLCI con un valor de 49, este es similar al encontrado en el presente trabajo; aunque en dicho municipio el valor del OLCI está determinado principalmente por el bajo desempeño del indicador inocuidad del hato (Nahed *et al.*, 2016). Mientras que, en los sistemas ganaderos convencionales evaluados en este estudio, el nivel bajo es resultado del deficiente desempeño de los indicadores de manejo sostenible de pastizales, bienestar animal, gestión ecológica, y en menor medida de los indicadores de control ecológico de malezas en pastizales y cultivos, control de plagas y

enfermedades en pastizales y cultivos, y prevención y tratamiento veterinario.

En este sentido, al igual que lo reportado por Nahed-Toral *et al.* (2013) y Nahed *et al.* (2016, 2009) el nivel de aproximación al modelo orgánico de los sistemas evaluados es consecuencia de un manejo tradicional con bajo uso de insumos externos; por lo cual, los productores tendrán que capacitarse, recibir asesoramiento y/o modificar sus prácticas de manejo para lograr la conversión orgánica (Olivares *et al.*, 2005). A continuación, se presenta el análisis individual de cada indicador y sus variables, con el propósito de especificar dichas prácticas.

**Tabla 2. Valores de 10 indicadores de aproximación al estándar orgánico en sistemas ganaderos convencionales de nueve localidades de Campeche.**

Indicador	Valor sin ponderar	Valor Ponderado
Manejo de alimento	89.2	10.7
Manejo sostenible de pastizales	31.9	4.8
Fertilización del suelo	92.6	5.6
Control ecológico de malezas en pastizales y cultivos	53.4	3.2
Control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos	43.2	2.6
Prevención y tratamiento veterinario	41.2	4.9
Razas y manejo reproductivo	100	6
Bienestar animal	38.9	2.7
Inocuidad del hato	57.8	8.7
Gestión ecológica	4.59	0.7
OLCI		49.9

OLCI= Índice Multicriterio de Conversión a Ganadería Orgánica.

Para el indicador de manejo de alimento, se observó que los sistemas ganaderos convencionales de la localidad de Felipe Carrillo Puerto presentan el valor más cercano al estándar orgánico, dado que cumple con todas las prácticas relacionadas con el indicador. El valor más bajo para este indicador se observó en los sistemas ganaderos convencionales de la localidad de El Jobal, condición asociada al uso ocasional que hacen los productores de alimento balanceado no permitido por las normas de ganadería orgánica; en este indicador se presentaron diferencias estadísticas significativas entre localidades (Tabla 3). En términos generales, los sistemas ganaderos convencionales evaluados están muy cerca de cumplir totalmente con las regulaciones orgánicas, esto se debe al hecho de que el ganado se alimenta exclusivamente por medio del pastoreo, cumpliendo con los requisitos de que al menos el 60% de la materia seca de la ración diaria es forraje verde (de pastoreo directo o corte) y en otros casos ensilados, y que al menos el 50% del alimento proviene del mismo sistema de producción u otro rancho orgánico. De acuerdo con Hermansen (2003) y Sundrum (2014), el alimento para el ganado orgánico se obtendrá principalmente de la explotación donde se mantienen los animales o de otras explotaciones orgánicas en la misma región, cumpliendo con los requerimientos nutricionales del animal en las diversas etapas de su desarrollo.

En algunos sistemas ganaderos convencionales evaluados, y en especial los que se ubican en la localidad de El Jobal, proporcionan esporádicamente

sales minerales comerciales no ecológicas a los animales y durante el periodo de sequía, excretas de aves (pollinaza y/o gallinaza). Al respecto, algunas sustancias sintéticas y no sintéticas pueden utilizarse como aditivos y suplementos alimenticios, pero no se permiten pellets de plástico, urea, excretas y subproductos de mamíferos o aves de corral (Chander *et al.*, 2011). Por lo cual, dichos sistemas tendrán que dejar de lado esas prácticas, como ocurre en la cuenca del río Grijalva y en el estado de Chiapas, donde la fortaleza más importante de los sistemas ganaderos es la alimentación animal basada en el pastoreo y la falta de uso de alimentos prohibidos como excrementos de animales, alimentos comerciales y aditivos químicos (Nahed-Toral *et al.*, 2013; Nahed *et al.*, 2016).

El indicador manejo sostenible de pastizales, presenta una desfavorable aproximación al modelo orgánico, ya que la única práctica utilizada por la mayoría de los productores (93.2%) es la rotación de potreros, dejando de lado prácticas como el cálculo de la carga animal (25.7%), asociación de gramíneas con cultivos forrajeros (6.8%), cultivo de leñosas forrajeras (16.2%) y el uso de un sistema silvopastoril (17.6%). Respecto a las localidades, Silvituc presenta el valor más alto de este indicador y Santa Lucia el más bajo; debido a que, en esta localidad sólo se utiliza la rotación de potreros, aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas entre localidades (Tabla 3). Es necesario que los productores implementen estas prácticas, ya que se ha demostrado que la asociación de gramíneas y árboles forrajeros o en general el uso de sistemas silvopastoriles incrementa la disponibilidad de forraje durante el año y mejora la calidad de la dieta de los animales en pastoreo (Hernández *et al.*, 2020). Además, se pueden aprovechar plantas leñosas forrajeras, presentes en la región, como *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena* sp., *Brosimum alicastrum*, *Piscidia piscipula* y *Enterolobium cyclocarpum* (Cab-Jiménez *et al.*, 2015; Casanova *et al.*, 2010).

En el indicador fertilización del suelo se observó que los sistemas ganaderos convencionales de las localidades de El Jobal, Miguel Allende y San Pablo Pixtún cumplen con los estándares de ganadería orgánica. Por otro lado, los sistemas ganaderos convencionales de la localidad de Silvituc se ubican más distantes de dichos estándares, ya que algunos productores utilizan fertilizantes sintéticos (Tabla 3). Este indicador se encuentra próximo al modelo de producción orgánica, principalmente porque los pastizales son fertilizados con estiércol que los animales depositan naturalmente mientras pastan. En este sentido, se ha demostrado que el estiércol mejora varias propiedades fisicoquímicas del suelo (Nalubwama *et al.*, 2011). Lo que a menudo se denominan material de desecho, en la ganadería orgánica se le considera residuos o productos, ya que

representan un recurso valioso y no realmente un desperdicio (Heckman *et al.*, 2009). Generalmente se enfatiza que los sistemas orgánicos deben mejorar los procesos de producción, buscando tener ciclos de nutrientes casi cerrados, mientras estimulan y mejoran los procesos de autorregulación (Sundrum, 2014). Es por ello, que los pocos sistemas de producción evaluados que usan fertilizantes químicos (14.9%), deben optar por una fertilización orgánica.

El indicador control ecológico de malezas en pastizales y cultivos, se aparta de los estándares orgánicos, debido a que en el 79.9% de los sistemas ganaderos convencionales se realiza un control mixto; es decir, el 86.5% de los productores utilizan herbicidas sintéticos y el 93.2% hace uso de herramientas manuales para eliminar a las malezas. Referente a las localidades El Jobal y Altamira de Zinaparo son las que más se alejan de los estándares orgánicos, porque los responsables de los sistemas ganaderos convencionales aplican herbicidas sintéticos y ninguna práctica ecológica complementaria, mientras que la localidad de Silvituc es en donde el menor número de productores hacen uso de esta práctica (Tabla 3). El control exitoso de las malezas implica mantener poblaciones de especies no deseadas que crecen espontáneamente en pastos a niveles aceptables, evitando la multiplicación excesiva (Nahed *et al.*, 2016). Una técnica que mostró una supresión significativa de la densidad total de malezas y el número de especies, es la labranza cero que consiste en sembrar cultivos anuales en pastos perennes durante su etapa latente (Luna *et al.*, 2020). Aunque es importante no confiar solamente en un método de control, sino integrar varios en una estrategia general de manejo a escala del sistema (Bärberi, 2002).

El indicador control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos está alejado de los estándares orgánicos; aunque sólo el 21.6% de los sistemas ganaderos convencionales usan insecticidas sintéticos, el 8.1% aplica algún orgánico o ecológico. Se observó también que el 75.7% de los productores no emplean prácticas para el control de plagas y enfermedades, pero sí se ven afectados principalmente por *Aeneolamia sp.*, que es controlada a través del pastoreo, al igual que lo reportado por Nahed *et al.* (2016). En las localidades de Altamira de Zinaparo, Felipe Carrillo Puerto, Miguel Allende y San Pablo Píxtún los sistemas ganaderos convencionales no utilizan insecticidas sintéticos, por lo que se acercan más a los estándares orgánicos; caso contrario ocurre con los sistemas ganaderos convencionales de Santa Lucía, siendo la más alejada del estándar (Tabla 3). Para controlar las plagas de manera más efectiva, el manejo integrado de plagas puede eliminar o reducir drásticamente el uso de pesticidas sintéticos, y

minimizar la toxicidad y la exposición a cualquier producto que se use (Hossain *et al.*, 2017).

Con respecto al indicador de prevención y tratamiento veterinario, este también muestra estar alejado de las regulaciones orgánicas, a pesar de que el 97.3% de los productores aplica vacunas contra enfermedades endémicas de forma anual. En tanto que el 59.5% de los sistemas ganaderos convencionales analizados realizan la cuarentena de animales introducidos y/o enfermos, también se observó que en el 2.7% de los sistemas ganaderos convencionales estudiados se realiza la aplicación de tratamientos naturales de enfermedades (herbolaria, homeopatía o nada), y únicamente el 5.4% de los sistemas ganaderos convencionales realizan la desparasitación interna y externa natural (herbolaria, homeopatía o nada) y alopatía permitida. Regularmente los productores usan tratamientos químicos de forma externa e interna para la desparasitación del ganado en periodos de seis meses. Los sistemas ganaderos convencionales de la localidad Felipe Carrillo Puerto son los que más se alejan de los estándares orgánicos, ya que la única práctica que realizan es la aplicación de vacunas; mientras que los sistemas ganaderos convencionales de Silvituc son los sistemas más cercanos al estándar orgánico, debido a que además de la aplicación de vacunas y poner en cuarentena a los animales enfermos, algunos productores aplican tratamientos y antiparasitarios naturales. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre localidades para este indicador (Tabla 3). El manejo de la salud animal debe basarse en la prevención de enfermedades respetando el bienestar animal y cumpliendo las necesidades de comportamiento de los animales, mediante el manejo del pastoreo (rotación con el mayor intervalo posible), la carga animal, la observación de rebaños y la creación de un ambiente libre de estrés para el animal (Escribano, 2016b; Padel, 2019; Sundrum, 2014). En caso de que los animales enfermen o lesionen, deben ser tratados de inmediato, si es necesario de forma aislada y en un lugar adecuado (Sundrum, 2014).

El indicador razas y manejo reproductivo, cumple con las normas orgánicas; es decir, el 100% de los sistemas ganaderos convencionales evaluados crían únicamente ganado criollo u otros que se adaptan a la región. Asimismo, la reproducción animal es de forma natural y no se realiza inseminación artificial (Tabla 3). En la ganadería orgánica las razas deben elegirse por su alto grado de diversidad genética y su capacidad de adaptarse a las condiciones locales que promueven su longevidad, vitalidad y resistencia a enfermedades, parásitos o problemas de salud (Padel, 2019; Sundrum, 2014).

**Tabla 3. Valores medios ( $\pm$  desviación estándar) de los indicadores de aproximación al estándar orgánico en sistemas ganaderos convencionales de nueve localidades de Campeche.**

Indicador	Localidades								
	Altamira de Zinaparo	Haro	Silvituc	Centenario	El Jobal	Felipe Carrillo Puerto	San Pablo Pixtún	Miguel Allende	Santa Lucia
N	7	11	12	8	6	13	5	8	4
Manejo de alimento	89.3 <sup>ab</sup> ±13.4	84.1 <sup>ab</sup> ±12.6	85.4 <sup>ab</sup> ±12.9	90.6 <sup>ab</sup> ±12.9	79.2 <sup>b</sup> ±10.2	98.1 <sup>a</sup> ±6.9	90 <sup>ab</sup> ±13.7	96.9 <sup>ab</sup> ±8.8	81.3 <sup>ab</sup> ±12.5
Manejo sostenible de pastizales	37.1 ±21.4	25.5 ±22.1	48.3 ±27.6	42.5 ±29.2	23.3 ±15.1	26.2 ±9.6	28 ±11.0	25 ±9.3	20 ±16.3
Fertilización del suelo	85.7 ±24.4	90.9 ±20.2	83.3 ±24.6	93.8 ±17.7	100 ±0.0	96.2 ±13.9	100 ±0.0	100 ±0.0	87.5 ±25.0
Control ecológico de malezas en pastizales y cultivos	35.7 ±24.4	59.1 ±20.2	66.7 ±32.6	62.5 ±23.1	33.3 ±25.8	50 ±0.0	50 ±0.0	50 ±0.0	62.5 ±25
Control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos	50 ±28.9	40.9 ±20.2	37.5 ±31.1	43.8 ±17.7	33.3 ±25.8	50 ±0.0	50 ±0.0	50 ±0.0	25 ±28.9
Prevención y tratamiento veterinario	42.9 ±23.8	36.4 ±13.1	52.1 ±27.1	43.8 ±11.6	45.8 ±18.8	34.6 ±12.7	40 ±13.7	37.5 ±13.4	37.5 ±14.4
Razas y manejo reproductivo	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Bienestar animal	31.4 ±19.5	36.4 ±12.1	41.7 ±24.8	51.9 ±13.6	43.3 ±15.1	30.8 ±17.5	40 ±14.1	40 ±15.1	40 ±0.0
Inocuidad del hato	42.9 <sup>c</sup> ±12.2	68.2 <sup>a</sup> ±11.7	54.2 <sup>bc</sup> ±9.7	50 <sup>bc</sup> ±0.0	50 <sup>bc</sup> ±0.0	73.1 <sup>a</sup> ±6.9	65 <sup>ab</sup> ±13.7	50 <sup>bc</sup> ±0.0	50 <sup>bc</sup> ±0.0
Gestión ecológica	11.4 ±10.7	7.3 ±10.1	3.3 ±7.8	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	6.2 ±9.6	4 ±8.9	5 ±9.3	0.0 ±0.0
OLCI	48.1 ±6.9	49.6 ±5.3	52.5 ±10.6	51.6 ±7.9	45 ±5.1	51.7 ±3	51 ±2.8	48.9 ±3.9	44.1 ±5.7

OLCI= Índice Multicriterio de Conversión a Ganadería Orgánica. <sup>a,b,c</sup> Literales diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

El indicador bienestar animal, se aleja de los estándares orgánicos, aunque en el 85.1% de los sistemas ganaderos convencionales se realiza el corte de cuernos (animales jóvenes) o despunte en animales de cualquier edad y el 60.8% cuenta con suficientes comederos y bebederos. Además, el 28.4% realizan la lactancia natural hasta los ocho meses, y el 18.9% cuentan con protección frente a inclemencias del tiempo (frio, lluvia, calor, humedad) pero ninguno de los sistemas ganaderos convencionales dispone de suficiente espacio por animal en encierros techados y al aire. Con respecto a las localidades, los sistemas ganaderos convencionales de la localidad de Centenario son los que en mayor medida se acercan al estándar orgánico, ya que realizan corte de cuernos y cuentan con protección contra las inclemencias del tiempo, así como con comederos suficientes; en contraste, las localidades de Felipe Carrillo Puerto y Altamira de Zinaparo son las que más se alejan, debido a que no cumplen con la lactancia natural hasta los ocho meses y no cuentan con espacio suficiente por animal en recintos techados y protección contra las inclemencias del tiempo. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre localidades (Tabla 3). En atención al bienestar animal, los productores de ganadería orgánica deben brindar condiciones de vida que fomenten el acceso al aire libre, sombra, refugio y acceso a áreas de pastoreo; también, la alimentación de las crías debe basarse en leche natural durante un período mínimo, dependiendo de la especie y procurar buenas condiciones físicas, mentales y sociales de los animales (Chander *et al.*, 2011; Escribano, 2016a; Hermansen, 2003).

En el indicador inocuidad del hato, los sistemas ganaderos convencionales estudiados se alejan del estándar de ganadería orgánica, a pesar de que el 97.3% se encuentra libre de brucelosis y tuberculosis. Sin embargo, el 100% de los sistemas ganaderos convencionales no cuentan con controles higiénico-sanitarios estrictos (en instalaciones, equipos, salas de ordeño y almacenamiento de la leche). Solamente el 33.8% de los sistemas ganaderos convencionales considerados en el estudio demostraron estar libres de antibióticos, hormonas y pesticidas. Se observó que los sistemas ganaderos convencionales de las localidades de Haro y Felipe Carrillo Puerto son los que más se acercan al estándar orgánico, ya que la única práctica que no se realiza correctamente, es el estricto control higiénico sanitario. En tanto que los sistemas ganaderos convencionales de la localidad de Altamira de Zinaparo se ubican más lejos del estándar, porque sólo cumplen con no tener animales enfermos de brucelosis y tuberculosis. Para este indicador se observaron diferencias estadísticas significativas entre localidades ( $P < 0.05$ ) (Tabla 3). Como se mencionó anteriormente la producción ganadera orgánica requiere un tratamiento preventivo veterinario y

aplicación de vacunas (Chander *et al.*, 2011). Además, es esencial que los productores implementen un control higiénico sanitario de los equipos de ordeño y la leche, evitando el uso y contaminación con sustancias químicas (como pesticidas, antibióticos y detergentes); riesgos físicos (piezas de metal, astillas, estiércol y basura) y eliminando vectores biológicos (virus, bacterias, parásitos) (Nahed *et al.*, 2016). Demostrar la inocuidad de la carne, leche y queso producidos, es una garantía de calidad para el consumidor (Nahed-Toral *et al.*, 2013).

El indicador de gestión ecológica se encuentra muy lejano a los estándares orgánicos, esto se debe a que solamente el 17% de los sistemas ganaderos convencionales mencionan que reciben un precio justo y/o constante en la venta de sus productos durante todo el año; mientras que el 100% de los sistemas ganaderos convencionales no reciben asesoría y/o capacitación para la certificación orgánica, ni cuentan con un plan de desarrollo orgánico y no están certificados, tampoco realizan un control interno del proceso orgánico y no reciben estímulos para la producción ganadera orgánica. En cuanto a las localidades, Altamira de Zinaparo es la que se presenta más favorable a las normas orgánicas, fundamentalmente porque los productores reciben un precio de venta justo o constante por sus productos durante todo el año. Mientras que los sistemas ganaderos convencionales de las localidades de Centenario, El Jobal y Santa Lucía son las más alejadas del estándar orgánico, porque no llevan a cabo ninguna práctica encaminada a fortalecer el indicador (Tabla 3). Hasta el momento, hay poco acceso a la capacitación y certificación para los pequeños productores a un costo asequible; esto puede desalentarlos de realizar el cambio hacia la producción orgánica, por lo que es indispensable establecer procedimientos que permitan a los productores obtener el asesoramiento y la capacitación necesarios para realizar la transición a la ganadería orgánica (Chander *et al.*, 2011; Nahed *et al.*, 2016). Asimismo, un correcto manejo de los registros es importante para verificar el estado orgánico de los animales y las prácticas de producción y manipulación asociadas con ellos y sus productos; ya que en el mercado se enfatiza la trazabilidad de los productos (Chander *et al.*, 2011).

## CONCLUSIONES

Los sistemas ganaderos convencionales evaluados en tres municipios y nueve localidades del estado de Campeche presentaron un bajo nivel de conversión al modelo de producción orgánica. Los indicadores del estándar orgánico que más se han desarrollado, sin haber recibido capacitación del modelo orgánico, son aquellos que implican una menor capacitación técnica e inversión de capital, y los que afectan directamente



la estabilidad y mantenimiento de los sistemas. En este sentido, el indicador razas y manejo reproductivo es el único en donde se cumplen con los estándares orgánicos. Igualmente, los indicadores que se acercan favorablemente a los estándares son: fertilización del suelo, donde los sistemas ganaderos convencionales en todas las localidades, excepto Silvituc aplican fertilizantes orgánicos, y manejo de alimento, a excepción de localidad de El Jobal, en los cuales se hace uso de excretas de aves como alimento por lo que se alejan del estándar orgánico. Mientras que, los indicadores que se alejan de los estándares orgánicos son: inocuidad del hato, los sistemas ganaderos convencionales no cuentan con control higiénico sanitario; control ecológico de malezas en pastizales y cultivos, porque se aplican herbicidas sintéticos; control de plagas y enfermedades en pastizales y cultivos, puesto que utilizan insecticidas sintéticos; prevención y tratamiento veterinario, dado que no se realiza la aplicación de tratamientos naturales de enfermedades y tampoco la desparasitación interna y externa natural y/o alopática permitida; bienestar animal, ya que no todos los sistemas ganaderos convencionales realizan la lactancia natural hasta los ocho meses. Finalmente, los indicadores que más se separan de los estándares orgánicos son: manejo sostenible de pastizales, en vista de que muy pocos implementa el cálculo de la carga animal y el uso de un sistema silvopastoril; y gestión ecológica, en razón de que no reciben asesoría y/o capacitación para la certificación orgánica, ni cuentan con un plan de desarrollo orgánico y no están certificados, tampoco realizan un control interno del proceso orgánico y no reciben estímulos para la producción ganadera orgánica.

#### Agradecimientos

Al proyecto Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles CATIE del estado de Campeche, a su equipo técnico y productores participantes por su apoyo y colaboración.

**Financiamiento.** Este trabajo se llevó a cabo con la beca posdoctoral del primer autor en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná y concedida en la convocatoria “Estancias Posdoctorales Vinculadas al Fortalecimiento de la Calidad del Posgrado Nacional 2019-1” del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

**Conflicto de interés.** Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con esta publicación.

**Cumplimientos de normas éticas.** La investigación fue realizada y presentada por los autores bajo principios éticos y responsabilidad científica en el manejo de los datos. Asimismo, no incluye ningún

estudio realizado con seres humanos o experimentos con animales.

**Disponibilidad de datos.** Los datos están disponibles con el autor por correspondencia (bcm8003@gmail.com), con previa solicitud.

#### REFERENCIAS

- Bàrberi, P., 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research*. 42, 177–193. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2002.00277.x>
- Cab-Jiménez, F.E., Ortega-Cerrilla, M.E., Quero-Carrillo, A.R., Enríquez-Quiroz, J.F., Vaquera-Huerta, H., Carranco-Jauregui, M.E., 2015. Composición química y digestibilidad de algunos árboles tropicales forrajeros de Campeche, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6, 2199–2204. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.798>
- Campanhola, C., Pandey, S., 2019. Sustainable Livestock and Animal-Sourced Food. En: Campanhola, C., Pandey, S. Eds. *Sustainable Food and Agriculture. An Integrated Approach*. Academic Press. pp. 225–232. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812134-4.00022-4>
- Casanova, F., Caamal, J., Petit, J., Solorio, F., Castillol, J., 2010. Acumulación de carbono en la biomasa de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* asociadas y en monocultivo. *Revista Forestal Venezolana*. 54, 45–50. (Disponible en línea) <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/31644>
- Chander, M., Subrahmanyeswari, B., Mukherjee, R., Kumar, S., 2011. Organic livestock production: An emerging opportunity with new challenges for producers in tropical countries. *Revue Scientifique et Technique*. 30, 969–983. <https://doi.org/10.20506/rst.30.3.2092>
- Diario Oficial de la Federación, 2006. Ley de productos orgánicos. México. (Disponible en línea) <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPO.pdf>
- Escribano, A.J., 2016a. Organic Livestock Farming - Challenges, Perspectives, and Strategies to Increase Its Contribution to the Agrifood System's Sustainability - A Review, Organic Farming. En: Konvalina, P., Ed. *A Promising*

- Way of Food Production. Intech Open. pp. 229–260. <https://doi.org/10.5772/61272>
- Escribano, A.J., 2016b. Beef Cattle Farms' Conversion to the Organic System. Recommendations for Success in the Face of Future Changes in a Global Context. *Sustainability*. 8, 572. <https://doi.org/10.3390/su8060572>
- Espinoza-Villavicencio, J.L., Palacios-Espinosa, A., Ávila-Serrano, N., Guillén-Trujillo, A., de Luna-de la Peña, R., Ortega-Pérez, R., Murillo-Amador, B., 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión. *Interciencia*. 32, 385–390. (Disponible en línea). <https://www.redalyc.org/pdf/339/33932604.pdf>
- FAO, 2014. SAFA: Sustainable Assessment of Food and Agriculture Systems Guidelines, Food and Agricultural Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.1953.tb00819.x>
- Flores-González, A., Jiménez-Ferrer, G., Castillo-Santiago, M., Ruíz de Oña, C., Covaleda, S., 2019. Buenas prácticas ganaderas: adopción de tecnologías en La Cañada Río Perlas, Ocosingo, Chiapas México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22, 87–96. (Disponible en línea) urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v22i1.2670
- García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5a. ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Heckman, J.R., Weil, R., Magdoff, F., 2009. Practical steps to soil fertility for organic agriculture. En: Francis, C. Ed. *Organic Farming: The Ecological System*. Wiley Online Library. pp. 137–172. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr54>
- Hermansen, J.E., 2003. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Organic Livestock Production*. 80, 3–15. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00313-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00313-5)
- Hernández, M.H., Ortiz, S.L., Rodríguez, J.J., Jiménez, E.O., Elizalde, S.P., Rivera, P.D., Galván, M.M.C., 2020. Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* cv. Tanzania. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11, 53–69. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>
- Hossain, L., Rahman, R., Khan, M.S., 2017. Alternatives of Pesticides. En: Khan, M.S., Rahman, M.S. Eds. *Pesticide Residue in Foods: Sources, Management, and Control*. Cham. Springer International Publishing. pp. 147–165. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52683-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52683-6_9)
- IFOAM, 2014. The IFOAM Norms Organic Production Processing, International Federation of Organic Agricultural Movement. <https://doi.org/3-934055-58-3>
- López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, J.M., Lamela-López, L., Soca-Pérez, M., Arece-García, J., Milera-Rodríguez, M. de la C., 2017. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*. 40, 83–95. (Disponible en línea) <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1943>
- Luna, I.M., Fernández-Quintanilla, C., Dorado, J., 2020. Is Pasture Cropping a Valid Weed Management Tool. *Plants*. 9, 135. <https://doi.org/10.3390/plants9020135>
- Mena, Y., Nahed, J., Ruiz, F.A., Sánchez-Muñoz, J.B., Ruiz-Rojas, J.L., Castel, J.M., 2012. Evaluating mountain goat dairy systems for conversion to the organic model, using a multicriteria method. *Animal*. 6, 693–703. <https://doi.org/10.1017/S175173111100190X>
- Molina-Rivera, M., Olea-Perez, R., Galindo-Maldonado, F.A., Arriaga-Jordán, C.M., 2019. Life cycle assessment of three tropical livestock systems in Campeche, México: Case of study. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22, 127–141. (Disponible en línea) urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v22i1.2774
- Müller-Lindenlauf, M., Deittert, C., Köpke, U., 2010. Assessment of environmental effects, animal welfare and milk quality among organic dairy farms. *Livestock Science*. 128, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.013>
- Nahed-Toral, J., Guevara-Hernández, F., Palma-García, J.M., López-Tecpoyotl, Z.G., Sánchez-Muñoz, J.B., Ruiz-Rojas, J.L., Aguilar-Jiménez, J.R., Parra-Vázquez, M.R., 2018. Innovación para el desarrollo sustentable de la ganadería mediante sistemas

- silvopastoriles y producción orgánica en la frontera sur. En: García, R., León, J.L. Eds. Norte-Sur, Diálogos de Frontera. México. El Colegio de la Frontera Norte. pp. 103-133.
- Nahed-Toral, J., Sanchez-Muñoz, B., Mena, Y., Ruiz-Rojas, J., Aguilar-Jimenez, R., Castel, J.M., De Asis Ruiz, F., Orantes-Zebadua, M., Manzur-Cruz, A., Cruz-Lopez, J., Delgadillo-Puga, C., 2013. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern México. *Journal of Cleaner Production*. 43, 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019>
- Nahed, J., Grande, D., Aguilar, J.R., Sánchez, B., 2016. Possibilities for converting conventional cattle production to the organic model in the Grijalva River Basin, México. *Cogent Food & Agriculture*. 2, 1–15. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1153767>
- Nahed, T.J., Calderón, P.J., Aguilar, J.R., Sánchez-Muñoz, B., Ruiz-Rojas, J.L., Mena, Y., Castel, J.M., Ruiz, F.A., Jiménez, F.G., López-Méndez, J., 2009. Aproximación de los sistemas agrosilvopastoriles de tres microrregiones de Chiapas, México, al modelo de producción orgánica. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 13, 45–58. (Disponible en línea) <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2009/enero/4.pdf>
- Nalubwama, S.M., Mugisha, A., Vaarst, M., 2011. Organic livestock production in Uganda: Potentials, challenges and prospects. *Tropical Animal Health and Production*. 43, 749–757. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9780-x>
- Olivares, R., Gómez, M., Meraz, M. del R., 2005. Potencial de conversión de explotaciones ganaderas convencionales a sistemas de producción orgánicos en el estado de Tabasco. *Técnica Pecuaria en México*. 43, 361–370. (Disponible en línea) <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1366>
- Oudshoorn, F.W., Kristensen, T., Van Der Zijpp, A.J., Boer, I.J.M. De, 2012. Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in Denmark. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 59, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2011.05.003>
- Padel, S., 2019. The principles of organic livestock farming. En: Vaarst, M., Roderick, S. Eds. *Improving Organic Animal Farming*. Cambridge, UK. Burleigh Dodds Science Publishing Limited. pp. 13–31. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0028.02>
- Paull, J., 2010. From France to the world: The International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). *Journal of Social Research & Policy*. 1, 93–102. (Disponible en línea) [http://www.jsrp.ro/content/JSRP-Nr2\\_PAULL](http://www.jsrp.ro/content/JSRP-Nr2_PAULL)
- Roldán, H., Gracia, M., Santana, M., Horbath, J., 2016. Los mercados orgánicos en México como escenarios de construcción social de alternativas. *POLIS. Revista Latinoamericana*. 15, 581–605. (Disponible en línea) <http://journals.openedition.org/polis/11768>
- Singh, M., Maharjan, K.L., 2017. Organic Farming from Perspective of Three Pillars of Sustainability. En: Singh, M., Maharjan, K.L. Eds. *Sustainability of Organic Farming in Nepal*. Singapore. Springer Singapore. pp. 179–192. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5619-2>
- Sundrum, A., 2014. Organic Livestock Production. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. 4, 287–303. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00158-3>
- Vaarst, M., Alrøe, H.F., 2012. Concepts of animal health and welfare in organic livestock systems. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 25, 333–347. <https://doi.org/10.1007/s10806-011-9314-6>
- Valdivieso, I.A., Toral, J.N., Piñeiro, Á.T., Guevara, F., Jiménez, G., Grande, D., 2019. Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of México. *Journal of Cleaner Production*. 241, 118354. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118354>
- van Asselt, E.D., Capuano, E., van der Fels-Klerx, H.J., 2015. Sustainability of milk production in the Netherlands - A comparison between raw organic, pasteurised organic and conventional milk. *International Dairy Journal*. 47, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.02.007>
- Vélez, M.T.T., Cano, R.L., Corrales, R., García, M.C., 2014. Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. *Ambiente y*

- Desarrollo. 18, 37-54.  
<https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd18-35.eapp>
- Vences, J., Nájera, A.D., Arriaga, C., Albarran, B., García, A., Rebollar, S., 2015. Utilización del método IDEA para evaluar la sustentabilidad en unidades de producción de ganado bovino. En: Iglesias, D., Carreño, F., y Carrillo A. Eds. Sustentabilidad Productiva Sectorial, Algunas Evidencias de Aplicación. México. Universidad Autónoma del Estado de México. pp. 15–40.